

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“Evaluación de la concentración de cadmio y plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: Fabián Céspedes, Ying Yeserton

ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

D

H



TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47662056

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en:
gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Vásquez Baca, Yasser	Máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Torres Marquina, Marco Antonio	Ingeniero metalurgista	22514557	0000-0003-4006-7683



PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las...14... horas del día...13... del mes de...DICIEMBRE... del año...2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. FRANK ERICK CAMARA LLANOS..... (Presidente)
- Mg. YASSER VAISQUEZ BACA..... (Secretario)
- ING. MARCO ANTONIO TORRES MARQUINA..... (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 2520-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL SUELO Y TUBÉRCULOS DE UN CULTIVO CONVENCIONAL Y ORGÁNICO DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM), EN EL DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO 2022

.....", presentada por el (la) Bachiller Y ING. YESERTON FABIAN CESPEDES....., para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO..... (Art. 47)

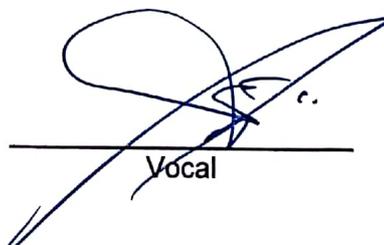
Siendo las...15... horas del día ...13... del mes de DICIEMBRE del año...2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, MILTON EDWIN MORALES AQUINO, asesor(a) del PA. INGENIERIA AMBIENTAL y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 893-2020-D-FI-UDH del 17 de diciembre del 2020; del Bachiller, FABIAN CESPEDES, Ying Yeserton de la investigación titulada **“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL SUELO Y TUBÉRCULOS, DE UN CULTIVO CONVENCIONAL Y ORGÁNICO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), EN EL DISTRITO DE PANAÓ, PROVINCIA DE PACHITEA – HUÁNUCO 2022”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 11 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituye plagio y cumple con todas las mas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 21 de enero de 2023

Mg. Milton Edwin Morales Aquino

Asesor de tesis

DNI: 44342697

Código ORCID N°

0000-0002-2250-3288

SEGUNDA REVISION

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	1%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1%
8	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	www.scribd.com Fuente de Internet	

DEDICATORIA

A Dios, y con todo mi cariño y gratitud a mi mamita Pilar (abuela). Ella que con tanto amor, paciencia y sacrificio hizo posible para yo hoy en día estar acá, donde estoy a punto de escalar un peldaño más en esta larga carrera profesional. También quiero dedicarle, a quien en vida fue mi primo Pool. Aunque no este conmigo físicamente siempre vive en mis recuerdos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por hacer este sueño posible y en segundo lugar agradecer a mis cinco madres que fueron pilares muy importante en todo este proceso de vida universitaria.

Agradezco además a mi asesor el Mg. Morales Aquino, Milton Edwin, por su apoyo y conocimiento brindado en el desarrollo de la investigación.

También quiero agradecer a mi novia Montes Melgarejo, María por brindarme su apoyo incondicional y por siempre creer en mi persona.

Para finalizar agradezco a un gran amigo Paredes Tello, Erick por su estima y asesoría.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVO GENERAL	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	23
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. LA PAPA.....	25
2.2.2. CULTIVO DE PAPA EN EL PERÚ.....	31
2.2.3. METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS.....	43
2.2.4. CADMIO (CD).....	44
2.2.5. PLOMO (PB).....	45

2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	47
2.4.	HIPÓTESIS	48
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	48
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	49
2.5.	VARIABLES.....	49
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	49
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	49
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	50
CAPÍTULO III.....		51
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		51
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.1.1.	ENFOQUE	51
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	51
3.1.3.	DISEÑO	52
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	53
3.2.1.	POBLACIÓN.....	53
3.2.2.	MUESTRA	53
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	54
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	54
3.3.2.	PARA EL MONITOREO	54
3.3.3.	INSTRUMENTOS	56
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	56
3.4.1.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	56
3.4.2.	TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS	56
3.4.3.	INTERPRETACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS	57
3.5.	ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.5.1.	ÁMBITO GEOGRÁFICO.....	57
CAPÍTULO IV.....		58
RESULTADOS		58
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS	58
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..	63
CAPÍTULO V.....		65
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		65

CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rankin mundial de los países productores de papa	32
Tabla 2 Principales agroquímicos utilizados en el cultivo de papa.....	36
Tabla 3 Estándares de calidad ambiental para suelo, parámetro Cadmio y Plomo.....	46
Tabla 4 LMP para Cadmio y Plomo en la papa.....	47
Tabla 5 Coordenadas UTM, del distrito de Panao.	53
Tabla 6 Materiales y equipos para la toma de muestra de suelo.	55
Tabla 7 Profundidad del muestreo según el uso del suelo.	55
Tabla 8 Ubicación política del lugar donde se realizó la investigación.	57
Tabla 9 Resultados para el muestreo del tubérculo (papa)	58
Tabla 10 Procesamiento de datos obtenidos de los análisis al tubérculo (papa)	59
Tabla 11 Resultados para el muestreo del suelo (físico/químicos)	60
Tabla 12 Resultados para el muestreo del suelo (metales pesados)	60
Tabla 13 Procesamiento de datos obtenido de los análisis de la caracterización del suelo	62
Tabla 14 Procesamiento de datos obtenido de los análisis de los metales pesados (cadmio y plomo) en el suelo	62
Tabla 15 Comparación de niveles de metales pesados en el tubérculo (papa)	63
Tabla 16 Comparación de niveles de metales pesados en el suelo.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo fenológico del cultivo de la papa.....	29
Figura 2 Morfología de la papa.....	31
Figura 3 Producción de papa de acuerdo a las regiones del Perú.....	33
Figura 4 Ciclo del plaguicida en el medio ambiente.....	41
Figura 5 Fumigación de la papa.....	42
Figura 6 Diseño transversal, para la toma de muestras de suelo y tubérculos, de papa.....	52
Figura 7 Plomo por muestra en el tubérculo (papa).....	58
<i>Figura 8</i> Cadmio por muestra en el tubérculo (papa).....	59
Figura 9 Cadmio para muestras del suelo agrícola.....	61
Figura 10 Plomo para muestras del suelo agrícola.....	61

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Selección del área de muestreo	82
Fotografía 2 identificación de muestreo	82
Fotografía 3 Participación de pobladores.....	83
Fotografía 4 Muestras etiquetadas y envasadas de suelo.....	83
Fotografía 5 muestras del tubérculo (papa)	84
Fotografía 6 Nuevo punto de muestreo.....	84
Fotografía 7 Muestras de suelo en cooler para su conservación	85
Fotografía 8 Muestras de papa para su conservación	85

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “Evaluación de la concentración de cadmio y plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022”, tuvo por **objetivo** Evaluar la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea. Para lo cual la **metodología** usada fue de tipo descriptivo no experimental, en la que se tomaron 5 muestras del tubérculo (papa) y 5 muestras del suelo, para luego ser analizados en el laboratorio. Los **resultados** muestran que el promedio de plomo es de 0,2 ppm superando el límite CODEX (0.1 ppm), respecto al cadmio con un promedio de 0.09 ppm por debajo del límite CODEX (0.01ppm). en ambos casos se encuentran presencia significativa de estos metales pesados. El cadmio en el suelo 22,5520ppm por debajo del ECA suelo (70ppm) y plomo en el suelo con 0,15 ppm por debajo del ECA suelo (1.4 ppm) en ambos casos para ECA de suelo agrícola. Por lo que se **concluye** que el exceso de plomo en el tubérculo (papa) proviene directamente del suelo, lo cual es un indicador de la necesidad de una normativa que regule ciertos indicadores de estos metales pesados.

Palabras clave: *suelo, metal, plomo, polución y fertilizante.*

ABSTRACT

The research work entitled "Evaluation of the concentration of cadmium and lead in the soil and tubers, of a conventional and organic potato crop (*Solanum tuberosum*), in the district of Panao, province of Pachitea – Huánuco 2022", aimed to evaluate the concentration of Cadmium and Lead in the soil and tubers, of a conventional and organic potato crop (*Solanum tuberosum*), in the district of Panao, province of Pachitea. For which the **methodology** used was of a non-experimental descriptive type, in which 5 samples of the tuber (potato) and 5 samples of the soil were taken, to then be analyzed in the laboratory. The **results** show that the average lead is 0.2 ppm exceeding the CODEX limit (0.1 ppm), with respect to cadmium with an average of 0.09 ppm below the CODEX limit (0.01ppm). in both cases significant presence of these heavy metals is found. Cadmium in soil 22.5520ppm below RCT soil (70ppm) and lead in soil with 0.15 ppm below RCT soil (1.4 ppm) in both cases for RCT of agricultural soil. Therefore, it is **concluded** that the excess lead in the tuber (potato) comes directly from the soil, which is an indicator of the need for a regulation that regulates certain indicators of these heavy metals.

Key words: *soil, metal, lead, pollution and fertilizer.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo y producción del tubérculo papa en el territorio nacional tiene gran relevancia, lo que tiene un rol de mucho valor económico en la agricultura del Perú, en la actualidad la papa ocupa el segundo lugar de cultivos con mayor relevancia en 10.5 % del Valor Bruto de Producción agrícola. No hay duda que este tubérculo pasa por grandes demandas en la sociedad peruana actualmente. A partir de los años 2017 y 2018, hubo un incremento de producciones de papa, puesto que las tasas de crecimiento superaron al 5 %, además solo en el 2018 se lograron producciones muy arriba de 5,1 millones de toneladas como récord. Esto es principalmente como consecuencias de las ampliaciones de suelos agrícolas y las nuevas para su producción.

Las diferentes técnicas de producción de la papa no solo conllevan a buena producción, sino también a la incorporación de sustancias muchas veces tóxicas sobre el suelo, de estos destacan los metales pesados. Estos tienen un nivel de toxicidad por la fuerte afinidad de sus cationes. Además, son capaces de ingresar por las vías respiratorias, las glándulas sudoríparas, mucosa, más aún en la cadena alimenticia, por lo que el incremento de enfermedades crónicas es latente. Estudios revelan que, a primera acción, el hombre se contamina con metales pesados, al consumir frutas y vegetales directamente, es por ello la importancia de realizar la evaluación pertinente de lo que componen los alimentos.

Además del papá en el 2022 otros alimentos fueron rechazados por la Unión Europea, puesto que estos presentaban altos índices de metales pesados, entre ellos, la maca, la palta Hass, espárragos, harina de maíz y plátanos orgánicos. Además, la presencia de plaguicidas que no están autorizadas (*CLORPIRIFÓS*).

Hasta la actualidad en el Perú, no está vigente ninguna norma para precisar los límites máximos del contenido de metales pesados contenido en los alimentos, esto es un indicativo de brecha legal sumamente importante, porque si consideramos la toxicidad sobre los seres vivos de los metales pesados. Además, debemos considera que existen otros factores que incrementan la toxicidad sobre los alimentos, por ejemplo, la agrícola

intensiva, la explotación minera en las zonas altas y la generación de residuos sólido por parte de población.

La normativa legal más referente es el que se puede encontrar en CODEX ALIMENTARIUS (código alimentario) lo cual menciona límites máximos para plomo (Pb) y cadmio (Cd) de 0,1 ppm, en tubérculo, y hasta la actualidad no se precisa una normativa que haga referencia del contenido de demás metales pesados en tubérculos en todo el mundo tampoco nivel nacional, esto es gran oportunidad en propuestas de investigaciones que determinen los límites máximos de toxicidad.

La investigación está estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I, comprendido con planteamiento del problema y su descripción, formulación del problema, objetivo, justificación, limitaciones y viabilidad.

Capítulo II, comprendido por; antecedentes internacionales, nacionales y locales, bases teóricas, definición conceptual, formulación de las hipótesis, y operacionalización de las variables.

Capítulo III, comprendido por; tipo de investigación, enfoque, alcance, y diseño; población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Capítulo IV, contiene los resultados con interpretaciones y análisis de los resultados, contrastación o prueba de hipótesis.

Capítulo V, comprendido por; discusión de resultados, conclusiones obtenidas, recomendaciones, posterior a ello las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la agricultura convencional viene siendo un factor perjudicial para la salud de las personas y la contaminación del ambiente, siendo el problema principal el uso de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes) en exceso, el cultivo tradicional se distingue por usar estos productos para aumentar la producción de su cultivo por encima del promedio natural y habitual. Por lo que al usar estos productos en cantidades excesivas generan contaminación y sobre carga de químicos en el producto y en los componentes ambientales (agua, suelo, aire) generando su contaminación, así como la aniquilación de insectos polinizadores y microorganismo benéficos.

El uso de plaguicidas en exceso genera plagas resistentes, contaminación ambiental, ya que por acción del viento abarca mayor área, generando lo ya mencionado muerte de insectos polinizadores, por otro lado, contaminación de cuerpos de agua y la intoxicación hacia las personas, generando enfermedades leves y crónicas. Por lo mismo que la organización mundial de la salud (OMS) refiere que los “plaguicidas son potencialmente tóxicos para los seres humanos. Pueden tener efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias para los sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso” (OMS., 2016).

Las actividades antropogénicas en la agricultura, en muchos casos generan acumulaciones de metales pesados sobre el suelo, por lo que bien se sabe son tóxicos para la salud de las personas y del ambiente. Ya que generalmente las plantas absorben los metales pesados presentes en el suelo. (Reyes, et. al., 2016) refiere que la cuenca media del río Bogotá es la fuente principal del recurso hídrico en la producción agrícola en los municipios que están cerca del noroccidente y sur de la ciudad de Bogotá. Según análisis estos vertimientos presentan concentraciones de los metales pesados (Mercurio, Arsénico, Cadmio y Plomo). Tales metales tienen afectaciones

sobre la población que es expuesta puesto que habitan en las riberas del río. Este recurso hídrico se emplea para los riegos, lo que genera el desplazamiento de los metales hacia los suelos y plantas (lechugas, repollo y brócoli) que se usan para consumo humano. Por su parte Chávez (2020) refiere que la proporción disponible aproximado de Cadmio por hectárea de cultivo de cacao, en Aucayacu es un total aproximado de: 0.756 ppm de Cd/ha.

El plomo siendo un metal pesado toxico para la salud y el ambiente, por lo que es conocido como una amenaza con significancia sobre la salud humana, en la que los niños tienen mayor vulnerabilidad (ASTDR., 2007).

El plomo contamina al agua, suelo y los cultivos. Cuando se presentan en cantidades considerables las plantas sufren alteraciones, el suelo se presenta degradado afectando su productividad cuando la contaminación es en exceso, llegando a producir desertificación. Incluso los ríos y lagos, además afectaciones sobre la fauna. El problema de los impactos sobre el medio ambiente por los metales es que tienen efectos silenciosos, y cuando al fin nos damos cuenta de estos impactos que producen, se hace tarde y sobre todo son graves para la salud (ASTDR., 2007).

La acides de los suelos incrementa cuando la absorción de cadmio por las plantas, volviéndoles toxicas. Los nematodos y otros animales importantes del suelo, suelen ser sensibles a la intoxicación por cadmio; llevándolos a morir en muy bajas concentraciones, lo que termina así con la amena a todo el ecosistema general del suelo (Lenntech, B., 2019).

En la ingesta de alimentos o la toma de agua con niveles de Cd muy altos generan irritaciones graves en el estómago, por lo que van a generar vómitos, diarreas y en ciertas ocasiones muy crónica la muerte (ASTDR., 2007).

La provincia de Pachitea es uno de los principales productores de papa en el Perú, en la actualidad los productores de papa de los distritos de Umari, Molino, Chaglla y Panao. Suelen usar pesticidas y fertilizantes en exceso en sus cultivos de papa destinadas al comercio, y como bien se sabe que el uso

de agroquímicos en exceso trae consecuencias negativas en la salud y al ambiente.

Ahora (2018), en una entrevista a un especialista del tema le realiza la siguiente interrogante ¿La calidad de la papa se debe al uso de fertilizantes? Por supuesto, se están abusando de los usos de diferentes abonos foliares que solo embellecen al tubérculo, pero, le dan una calidad mala y estos eventos están sucediendo en la zona de Chaglla, puesto que lamentablemente el rendimiento es alto, esto gracias a la utilización de fertilizantes con agentes químicos, pero se invalidan con los estándares exigidos por el mercado de ellos la conservación. Además, indica que se está sobre utilizando de los fertilizantes nitrogenados, eso es un problema grave.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia Pachitea.
- Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en los tubérculos de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia Pachitea.
- Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia Pachitea.

1.3. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el ECA de Cadmio y Plomo total en suelo agrícola.
- Determinar si la concentración de Cadmio y Plomo en los tubérculos de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el LMP de Cadmio y Plomo total en la papa.
- Determinar si existe concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia Pachitea.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación es de suma importancia, ya que proporcionara base científica e información valiosa sobre la concentración de metales pesados en el suelo y tubérculos, de una variedad de papa, cultivado en el distrito de Panao, de manera convencional, siendo una preocupación para la población por el uso de pesticidas y fertilizantes en exceso, que pueden afectar la salud de los consumidores así como al medio ambiente, cabe recalcar la importancia del estudio ya que no se cuenta con investigaciones al respecto, por lo que la investigación es a respuesta de una necesidad actual y recurrente, de información puntual.

A nivel nacional, regional y local, existen pocos estudios relacionados con el tema a investigar, la cual magnifica la importancia ya que, si se demuestra la presencia de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo de la papa del distrito de Panao, o de la provincia de Pachitea, impulsaría a tomar medidas de control.

Esta investigación tiene importancia social por la parte de la salud pública y en lo ambiental (mitigación de impactos ambientales), ya que abarcaría el tema del uso inadecuado de agroquímicos y los impactos que podría generar en la salud y en el ambiente. Si las concentraciones de Cadmio

y Plomo presentes en el suelo y tubérculos, de un cultivo de papa, sobrepasan el ECA o LMP, respectivo.

En la actualidad los agricultores y productores de papa de la provincia de Pachitea, suelen usar pesticidas y fertilizantes en exceso en sus sembríos de papa destinadas al comercio, y como bien se sabe que el uso de agroquímicos en exceso trae consecuencias negativas en la salud y al ambiente. Los agroquímicos más utilizados en el cultivo de papa según (Velasco, J., 2008) son: Fosfato diamónico, Cloruro de potasio, Nitrato de amonio, Urea, Compomaster 20-20-20, Superfosfato triple, Molimax super 12, Compomaster Papa, Sulfato de amonio; Acrobat MZ, Antracol 70 PM (Fungicidas); Carbodan 48 F, Furadan 4F (Insecticidas), etc.

Trujillo, J (2018) menciona que en el Perú son 19 regiones los productores de papa, siendo Puno de los primeros productores del tubérculo (papa) con aproximadamente 59 mil hectáreas, entre tanto Huánuco con el segundo lugar produciendo aproximadamente 42,132 hectáreas. Asimismo, refiere que en Huánuco la provincia que mayor producción de este tubérculo es Huánuco, con una producción de 14,314 hectáreas entre papa amarilla y blanca. Y Pachitea con 9983 hectáreas.

Es por el cual, como futuro ingeniero ambiental, tengo la motivación por desarrollar este proyecto de investigación.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Como futuro ingeniero ambiental asumiré con las actividades y compromisos que conlleven la ejecución y desarrollo de la investigación, siendo estas algunas limitaciones a enfrentar:

- El Estado de Emergencia Sanitaria a Nivel Nacional dictaminada por el estado, para la prevención y control del coronavirus (COVID – 19).
- Costos del análisis de suelo y tubérculos, de la papa en laboratorio.
- El laboratorio implementado para el análisis del estudio dentro de la ciudad de Huánuco, es el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL). Siendo la única opción en la ciudad de Huánuco, Por otro lado, se encuentra el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS),

ubicado en la ciudad de Tingo María; a 120.6 Km de la ciudad de Huánuco. Para la realización de los análisis de la presencia de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos de la papa.

- El lugar donde se llevará a cabo el recojo de muestras, se encuentra a 90 minutos de distancia de la ciudad de Huánuco.
- Algunos gastos extras que se podrían presentar en el desarrollo de la investigación, así como de otros factores o inconvenientes del momento.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Se espera que los resultados de esta investigación, aclare el panorama actual sobre la preocupación por el uso excesivo de agroquímicos en los cultivos de papa de Panao y de la provincia de Pachitea, y sus efectos en el suelo y tubérculos, de cultivo de papa, además que el estudio tiende a servir como soporte para otras investigaciones complementarias o relacionadas al objeto a estudiar; a corto plaza nos mostrara la realidad, una problemática ambiental y/o de salud pública o ambos.

- El objeto de esta investigación: Es de importancia e interés de nivel local, provincial y regional; ya que abarca la problemática social y ambiental del uso de agroquímicos en el cultivo de papa; esta problemática repercute en los centros poblados, caseríos y/o comunidades campesinas productoras de papa del distrito de Panao.
- Disponibilidad de recursos económicos: Se cuenta con recursos para costear los gastos económicos de la investigación.
- Disponibilidad de información: Se pudo recolectar información primaria y secundaria de los antecedentes, siendo lo necesario para poder desarrollar la investigación.
- Disponibilidad de recursos humanos: Este aspecto resultará posible gracias a la existencia de profesionales en el área, por lo que se cuenta con la ayuda del asesor universitario.
- Como futuro ingeniero ambiental, se cuenta con el entusiasmo y el interés personal por llevar el desarrollo y la ejecución de este proyecto de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Moreno et al. (2016) en su Tesis titulada “*Cuantificación voltamétrica de plomo y cadmio en papa fresca*”; presentada en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; Boyacá – Colombia. El **objetivo** de la investigación fue usar el método voltamétrica validada para cuantificar el Cd y de Pb en el tubérculo (papa fresca). La **metodología** fue que se validó el método voltamétrica para determinar Pb y de Cd en papa cruda, que se recolectó en la “central de abastos del sur de Tunja”, permitiendo el diagnóstico del grado de inocuidad, “para luego ser comparados con el Codex Alimentarius; la investigación tuvo un diseño experimental completamente al azar, se tomó una porción aleatoria de 1kg, para ser analizada: además se llevó a cabo la comparación de resultados de voltametría de onda cuadrada frente al método espectrofotométrico por absorción atómica. Los **resultados** fueron los siguientes La concentración de estos metales en las muestras analizadas estuvieron entre un rango de 0,111 a 0,304ppm respectivamente, estos sobrepasan los límites máximos establecidos por las normas nacionales e internacionales, vigentes para papa de consumo humano. La **conclusión** que tuvo fue que el estudio exploratorio permitió verificar la presencia de plomo y de cadmio en el tubérculo fresco con cáscara, comercializado en Tunja y obtenido de diversos municipios”.

Delince et al. (2015) en su investigación titulada “*Riesgo agroambiental por metales pesados en suelos con Cultivares de Oryza sativa L. y Solanum tuberosum L.*”; presentado en la Universidad Agraria de La Habana, Facultad Agronomía; Mayabeque – Cuba. El **objetivo** de la investigación fue “determinar los contenidos de Cu, Ni, Cadmio y Plomo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en condiciones de producción; **metodología** se aplicó el ANOVA y la prueba de Duncan a

un nivel de significancia del 5% para evaluar las diferencias estadísticas significativas, por lo que se siguió un diseño experimental completamente aleatorizado en condiciones semicontroladas” en donde se evaluaron el contenido de MP en la papa y en el suelo a los 95 DDP. Los **resultados** fueron para Pb el mayor contenido en el tubérculo de la papa fue 456,25 ppm y para Cd fue 41,58 ppm; los resultados en suelo fueron Pb 8,68 ppm y para Cd el mayor resultado fue de 20,37 ppm. Lo que indica que el fruto agrícola se encuentra por encima de los valores permisibles. **Conclusión** de “la investigación indica que se detectaron que poseen altos niveles de MP en sus órganos sin síntomas visibles de fitotoxicidad, así como en los suelos después de la cosecha”.

Maldonado (2019) en su tesis titulada “*Determinación de metales pesados y pérdidas pos cosecha en papa (Solanum tuberosum)*”, presentada en la universidad central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas; Quito – Ecuador. La cual tuvo como **objetivo** investigar la presencia de Cadmio y Plomo en la papa que se comercializan en el distrito Metropolitano de Quito. **Metodología** se utilizó espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito; para la obtención de muestras se realizó la compra de 1 kg de papa en el mercado ubicado en el distrito; siendo los mayores **resultados** que se obtuvo fueron para Cd 0.0034 ppm y Pb 0.0486 ppm. Este resultado fue comparado con concentración de Cadmio y Plomo según el CODEX (1995), el cual es de 0.1 ppm; **Conclusión** fue que se encontró la presencia de Cadmio y Plomo en papa, pero estas concentraciones no sobrepasan los valores, predeterminados.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Luna & Rodríguez (2016) en su tesis titulado “*Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (Solanum tuberosum) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca*”; presentada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Lima – Perú. La investigación tuvo como **objetivo** la determinación de la concentración de Cadmio y Plomo en papa, el **método** analítico empleado en este estudio es la de Espectrofotometría de Absorción

Atómica con Horno de Grafito; para lo cual de recolecto cuarenta muestras de papa de cultivos cercanos a las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta. Los datos obtenidos fueron comparados con el CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Mod.2015 dado por el Codex Alimentarius. Siendo los **resultados** para Pb no se encontraron presencia en ninguna muestra de papa; Cd el mayor resultado fue de 0.3095. la **conclusión** a la que llevo indica que el 100% de las muestras de papa superan el LMP=0.1 ppm de Cd en la cuenca del río Mashcón y en la cuenca del río Chonta.

Rodríguez (2018) en su tesis con título “Evaluación del *contenido de minerales tóxicos en 3 variedades de papa (Solanum tuberosum) del Valle del Mantaro*”; presentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú; Huancayo - Perú. La cual tuvo como **objetivo** general la evaluación de la contaminación con minerales tóxicos en tubérculos de papa en el valle del Mantaro. La **metodología** “fue recolección de muestras para el análisis de laboratorio, por lo que el nivel de investigación fue descriptivo explicativo (correlacional) y tipo experimental; se obtuvo 250 gramos de muestra aleatorizada siendo un total de 1 kg de muestra, estas fueron determinados por el método de espectrofotometría de absorción atómica por flama, horno grafito. Los mayores **resultados** fueron para Pb 2.458 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ y Cd 0.00010883 $\mu\text{g.kg}$. La **conclusión** fue que de acuerdo a los resultados obtenidos estos se encuentran dentro del límite máximo permisible”.

Camas & Valqui (2016) en su tesis titulada “*evaluación de la concentración de cadmio en áreas de cultivo de papa (Solanum tuberosum sp.) De la localidad Cohechán, distrito de Conila, provincia de Luya, departamento Amazonas – 2016*”; presentada en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental; Chachapoyas - Perú. La investigación tuvo como **objetivo** la determinación de la concentración de Cd en las áreas de cultivo de papa en la localidad de Cohechán. **Metodología** la investigación tuvo un diseño descriptivo, donde se tomaron muestras de papa de las áreas de cultivo de estudio los cuales fueron seleccionados

de acuerdo a que cuenten con la misma variedad de papa; para este fin se tomaron 5 muestras de papa, los más desarrollados, se mandaron a laboratorio y se analizaron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica. Los **resultados** fueron para la concentración de Cd en suelo 3.99ppm, indicando que no son aptas para el uso agrícola, Cd en la papa fue de 0.23 ppm, lo cual muestra un riesgo para la salud. **Conclusión** indica que los cultivos de papa analizados en la localidad de Cohechan, presentan concentraciones superiores de cadmio a las establecidas por el Codex Alimentarius y los estándares de calidad ambiental para suelos, atribuyendo estos valores a los manejos agrícolas que mediante el uso de agroquímicos fosfatados pueden contribuir con el aumento de Cd. disponible en suelo.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rafael (2015) en su tesis *“Factores influyentes en la contaminación química del suelo por los agricultores de las localidades de: Pasto y Piñayog en Chaglla 2015”*; presentada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco. La cual tuvo como **objetivo** la identificación de los factores que influyen la contaminación química del suelo por parte de los agricultores de Chaglla. La **metodología** está relacionado al tipo de investigación la cual fue aplicativo, de nivel explicativo y de diseño no experimental transversal; donde se realizó encuestas a los 104 integrantes (agricultores) de la población, los **resultados** indican que “El 75.6% de productores utilizan fertilizantes de los cuales el 28% utilizan Nitrato de amonio 33%N, 3P2O5; un 26.8% Urea 46%; un 22% Sulfato de amonio 21%N, 24%S; y la diferencia 23.2% ninguno. Un 31.7% utilizan Fosfato di amónico 18%N, 46%P2O5; 23.2% Fosfato monoamónico 11%N, 52%P2O5; un 22% Superfosfato triple 44 a 48% P2O5, 13 a 15%Ca; y un 23.2% ninguno”. La **conclusión** fue que mayor al 90% de la población utiliza algún tipo de agroquímicos en sus plantaciones.

Espinoza (2018) en su tesis titulada *“Impacto ambiental de pesticidas en el cultivo de la papa en el distrito de Chaglla, en la provincia de Pachitea, año 2017”*, presentada en la Universidad de Huánuco

presentada en la Universidad de Huánuco. La tesis tuvo como **objetivo** tuvo el propósito de lograr una visión global del impacto ambiental de pesticidas en el cultivo de la papa en el distrito de Chaglla; la **metodología** de acuerdo al tipo de investigación la cual fue aplicada de nivel descriptivo y con un diseño experimental, solo regresión y correlación lineal simple, con muestras no probabilísticas. Los **resultados** obtenidos indican que la agricultura practicada en el distrito de Chaglla es de manera intensiva por lo que usan grandes cantidades y distintas variedades de agroquímicos, la **conclusión** fue si bien existe una agricultura intensiva en Chaglla, el riesgo de contaminación por agroquímicos puede calificarse como “medio” y “bajo”.

Chávez (2020) en su tesis titulada “*Evaluación de la concentración de cadmio en el suelo y frutos de una plantación de cacao (Theobroma cacao L.) en Aucayacu, distrito de José Crespo y Castillo - Huánuco 2020*”; presentada en la Universidad de Huánuco. La finalidad del **objetivo** de la investigación fue evaluar la concentración de cadmio en el suelo, “de una plantación de cacao, de la zona de Aucayacu; buscando a la vez demostrar la presencia de este metal pesado, en uno de los productos más importantes de la región Huánuco y del Perú. **Metodología** se realizó el muestreo en la zona establecida, donde se recolectaron 5 muestras de suelo, las cuales fueron trasladadas al laboratorio” de la UNAS, para sus respectivos análisis. La investigación fue tipo descriptivo con un nivel aplicativo y de diseño cuasi – Experimental. Los **resultados** fueron; Para suelo: El suelo cacaotero, de la zona de Aucayacu presenta un pH, de 5.19, lo cual refiere que es muy ácido, en cuanto a la concentración de cadmio en el suelo fue de 0.21 ppm, estos resultados fueron comparados con el ECA, **conclusión** de acuerdo a los resultados obtenidos indica que no sobrepasa el ECA; para suelos agrícolas. Si bien no sobrepasan el ECA (1.4 ppm), respectivo; demuestra la presencia de Cd en el suelo del cultivo de cacao.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA PAPA

Solanum tuberosum, de nombre común papa es una especie herbácea originaria de la región que comprende el altiplano sur del Perú y el noroccidente de Bolivia. (Velasco, J., 2008) “la papa es una planta originaria de los Andes. Representa un alimento básico en la dieta de la población mundial y contribuye a reducir el hambre y lograr la seguridad alimentaria de vastas poblaciones en el mundo. En la actualidad, la papa es el cultivo que más contribuye a explicar el Valor Bruto de la Producción Agrícola del Perú”.

2.2.1.1 Taxonomía de la papa

- Reino: “*Plantae*”
- División: “Magnoliophyta”
- Clase: “Magnoliopsida”
- Orden: “Solanales”
- Familia: “Solanaceae”
- Género: *Solanum*
- Especie: “*Solanum tuberosum*”

2.2.1.2 Fisiología de la papa

Terán (1995) indica lo siguiente; la papa bajo estrés hídrico o salino, disminuye su fotosíntesis, cuando se incrementa la salinidad y cuando baja la disponibilidad de agua. Por otro lado, al amentar fertilizantes incrementa el proceso fotosintético y la clorofila.

- Desarrollo de la papa: Cuenta con cuatro fases siendo los siguientes.
 - a) Plantaciones a germinación.
 - b) Germinación a inicio de la tuberización.
 - c) Inicio de la tuberización a floración.
 - d) Floración a madurez del tubérculo.

Los factores ambientales influyen en el tiempo de desarrollo del cultivo, así como el tipo de variedad.

Las variedades de papa se clasifican de acuerdo a su precocidad en tempranas y tardías. Las tempranas se cosechan en tres meses y las tardías en más de cuatro meses de crecimiento

Factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de la papa.

- **Altitud:** La papa se desarrolla desde alturas de 500 a 3000 m.s.n.m.
- **Temperatura:** La papa requiere de ciertas temperaturas ambientales para su crecimiento y desarrollo (Terán, E., 1995)
 - a) En la etapa de germinación la temperatura óptima es de 15.5 a 18.5 °C.
 - b) En la etapa de crecimiento la temperatura óptima en el día es de 26 °C, en la noche es de 12 – 16 °C.
 - c) En la etapa de formación de tubérculo la temperatura óptima en la noche es de 12 °C.

La temperatura no solo afecta la producción de las plantas sino también a su progenie; ya que los tubérculos producidos de plantas que crecieron bajo la influencia de temperaturas bajas, al ser utilizados como semillas producirán mayor número de tubérculos con mayor peso

- **Humedad:** “El cultivo de la papa crece mejor cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de la capacidad de campo; para obtener altos rendimientos, las necesidades, de agua del cultivo para una variedad de 120 a 150 días son de 500 a 700 mm, dependiendo del clima y es susceptible al déficit de agua. Se ha observado que la escasez de agua disminuye el rendimiento, afectando la calidad, debido a la malformación de los tubérculos y al menor crecimiento de las plantas” (Terán, E., 1995).
- **Fotoperiodo:** “La luz es otro factor importante en el desarrollo de la papa, algunas variedades son sensibles al fotoperiodo, mientras que otras pueden producir tubérculos en un intervalo amplio de foto periodicidad. Los días largos favorecen el crecimiento vegetativo y los días cortos estimulan la

maduración” (Brown y Hutchinson, 1949) citado por (Terán, E., 1995).

- **Suelo:** “La papa se desarrolla bien en suelos francos y arenosos, con buen contenido de materia orgánica y óptimo drenaje (Valadez, 1989). En lo referente al pH, la papa está clasificada como altamente tolerante a la acidez, teniendo valores de pH de 5 a 6.5” (Richards, 1954). “Es una hortaliza tolerante a la salinidad, con valores de 2560 a 64000 ppm (4 a 10 mmho)” (Terán, E., 1995).

2.2.1.3 Fases fenológicas de la papa

Vignola (2017) sostiene que “el ciclo fenológico del cultivo de papa se puede dividir en 5 fases, iniciando desde la fase de emergencia o brotación (fase 1), hasta la fase de maduración y la cosecha (fase 5). La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productivas”.

- **Fase de emergencia o brotación:** “Esta fase comienza después de la preparación de suelo y la colocación de la semilla de papa en los surcos; la duración de esta etapa depende de las condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y el estado de brotación de la semilla. Esta última por medio de cambios bioquímicos inicia la formación de una nueva planta que al principio sufre un crecimiento acelerado de raíces, seguido de la emergencia de tallos y hojas” (Vignola, F., 2017).
- **Fase de crecimiento de brotes laterales:** “La segunda fase comienza después de la emergencia de la plántula, donde comienzan el proceso de fotosíntesis para el desarrollo aéreo de la planta; es decir la formación de tallos, ramas y hojas. Mientras en la parte subterránea se da la expansión de estolones” (Vignola, F., 2017).

- **Fase de inicio de la tuberización:** 2En esta etapa la planta sigue su crecimiento vegetativo en su parte aérea, consecuentemente en la parte radicular subterránea se están formando los tubérculos que comienzan su desarrollo en la punta de los estolones” (Vignola, F., 2017).
- **Fase de llenado de tubérculos:** “La cuarta fase coincide con el inicio de la floración (algunas variedades), donde las células de los tubérculos comienzan a expandirse por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos; ya en esta etapa los tubérculos absorben la mayor cantidad de nutrientes y carbohidratos disponibles para la planta” (Vignola, F., 2017).
- **Fase de maduración:** “La última fase de desarrollo, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta disminuyen considerablemente; esta empieza a tornarse de un color amarillento hasta que senescen por completo. El tubérculo madura, forma la piel externa y alcanza el máximo contenido de materia seca para la cosecha”.

Figura 1

Ciclo fenológico del cultivo de la papa

0-----0-----15 DDS-----42 DDS-----61 DDS-----103 DDS-----123 DDS						
Fases	Emergencia o brotación		Brotos laterales	Botón Floral e iniciación de tubérculos	Floración y Llenado de tubérculos	Maduración y Cosecha
						
Época	Época lluviosa (Invierno)					
I Siembra	Mayo	Junio		Julio		Agosto
Meses	Junio	Julio		Agosto		Septiembre
Época	Época lluviosa (Invierno)			Época lluviosa-seca (Transición)		
II Siembra	Octubre	Noviembre		Diciembre		Enero
Meses	Noviembre	Diciembre		Enero		Febrero
DDS: Días después de la siembra.						

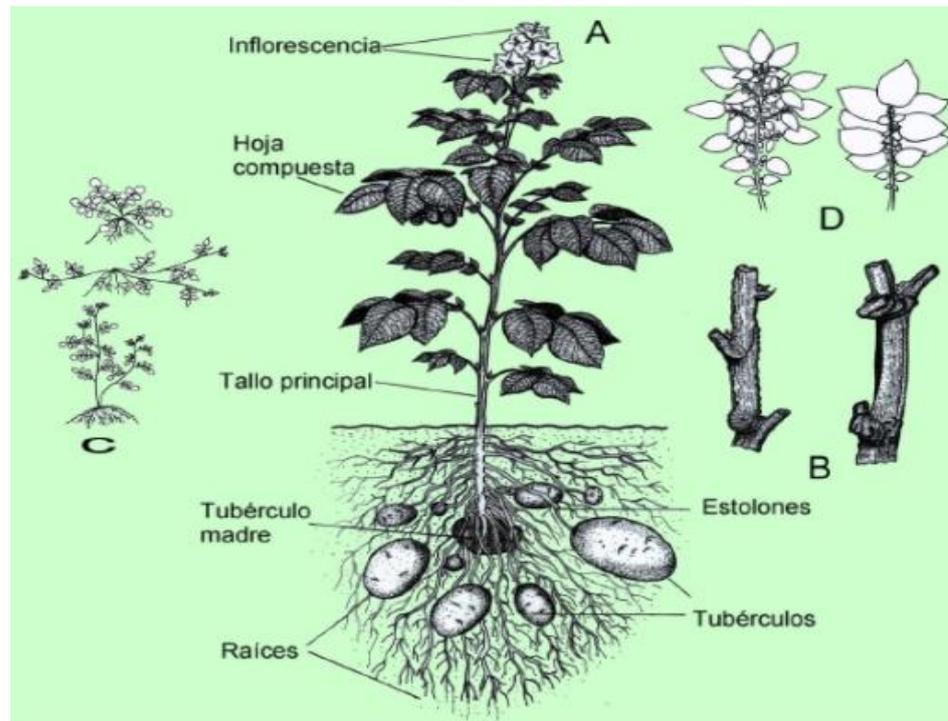
Nota. La Figura de muestra el Ciclo fenológico del cultivo de la papa. Fuente: Vignola, F. (2017).

2.2.1.4 Morfología de la papa

(Terán, E., 1995) “Se ha descrito a la papa como una planta herbácea y anual por su parte aérea, y perenne por sus tubérculos debido a su propagación vegetativa. Los tallos son de dos tipos: aéreos y subterráneos. Los tallos aéreos son angulosos, de color verde, semirrecto y/o rastrero, su número varía según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo en cuanto a los subterráneos están compuestos de rizomas (llamados también estolones) y por tubérculos (parte comestible). Cabe mencionar que cada tallo aéreo origina de dos a tres tubérculos que pueden ser ovoides o cilíndricos, con piel blanca, amarilla, rosa, roja o violeta”.

- **Las hojas:** “son alternas, igual que los estolones. Las primeras hojas son simples, posteriormente vienen las hojas compuestas imparipinadas con 3 a 4 pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden” (Terán, E., 1995).
- **Las flores:** “son hermafroditas, tetra cíclicas, pentámeras el cáliz es gamosépalo lobulado; la corola rotácea pentalobulada del color blanco a la púrpura, con cinco estambres. Cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido, amarillo más fuerte o anaranjado, que producen polen a través de un tubo terminal; gineceo con ovario bilocular” (Montaldo, 1984).
- **Los tallos:** “Forman ramificaciones secundarias en las axilas de las hojas con los tallos”.
- **El fruto:** “Es una baya bilocular de 15 a 30 mm de diámetro, color verde, verde-amarillento o verde azulado. Cada fruto contiene aproximadamente 200 semillas, utilizándose para fines genéticos” (Valadez, 1989).

Figura 2
Morfología de la papa



Nota. La figura muestra la Morfología de la papa. Fuente: Colon, E. (2015).

2.2.2. CULTIVO DE PAPA EN EL PERÚ

“La papa es una planta originaria de los Andes. Representa un alimento básico en la dieta de la población mundial y contribuye a reducir el hambre y lograr la seguridad alimentaria de vastas poblaciones en el mundo”.

“La historia de la papa comienza hace unos 8 000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3 800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7.000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago” (FAO, 2008).

Tabla 1*Rankin mundial de los países productores de papa*

Ranking	Países	Producción (t)
1	China	95 515 000 25,0 16 920
2	India	46 395 000 12,2 22 922
3	Federación de Rusia	31 501 354 8,3 14 990
4	Ucrania	23 693 350 6,2 17 645
5	Estados Unidos de América	20 056 500 5,3 47 151
6	Alemania	11 607 300 3,0 47 415
7	Bangladesh	8 950 000 2,3 19 384
8	Francia	8 085 184 2,1 47 978
9	Polonia	7 689 180 2,0 27 766
10	Países Bajos	7 100 258 1,9 45 660
11	Belarús	6 279 715 1,6 20 392
12	Reino Unido	5 911 000 1,5 41 922
13	Irán (República Islámica)	4 717 266 1,2 29 676
14	Perú	4 704 987 1,2 14 778
15	Argelia	4 673 516 1,2 29 925
16	Egipto	4 611 065 1,2 26 808
17	Canadá	4 589 200 1,2 33 030
18	Bélgica	4 380 556 1,1 54 000
19	Turquía	4 166 000 1,1 32 448
20	Brasil	3 689 836 1,0 27 941
	Otros países	73 365 875 19,2 16 241

Nota. La tabla muestra el Rankin mundial de los países productores de papa. Fuente: FAO – FAOSTAT, citado por Ministerio de agricultura y riego (2017).

“Actualmente en el Perú, es el principal cultivo del país en superficie sembrada y representa el 25% del PBI agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. El Perú es el país con mayor diversidad de papas en el mundo, al contar con 8 especies nativas domesticadas y 2,301 de las más de 4,000 variedades que existen en Latinoamérica” (Ministerio de Agricultura y Riego., 2015).

“El Perú se mantiene como el principal productor de papa en América Latina, con una producción anual de 5.3 millones de toneladas registradas en el 2019, Según informó el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) los resultados de la producción del tubérculo andino confirman al Perú como el 14 productor mundial de papa. La producción peruana de papa es el resultado anual de la intensa actividad en 330 mil

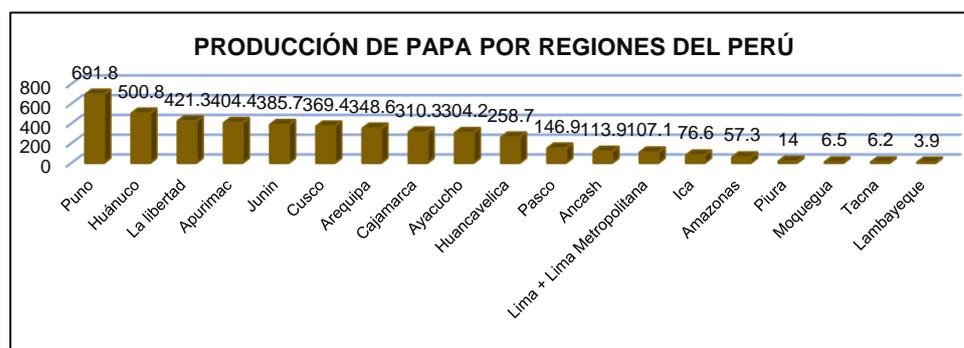
hectáreas de cultivos, distribuidas en 19 regiones, principalmente áreas alto andinas. De acuerdo al reporte del sector, las principales regiones productoras son Puno, Cajamarca, Cusco, Áncash, Huánuco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Apurímac, Ayacucho, entre otros” (Minagri., 2020), mapa véase en el anexo III).

- **Cultivo de papa en Huánuco**

Huánuco es de los principales productores de papa en nuestro país. “El rendimiento de la papa amarilla en la región es entre 15 y 20 toneladas por hectárea (ha), y la papa blanca llega a 25 toneladas por ha. Abastece al mercado nacional durante todo el año gracias a la ventaja de producir dos campañas al año. La producción de papa de Huánuco se destina sobre todo al Gran Mercado Mayorista de Lima” (Senasa., 2017).

Figura 3

Producción de papa de acuerdo a las regiones del Perú



Nota. El Grafico muestra la producción de papa en las regiones del Perú. Fuente: MINAGRI-DGESEP, citado por Ministerio de agricultura y riego (2017).

“La producción de papa, durante junio de 2018, totalizó 36 mil 126 toneladas y se incrementó en 9,8% en relación a igual mes del 2017, como resultado de mayores áreas de cultivo en dicho territorio” (Minagri., 2017).

“Las variedades de papa como la Amarilla, Canchán, Yungay, Negra Andina, Huayro, Huamantanga, Perricholi y Única se ofertan en los mercados mayoristas de San Pablo, de Puelles y El Amazónico. En esta región, las zonas productoras de papa son las

provincias de Huánuco, Huamalíes, Ambo y Pachitea, cuya producción abastece a los mercados de Lima y de la Selva del país” (Minagri., 2017).

“En el caso de la papa Canchán, ésta se distribuye a los mercados de Tingo María, Pucallpa e Iquitos; mientras que las cosechas de papa Yungay y Amarilla se dirigen a Lima. Según el calendario de siembras y cosechas del MINAGRI, entre marzo y mayo se cosecha el 43,6% de la producción total de la región” (Minagri., 2017).

- **Cultivo de papa en el distrito de Panao**

“Panao es uno de los distritos de la sierra peruana con más dinamismo en la producción de papa, las principales variedades sembradas son Tumbay, Peruanita y Yungay, cultivadas por encima de los 2 800 m.s.n.m. El rendimiento alcanzado en los lotes de papa llega a las 22 t/ha, El distrito es un importante productor de papa a nivel nacional, ubicándose entre los 10 principales distritos productores” (Velasco, J., 2008).

El distrito de Panao cuenta con Superficie cosechada de papa de 3 335 (ha), indicando que la siembra de papa en el distrito es por costumbre, siendo estas variedades parte de la alimentación diaria del productor y su familia, otros factores son el precio y el rendimiento. Siendo la variedad Yungay la más sembrada, para el comercio (Velasco, J., 2008).

“La siembra de papa para autoconsumo no es sembrada en los mismos lotes que la papa para la comercialización. Siendo que el de autoconsumo es sembrado en las partes altas y es calificada por los productores como «más sana» ya que no se emplean abonos sintéticos en su producción y el uso de pesticidas es menor, por lo general se trata de variedades de papa nativa” (Velasco, J., 2008).

- **Consumo de la papa en Panao de acuerdo a la siembra:** El 82% de la papa producida se destinó a la venta, “es decir, la producción de papa en el distrito de Panao presenta una clara orientación de mercado. Dadas sus características de tamaño y forma, 10,2% de la papa producida fue almacenada para ser empleada como semilla en la siguiente campaña; el 2,8% fue guardada para ser consumida por los productores, sus familiares y trabajadores; el 2,2% fue pérdida; el 1,8% fue destinada a la elaboración de tocosh para consumo del productor y su familia; finalmente, el 1% de la producción fue regalada” (Velasco, J., 2008).

- **Siembra de papa en el distrito de Panao**

Velasco (2008) indica lo siguiente: La papa Yungay es la variedad más sembrada para la comercialización; La fecha de siembra es de junio a setiembre y las fechas de cosecha Noviembre-Marzo, Las variedades nativas tienen un período vegetativo de 6 a 8 meses mientras que en las variedades modernas es de 4 a 6 meses; las variedades nativas suelen producir 20, 480 t/ha, las variedades modernas 26,308 t/ha. El 82% de la producción es comercializada, lo restante se distribuye en semilla para la próxima campaña, para el consumo, elaboración de tocosh entre otros.

El 100 % de los agricultores usan fertilizantes sintéticos y orgánicos, siendo los principales agroquímicos los siguientes sintéticos:

Tabla 2
Principales agroquímicos utilizados en el cultivo de papa

		Agroquímicos	
Tipo		variedad	
Fertilizantes	Fosfato diamónico		
	Cloruro de potasio		
	Nitrate de amonio		
	Compomaster 20-20-20		
Foliales/Bioestimulantes	Enziprom LS		
	Quimifol 20-20-20		
Fungicidas	Attack		
	Acrobat MZ		
	Furadan 4F		
Insecticidas	Sherpa		
	Tamaron 600 SL		

Nota. Se muestra agroquímicos utilizados en el cultivo de papa. Fuente: (Velasco, J., 2008).

Por otra parte, el 100% de los sembríos usan nitrógeno, aplicándolo 243 (kg/ha), esto siendo en 2 momentos en la siembra la segunda aplicación en 30 -60 (dds).

Uso de fósforo lo realizan en el 97,7 % de los lotes de sembrío, la cantidad promedio aplicada de fósforo 331 (kg/ha), se aplica en la siembra y de los 30-60 (dds), apreciándose dispersión por la cantidad de fosforo aplicada.

El potasio se usa en el 98% de los lotes de sembrío, aplicándose una cantidad promedio de 190 (kg/ha), por lo que la cantidad aplicada puede no ser la adecuada; apreciándose además una dispersión en por la cantidad usada.

“El 32% de los productores señaló que conoce las dosis de nitrógeno, potasio y fósforo que requiere su cultivo de papa, mientras que el 68% manifiesta que no”.

- **Malas prácticas de cultivo de papa en Panao**

Ahora (2018), en una entrevista realizada a “Alejandro Mendoza Aguilar, quien tiene 40 años de experiencia como Ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad Nacional del Centro del Perú, realizó una maestría en la Universidad Agraria La Molina y realizó estudios en Colombia e Israel”. Le realizaron las siguientes interrogantes ¿La papa en la zona, de “Panao y Chaglla, debido al uso de gran cantidad de pesticidas e insumos químicos, se ha vuelto tóxica?, por lo que responde; No. Los productos químicos, que utilizamos para el control de diferentes plagas y enfermedades en los cultivos, tienen un efecto que se llama “efecto residual”, o sea, la aplicación de químicos se hace 90 días antes de la cosecha y en ese tiempo previsto el efecto residual se espera que haya desaparecido. Lo que sí está pasando, es que se está abusando de fertilización nitrogenada, eso es grave. ¿La calidad de papa se debe a los fertilizantes?, Claro, se está abusando del uso de muchos abonos foliares” que hacen embellecer al tubérculo, sin embargo, le dan mala calidad y eso está pasando en la zona de Chaglla, ya que lamentablemente su rendimiento es muy alto, pero gracias por el uso de fertilizantes químicos, pero que la invalidan con los estándares que exigen el mercado como el de conservación.

- **Principales métodos de aplicación de algunos agroquímicos**

Según métodos de aplicación de productos agroquímicos (s.f.).

Espolvoreo: “Es un método de aplicación de productos fitosanitarios que se encuentran en polvo. Los espolvoreadores aplican una corriente de aire que arrastra el producto y lo deposita sobre la planta. Se recomienda especialmente para aplicación de fungicidas e insecticidas en condiciones secas y cálidas en las que se produciría con facilidad la evaporación de un producto líquido, o sin aportar líquido para controlar plagas ya que esto puede favorecer su desarrollo”.

“En todos los casos se utiliza la técnica de la nube, que permanece tiempo suficiente sobre la zona tratada y hace que las partículas de polvo cubran toda la vegetación”.

Ventajas:

- Técnica muy sencilla y de rápida aplicación (no requieren preparaciones de caldo).
- Seguridad de buena penetración del fitosanitario sobre zonas difíciles de los vegetales.
- Economía en zonas con escasa cantidad de agua.
- Equipos sencillos y económicos.

Inconvenientes:

- Incrementa el uso de materia activa por superficie tratada.
- Puede presentar efectos por higroscopicidad.
- Mal almacenamiento.
- Difícil de lavar.
- Mayor influencia de las condiciones climáticas, incontrolado en días de viento.
- Mayores riesgos para el personal aplicador y sobre el medio ambiente, debido a las derivas.

- Menor persistencia. Escaso tiempo de permanencia sobre la planta.

Pulverización: “Es el método de aplicación de productos fitosanitarios más extendido. Se basa en distribuir un producto fitosanitario, en forma líquida o sólida previa dilución en agua y aplicarlo en forma líquida con ayuda de cierta presión, utilizando boquillas que colocan las gotas sobre una corriente de aire generada por un ventilador”. Se pueden distinguir dos grupos:

“Pulverización con recubrimiento total de los órganos a proteger en la planta. Es la típica de los fitosanitarios de contacto que deber recubrir toda la superficie de las hojas y el resto de la planta. Pulverización mojante. Es la adecuada para fitosanitarios sistémicos, que actúan en lugares distintos de donde fueron aplicados”.

Por el modo de funcionamiento “tenemos los siguientes: de arrastre, autopropulsados, hidráulicos o de mochila. Por el tipo de producto expulsado: atomizadores, nebulizadores, vaporizadores, centrífugos, de chorro proyectado o de chorro transportado”.

“Se caracterizan por la penetración que se consigue en masas de vegetación, por lo que se utilizan preferentemente en aplicaciones sobre cultivos arbóreos”.

- **Conflictos sociales con la producción de papa en Panao**

La problemática actual del paro es recurrente año tras año, por parte de los productores del tubérculo en la provincia de Pachitea, a quien culpar posiblemente a una mala gestión municipal, o a la sobre producción de papa, y con ello a un mercado de baja demanda de su producto.

Gobierno regional Huánuco (2020) hace referencia a una solicitud de “apoyo al ejecutivo para que agricultores de papa no pierdan su producción. El gobernador regional de Huánuco, Juan

Alvarado Cornelio, solicitó personalmente al ministro de Desarrollo Agrario y Riego, Federico Tenorio y al ministro de Economía y Finanzas, Waldo Mendoza a que puedan ayudar a solucionar la problemática agraria que viven los agricultores de la región; pues las restricciones decretadas por la pandemia de la COVID-19 ocasionaron la baja del precio de la papa y la no comercialización del mismo”.

“La máxima autoridad regional durante una entrevista a radio Exitosa, explicó que la falta de mercado de papa generada por la pandemia del coronavirus ha traído consigo la caída del precio de este producto, perjudicando a las provincias netamente agrícolas de la región Huánuco”.

A la fecha, el gobierno regional ha buscado soluciones a “este problema, por lo que realizó recortes presupuestales logrando obtener 3 millones de soles para la adquisición de papa y 2 millones 700 mil soles para adquisición de insumos agropecuarios” (Gobierno regional Huánuco., 2020).

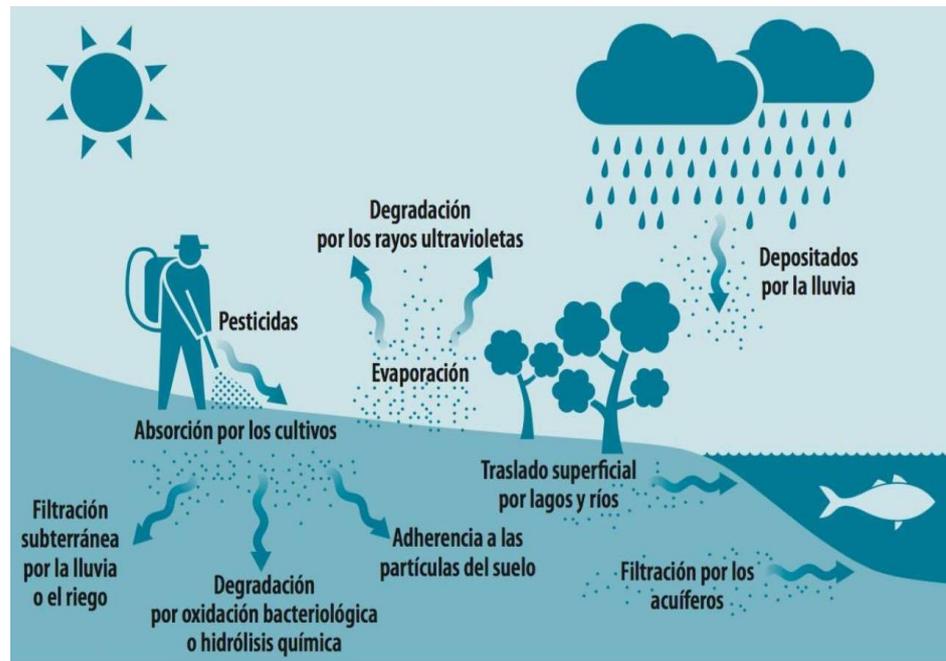
- **Contaminación ambiental por el uso de agroquímicos en el cultivo de papa**

“Los mayores problemas ambientales en los agroecosistemas del cultivo de papa se deben al aumento del uso de plaguicidas. El mayor uso de estos productos sintéticos genera resistencia, resurgimiento y aparición de nuevas plagas bajo esta premisa los impactos ambientales son enormes. A mayor uso de agroquímicos mayor impacto negativo se genera al ambiente”.

Por lo que se muestra en la figura 4 el ciclo de los plaguicidas en el medio ambiente.

Figura 4

Ciclo del plaguicida en el medio ambiente



Nota. Se muestra el ciclo del plaguicida. Fuente: Tobón, Y (2018).

La permanencia del plaguicida en el suelo genera su contaminación además de que al momento de la aplicación se genera la dispersión a lugares vecinas por acción del viento generando afectación y su introducción a los cursos de agua cercanos, amenazando así la salud de las personas de animales domésticos y silvestres, siendo los más perjudicados los insectos polinizadores y otros organismos benéficos del ecosistema (Olivera y Rodríguez., 2008) citado por Colcha, E. (2009).

Los agricultores de papa utilizan una amplia variedad de plaguicidas y fertilizantes isnteticos, las cuales se aplican para maximizar la producción por encima del promedio habitual. Por un lado, muchos plaguicidas son altamente toxicos y sus productos de transformación suelen lixiviarse y a contaminar los componentes ambientales, siendo los más afectados los cursos de aguas superficiales y subterránea. Además de que estos productos se aplican con mochilas fumigadoras de forma manual lo que condiciona la exposición al que realiza la actividad (Colcha, E. 2009).

Figura 5
Fumigación de la papa



Nota. Se observa la actividad de fumigación. Fuente: Mora, C (2018).

En la figura 5, se evidencia la forma de fumigación manual en los cultivos de papa, por lo que las personas que realizan esta actividad están expuestas a las intoxicaciones por los agroquímicos utilizadas.

Problemas en la salud por el uso de agroquímicos en el cultivo de papa

Los plaguicidas son los más perjudiciales para el ambiente y la salud de las personas. Por lo que con el incremento de su uso tienden a incrementarse los accidentes y enfermedades asociados a su aplicación. Según los datos de la OMS al año se intoxican 2 millones de personas por exposición indirecta y directa (Olivera y Rodríguez., 2008) citado por Colcha, E. (2009).

Los efectos nocivos que se producen se presentan de acuerdo tipo de pesticida, la cantidad, la vía y el tiempo de exposición. Los efectos agudos van desde (diarrea, vómitos, convulsiones, abortos, cefalea, coma, muerte) están asociados a los accidentes con altas concentraciones que los efectos tienden a manifestarse tempranamente. Por otra parte, los efectos crónicos

(Canceres, necrosis de hígado, leucemia, malformaciones congénitas, dolores corporales) se deben a las exposiciones permanentes y recurrentes donde los síntomas y aparecen a largo plazo de las exposiciones con el pesticida, lo cual lo hace difícil la detección (Olivera y Rodríguez., 2008) citado por (Colcha, E., 2009).

Muchos autores (Colcha, E., 2009; Tantalean, E. 2017; Cárdenas, A., 2012; entre otros) refieren que el uso de pesticidas acidifica el suelo, y los metales pesados tienden a acumularse en suelos ácidos, por otra parte, al ser un suelo ácido las plantas tienden a absorber los metales pesados presentes en el suelo.

2.2.3. METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS

La acumulación de los metales pesados en el suelo destinado para la actividad agrícola, es un riesgo para la salud de las personas, siendo también un riesgo para la existencia de los organismos presentes en el suelo, los efectos varían de acuerdo a concentración de estos. Los metales presentes en el suelo suelen ser absorbidos por las plantas (Tantalean, 2017).

- Infertilidad del suelo.
- Acidificación del suelo.
- Disminución de los macro y micronutrientes.
- Pérdida de los microorganismos benéficos del suelo.

● Origen de la contaminación del suelo por metales pesados

Origen natural: “Los metales pesados al meteorizarse, se concentran en los suelos y estas concentraciones naturales pueden llegar a ser tóxicas, debido a que pueden ocasionar acumulación de algún metal en plantas y ocasionar efectos tóxicos para los animales que la consumen” Cárdenas, A. (2012).

Origen antropogénico: “Se produce por las actividades Humanas, como la minería, la producción energética, por las

industrias, la producción y uso de plaguicidas, el tratamiento y depósito/vertido de residuos, parque automotor, etc.” (Cárdenas, A., 2012).

2.2.4. CADMIO (CD)

Cárdenas, A. (2012) indica que es un elemento divalente, con un “peso atómico de 48, fácilmente soluble en ácidos minerales, con los que forma las sales correspondientes y es insoluble en agua., Por lo que es un metal pesado tóxico, la absorción de cadmio, por parte del cultivo depende críticamente de la acidez del suelo: Su mayor absorción se encuentra fuertemente relacionada con la acidez”.

Castaño, A. (2010) citado por Cárdenas, A. (2012) el Cd es “un agente tóxico que se asocia a la contaminación ambiental, ya que reúne cuatro características de un tóxico”:

- Viaja grandes distancias con el viento y en los cursos de agua.
- Persistencia en el medio ambiente.
- Bioacumulación.
- Efectos adversos para el hombre y el medio ambiente.

• Efectos ambientales del Cadmio

“Los suelos ácidos incrementan la absorción de cadmio por las plantas, volviéndoles tóxicas. Las lombrices y otros animales importantes para el suelo, son muy sensibles al envenenamiento por Cadmio; Pueden morir a muy bajas concentraciones. Cuando las concentraciones de Cd en el suelo son elevadas influye en la existencia de los microorganismos del suelo, logrando así amenazar a todo el ecosistema del suelo” (Lenntech, B., 2019).

• Efectos del Cadmio en la salud

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de enfermedades (ATSDR., 2014) “Al ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos genera irritación grave al estómago, a consecuencia de esto genera vómitos, diarrea y en ciertas ocasiones crónicas la muerte. Por otro lado, la ingestión de niveles o

concentraciones bajas de cadmio, durante período prolongado de tiempo, generalmente produce acumulación de (Cd) en los riñones, y si se alcanza niveles altos por acumulación, se producirá daño al riñón”

2.2.5. PLOMO (PB)

“Es un metal pesado que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre. El plomo siendo un metal pesado toxico para la salud y el ambiente, por lo que es conocido como una amenaza significativa para la salud de las personas, siendo los niños los más vulnerables” (ASTDR., 2007).

- **Efectos en el ambiente del Pb**

El plomo contamina al agua, suelo y los cultivos. Cuando se presentan en cantidades considerables las plantas sufren alteraciones, perjudicando su crecimiento, el suelo se presenta degradado afectando su “productividad si la contaminación es excesiva, puede llegar a producir desertificación. A nivel de los ríos y lagos, también afecta principalmente la fauna. El problema de la contaminación del medio ambiente por metales pesados es que su efecto es silencioso, no se ve, y cuando nos damos cuenta del daño que producen, ya es tarde y sobre todo que son peligrosos para la salud” (ASTDR., 2007).

“Respecto a los animales, la contaminación por plomo puede causar graves efectos en su salud e incluso provocar la muerte. Organismos como crustáceos y otros invertebrados son muy sensibles al plomo, El plomo se introduce en la cadena alimenticia” (ASTDR., 2007).

- **Efectos del Pb en la salud**

ASTDR (2007) indica que el plomo puede crear problemas de salud como:

- Complicaciones durante el embarazo.
- Problemas reproductivos en hombres y mujeres.
- Alta presión sanguínea.

- Desórdenes nerviosos.
- Problemas de memoria y concentración
- Dolores musculares y articulares.
- Crecimiento retardado.
- Dolores de cabeza.
- Daño al cerebro y al sistema nervioso.
- Anemia.

- **ECA de suelo para metales pesados**

El ECA (estándar de calidad ambiental) “establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente” (MINAM., 2017).

Tabla 3

Estándares de calidad ambiental para suelo, parámetro Cadmio y Plomo

N°	PARÁMETROS	USO DE SUELO SUELO AGRÍCOLA
II	INORGANICOS	
1	Cadmio total (mg/kg PS) (2)	1,4
2	Plomo total (total (mg/kg PS) (2)	70

Nota. ECA Cd y Pb en el suelo. de los estándares de calidad ambiental para suelo, DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM. PS: Peso seco.

- **LMP para metales pesados en la papa**

“Es la Medida de concentración de elementos, sustancias, que caracterizan a un efluente o emisión, que al ser excedida causa daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el ministerio del ambiente y los organismos que conforman el sistema de gestión ambiental” (MINAM., 2013).

Tabla 4
LMP para Cadmio y Plomo en la papa

Nombre del producto básico/producto	Nivel máximo (NM) mg/kg	Parte del producto básico/producto a que se aplica el nivel máximo (NM)
Tubérculos	0,1 (Cd) 0,1 (Pb)	Patatas (papas): patatas peladas.

Nota. LMP para Cd y Pb en la papa. Fuente: Codex Alimentarius, CODEX STAN 193-1995. Modificado en 2015.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Suelo agrícola:** “Suelo dedicado a la producción de cultivos. Es también aquel suelo con aptitud para el desarrollo de la ganadería, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas” (MINAM, 2017).
- **Suelo contaminado:** “Suelo donde sus características químicas han sido alteradas de forma negativa por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositados por actividad antropogénico, en concentraciones tales que represente un riesgo a la salud humana o el ambiente” (Ministerio del Ambiente., 2013).
- **Muestra simple:** “Son muestras colectadas en un tiempo y en un lugar particular, representa las condiciones puntuales de una muestra de la población en el tiempo que fue colectado” (MINAM., 2013).
- **Punto de muestreo:** “Lugar (punto o área determinada) del suelo donde se toman las muestras, sean éstas superficiales o de profundidad” (Ministerio del Ambiente., 2013).
- **La textura del suelo:** “Se refiere a la cantidad y tamaño de las sustancias inorgánicas que posee: arena, limo y arcilla”.
- **Yungay:** “Variedad moderna, planta alta con floración abundante, de flor rojo morada. Los tubérculos son ovals chatos, piel amarillenta con pigmentos rojizos en los ojos que son superficiales, pulpa amarillenta y brotes rojizos. Se le conoce como “papa chola” por ser

tolerante a condiciones adversas de suelo, clima y patógenos” (Luna, R., Rodríguez, V., 2016).

- **mg/kg o ppm (partes por millón):** “Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto, cual determina un rango de tolerancia” (Wikipedia, la enciclopedia libre, 2020).
- **Cultivo o Agricultura convencional:** “es un sistema productivo de carácter artificial, basado en el consumo de determinados insumos considerados externos, como es el caso de herbicidas y pesticidas, abonos químicos que sean sintéticos, etc”.
- **Parámetro:** “Cualquier elemento o sustancia química del suelo, que define su calidad” (D.S. MINAM., 2013).
- **Parámetros fisicoquímicos del suelo:** “Son los elementos y sustancias químicas que presenta el suelo, que puede definir su calidad o su grado de contaminación y que a la vez puede distinguir su tipo. estos tienden a ser evaluados siendo lo de mayor importancia (pH, textura, macronutrientes, Humedad, metales pesados, etc.)”.
- **Parámetros fisicoquímicos de la papa:** “Son las características que presenta el tubérculo y que son evaluadas como él (tamaño, peso, humedad, proporción de nutrientes, metales pesados, etc.) y que puedan definir su calidad y con lo que pueda ser evaluado”.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha: La concentración de Cadmio y Plomo es manifiesto en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa, (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.

Ho: La concentración de Cadmio y Plomo no es manifiesto en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa,

(*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Ha1: La concentración de Cadmio y Plomo en el suelo de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el ECA de Cadmio y Plomo total en suelo agrícola.

Ho1: La concentración de Cadmio y Plomo en el suelo de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, no sobrepasan el ECA de Cadmio y Plomo total en suelo agrícola.

Ha2: La concentración de Cadmio y Plomo en los tubérculos de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el LMP de Cadmio y Plomo total en la papa.

Ho2: La concentración de Cadmio y Plomo en los tubérculos de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, no sobrepasan el LMP de Cadmio y Plomo total en la papa.

Ha3: Se manifiesta concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia Pachitea.

Ho3: No se manifiesta concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia Pachitea.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Cultivo convencional y orgánico de papa.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Concentración de Cadmio y Plomo en suelo y tubérculos.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: “Evaluación de la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el Distrito de Panao, Provincia de Pachitea – Huánuco 2022”.

Tesista: Bach. Fabián Céspedes, Ying Yeserton

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTOS
V. independiente: Cultivo convencional y orgánico papa.	Cultivo convencional: Es la agricultura que se desarrolla con el uso de agroquímicos Cultivo orgánico: Es el desarrollo de una agricultura libre de agroquímicos, donde hacen uso de abonos orgánicos (Humus, Compost, etc.).	Se recolectaron muestras de suelo, y de fruto de un cultivo de papa, de dos parcelas uno será de cultivo convencional y el otro orgánico, las muestras recolectadas se llevaron a laboratorio de la UNAS para su respectivo análisis, para luego determinarse la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo de papa, del distrito de Panao, provincia Pachitea, Huánuco 2022.	Parámetro físico	Numero de parcelas	Unidades	Ficha de campo
				Textura	%	Resultados de laboratorio
V. dependiente: Concentración de Cadmio y Plomo en suelo y tubérculos.	Concentración de Cadmio y Plomo en suelo y tubérculos: Es la acumulación de metales pesados en el suelo y tubérculos, de un cultivo, convencional donde se utilizan agroquímicos en exceso y estos por sus características y propiedades químicas tienden a concentrarse en el ambiente, generando contaminación siendo absorbidas así por los seres vivos.		Parámetros Físico Químico (Suelo)	Humedad	%	Balanza
				Peso	Kg	
				pH	1:1	
				Cd	Mg/kg - ppm	Resultados de laboratorio
				Pb	Mg/kg - ppm	
				Peso	Kg	Balanza
Parámetros Físico Químico (Papa)	Tamaño	cm	Cinta métrica			
	Cd	Mg/kg - ppm				
	Pb	Mg/kg - ppm	Resultados de laboratorio			

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (Supo., 2014) el presente proyecto de investigación es de tipo:

- Observacional: La investigación no trata de modificar las variables, por lo que se observa sin intervención.
- Prospectivo: Se usan datos primarios; el investigador recolecto y recolectara los datos.
- Transversal: Se realizó una sola medición (muestreo), mas no observar su evolución o cambio con el paso del tiempo.
- Analítico: Porque el estudio cuenta con dos variables.

“La secuencia metodológica es la siguiente: Determinación del plan de muestreo, toma de muestras, preparación de las muestras, análisis de laboratorio e interpretación de los resultados”.

3.1.1. ENFOQUE

“El presente proyecto de investigación tiene un enfoque mixto ya que consiste en la integración sistemática de los métodos cuantitativos y cualitativos, (Hernández., et al., 2014) ya que en el estudio se recolectaron datos para validar las hipótesis planteadas con base al análisis estadístico, de acuerdo a los objetivos planteados”.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de investigación es descriptivo porque 2 implica observar y describir las características que presenta las variables, sin influir sobre el de ninguna manera (Hernández et al., 2014) es decir únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables de estudio (en un lugar y tiempo determinado), para luego describir la realidad de ello. Descriptivo ya que estudio pretende describir la realidad de la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de cultivos de papa convencional y orgánica, de parcelas del distrito de Panao”.

3.1.3. DISEÑO

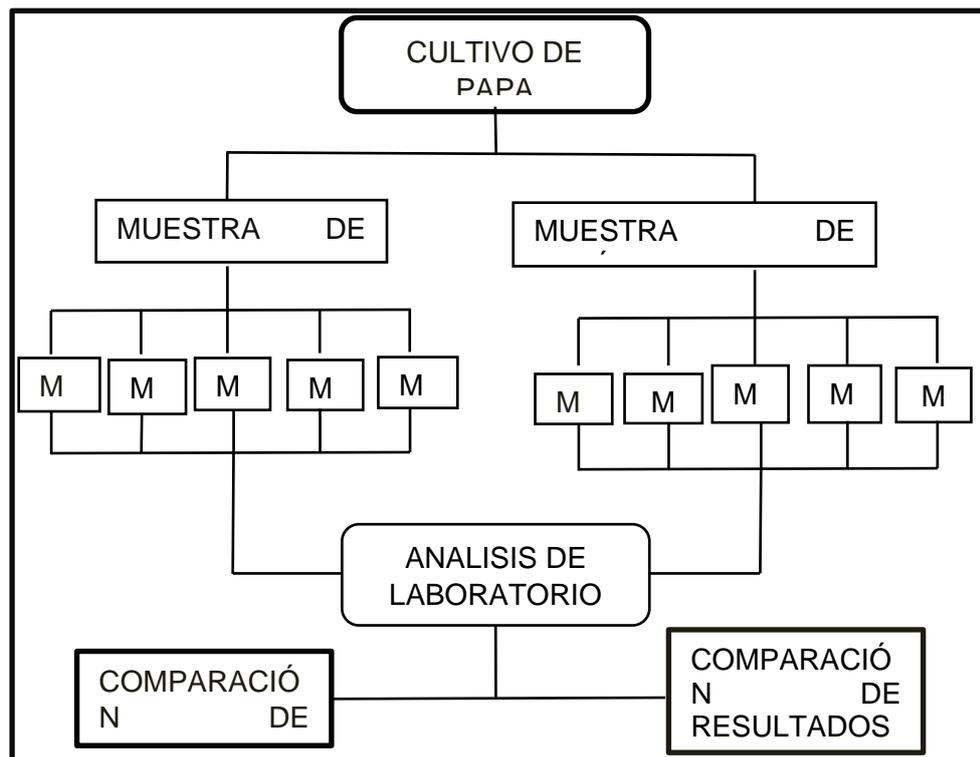
El diseño de la investigación es transversal – Descriptivo; transversal “porque es de tipo observacional ya que se analizaron los datos que se recopilaran en un lugar y tiempo determinado, por lo tanto, se realizara una medición; concerniente a nuestras variables de estudio”.

“Y descriptivo porque implica observar y describir las características que presenta una variable, sujeto sin influir sobre el de ninguna manera (Hernández et al., 2014); Debido a que se pretende describir la realidad de la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de cultivos de papa de forma convencional y orgánico”.

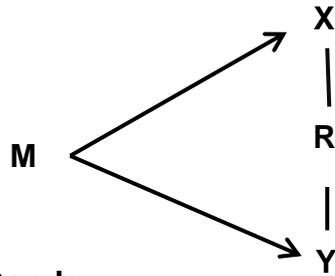
La investigación presentara el siguiente Esquema:

Figura 6

Diseño transversal, para la toma de muestras de suelo y tubérculos, de papa



Nota. La figura muestra el diseño de la investigación.



Donde:

- **M:** Muestra de estudio.
- **X:** Variable dependiente: Concentración de Cadmio y Plomo en suelo y tubérculos.
- **Y:** Variable independiente: Cultivo convencional y orgánico papa.
- **R:** Asociación entre las variables.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población fue la correspondiente al perímetro total de la parcela de cultivo de papa, lo que constituye la superficie total del área a muestrear, con un aproximado de ½ Ha (hectárea) por parcela, siendo 1 de cultivo convencional y el otro de cultivo orgánico. Las parcelas de cultivo se ubican en el distrito de Panao, provincia de Pachitea, departamento Huánuco.

Tabla 5

Coordenadas UTM, del distrito de Panao

COORDENADAS GEOGRÁFICA	
Norte:	8905635.3
Este:	391157.3

Nota. Se muestra las coordenadas del distrito donde se llevaron a cabo la investigación. Fuente: Elaboración propia, a partir de GOOGLE EARTH PRO.

3.2.2. MUESTRA

Las muestras serán las que se recolectarán en campo los que consiste en 3 muestras de suelo por parcela, haciendo un total de 6 muestras de suelo, todos pertenecientes al perímetro de estudio, ubicado en el distrito de Panao, provincia Pachitea.

“La muestra fue del tipo no probabilístico, ya que la elección de esta se realizó de acuerdo a las características y necesidades de la investigación. Para elegir la muestra, no se utilizaron fórmulas de probabilidad, sino que se basa estrictamente en la decisión del investigador2 (Bernardo, J., 2019).

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Fichaje y análisis de contenido:** Se revisó antecedentes por lo que se hizo investigación previa, para la recopilación de datos preliminares que ayudaron en la elaboración del proyecto.

3.3.2. PARA EL MONITOREO

La planificación del monitoreo para determinar el cadmio y plomo en el suelo de cultivo de papa en Panao; Incluye los diferentes procedimientos:

- **Ubicación de la zona de estudio:** “La ubicación se realizó previa entrevista y visita a campo, en busca de disponibilidad del agricultor, para la recolección de muestras de suelo en su área de cultivo”.
- **Puntos de muestreo:** “Se realizaron de acuerdo a las características y necesidades de la investigación, las cuales se designaron con una visita previa de la zona de estudio”.
- **Materiales y equipos:** “Para la toma de muestras, serán necesarios los siguientes materiales, equipos entre otros”.

Tabla 6*Materiales y equipos para la toma de muestra de suelo.*

MATERIALES Y EQUIPOS	
Equipos y materiales	GPS, cámara fotográfica, bolsas Ziploc con cierre, bolsa de feria y otros.
Indumentaria de protección	Guantes descartables, botas de jebe, mascarilla y otros.
Otros	Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, cinta métrica, pala, balanza manual y formatos (fichas de registro de campo, cadena de custodia y etiquetas).

Nota. Elaboración propia.

- **Procedimiento de toma de muestras:** “Para el análisis de la toma de muestras se realizaron de acuerdo a las necesidades u objetivo de estos. Por lo que los frutos se tomaran de la planta más cercana de donde se extrae la muestra de suelo”.

Para la toma de muestra del suelo: Se realizaron hoyos de acuerdo al D.S. N° 002-2013-MINAM (2013).

Tabla 7*Profundidad del muestreo según el uso del suelo*

USOS DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO
Suelo Agrícola	0 – 30 cm

Nota. Elaboración propia, a partir del D.S. N° 012-2017 MINAM.

- **Rotulado y Etiquetado:** Para el rotulado y etiquetado de las muestras, se empleó etiquetas autoadhesivas, donde se detalla lo siguiente:
 - Nombre del Solicitante.
 - Código del punto de muestreo.
 - Descripción de la ubicación del punto de muestreo.
 - N° de punto de muestreo.
 - N° de Muestra.
 - Fecha y hora del muestreo.
 - Fecha y hora de llegada al Laboratorio.

- Nombre del responsable de la toma de muestras.
- **Almacenamiento y transporte de muestras:** Se consideró lo siguiente:
 - La muestra de suelo y de la papa estarán sellada en una bolsa de ziploc, la cual será debidamente rotulada, se aisló de la luz solar dentro de una bolsa de feria; para ser transportado al laboratorio para los análisis correspondientes.
 - El pasó final de las tomas de muestras de suelo y de frutos en cual constituye los mismos procedimientos, estos incluyen el análisis en laboratorio y el procesamiento de datos.

3.3.3. INSTRUMENTOS

Los instrumentos necesarios para la recolección y el procesamiento de datos, son los siguientes:

- Registro de campo.
- Etiquetas para muestreo.
- Ficha de identificación de punto de monitoreo.
- Ficha de muestreo de suelo.
- ECA de suelos y LMP de metales pesados presentes en la papa.
- Programa estadístico Excel, SPSS y/o InfoStat.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos cuantitativos que se obtuvieron de análisis de laboratorio, serán procesados estadísticamente, mediante el programa Excel y SPSS 25.

“Para la contrastación de hipótesis, será presentado cualitativamente en forma descriptiva”.

3.4.2. TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS

“Los datos del siguiente trabajo de investigación serán procesados y presentados de las siguientes maneras”:

“Los datos cualitativos, se presentan en forma sintetizada de manera descriptiva, como las interpretaciones de los cuadros estadísticos que se presenta”.

“Los datos cuantitativos se presentaron en tablas y en forma gráfica utilizando el histograma de barras, debidamente procesadas para facilitar el análisis, estas serán procesadas con el programa Excel e SPSS”.

3.4.3. INTERPRETACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

“Los datos a obtener en el campo estarán registrados en forma clara, con lo cual se elaboraron los cuadros estadísticos, promedios generales y gráficos ilustrativos en formato Excel”.

3.5. ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO

La investigación se llevó a cabo en distrito de Panao, provincia Pachitea, departamento Huánuco; de marzo a junio del 2022.

Tabla 8

Ubicación política del lugar donde se realizó la investigación

Ubicación política		Coordenadas UTM – WGS- 84	
Región	Huánuco	Este	391157.3
Provincia	Pachitea	Norte	8905635.3
Distrito	Panao	Altitud	2 560 m
Lugar	Panao		

Nota. Elaboración propia, a partir de GOOGLE EARTH PRO.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 9

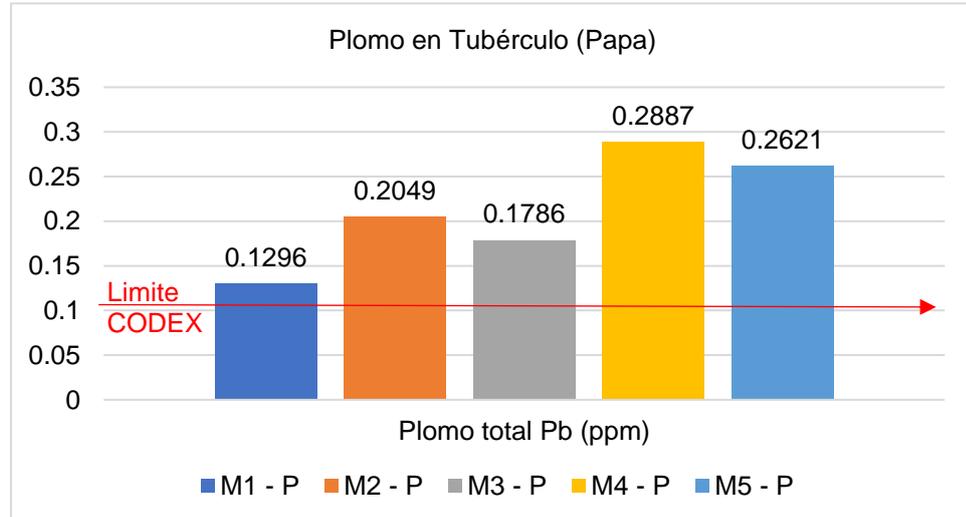
Resultados para el muestreo del tubérculo (papa)

MUESTRA DE TUBÉRCULO (PAPA)			
Código	Humedad Hd (%)	Cadmio total Cd (ppm)	Plomo total Pb (ppm)
M1 - P	75.87	0.0816	0.1296
M2 - P	77.95	0.0571	0.2049
M3 - P	74.58	0.0821	0.1786
M4 - P	78.92	0.1042	0.2887
M5 - P	79.16	0.114	0.2621

Nota. Los análisis de los datos fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelo UNAS. (M1 – P; M2 – P; M3 – P; M4 – P & M5 – P son los códigos y números de las muestras de papa). Donde M5-P es el máximo de Cd, M4-P; el máximo en Pb, M2-P mínimo de Cd y M1-P mínimo de Pb.

Figura 7

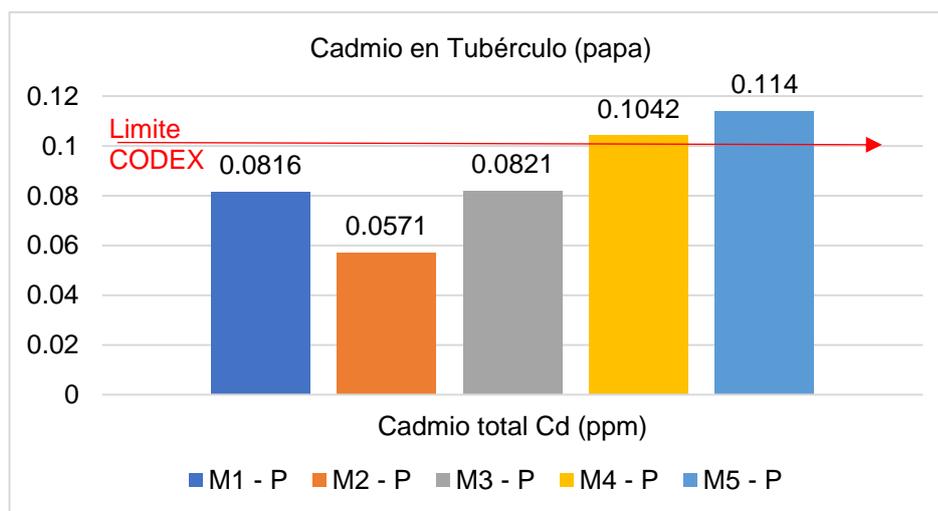
Plomo por muestra en el tubérculo (papa)



Nota. (M1 – P; M2 – P; M3 – P; M4 – P & M5 – P son los códigos y números de las muestras de papa). Los datos de todas las muestras analizadas exceden el límite CODEX que indica un máximo de 0.1 ppm de Pb en los tubérculos.

Figura 8

Cadmio por muestra en el tubérculo (papa)



Nota. (M1 – P; M2 – P; M3 – P; M4 – P & M5 – P son los códigos y números de las muestras de papa). donde P; M4 – P & M5 – P exceden el límite CODEX que indica un máximo de 0.1 ppm de Cd en los tubérculos.

Tabla 10

Procesamiento de datos obtenidos de los análisis al tubérculo (papa)

Medición	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
Humedad	77,2960	0,89302	74,8166	79,7754
Cadmio total (ppm)	0,087800	0,0099217	0,060253	0,115347
Plomo total (ppm)	0,212780	0,0285881	0,133407	0,292153

Nota. Los datos fueron procesados en el software estadístico SPSS 25, a partir de los análisis de los datos fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelo UNAS. Donde el promedio (media) de las muestras del tubérculo (papa) en cadmio, están por debajo de límite CODEX, pero con el promedio de Plomo exceden hasta el doble del límite. Para la presencia de cadmio en ppm según el CODEX ALIMENTARIUS (CA) se establece un máximo de 0.10 ppm, lo cual en este caso se mantiene por debajo con 0.087800 ppm, para el caso del plomo en ppm se establece un máximo de 0.10 ppm, lo cual llega hasta más del doble con 0.212780 ppm.

Tabla 11*Resultados para el muestreo del suelo (físico/químicos)*

Cód.	Físicos				Químicos				
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	pH (1:1)	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
M1	63	13	24	Franco arenoso	5.91	2.56	0.13	21.51	232.9
M2	61	11	28	Franco arenoso	6.02	1.56	0.08	24.5	204.41
M3	51	17	32	Franco	5.87	2.31	0.12	22.52	205.41
M4	51	15	34	Franco	5.91	2.56	0.13	22.48	242.89
M5	43	15	42	Franco	5.7	2.26	0.11	18.41	222.4

Nota. Los análisis de los datos fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelo UNAS. (M1; M2; M3; M4; M5 son los códigos y números de las muestras del suelo), en la que se presenta un suelo aceptable para la agricultura, con ligeramente acidez en todas las muestras, materia orgánica (M.O) media.

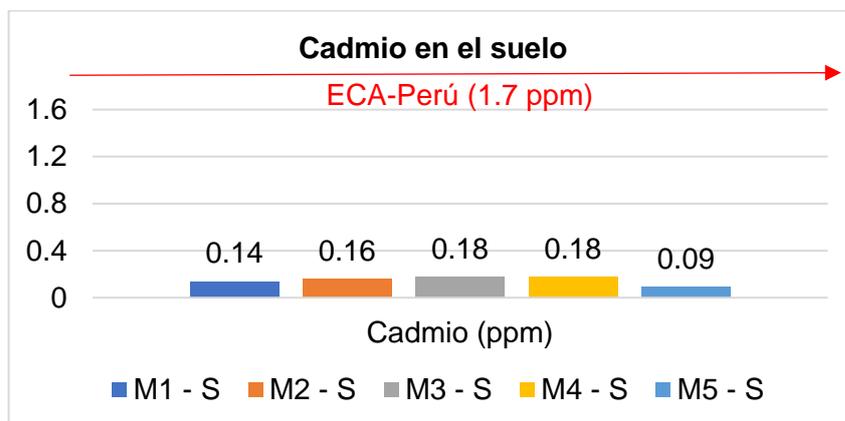
Tabla 12*Resultados para el muestreo del suelo (metales pesados)*

Código	Metales pesados	
	Cadmio (ppm)	Plomo (ppm)
M1 - S	0.14	15.88
M2 - S	0.16	27.88
M3 - S	0.18	21.75
M4 - S	0.18	24.25
M5 - S	0.09	23.00

Nota. Los análisis de los datos fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelo UNAS. Las muestras presentan presencia de metales pesados (Cadmio y Plomo) muy debajo de los estándares de calidad (ECA-suelo) con que establece un máximo de 1.4 ppm para Cadmio y un máximo de 70 ppm para Plomo.

Figura 9

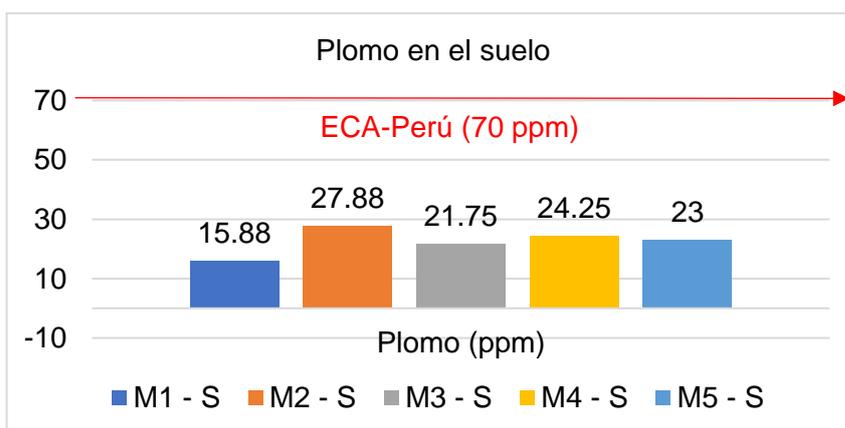
Cadmio para muestras del suelo agrícola



Nota. El Estándar de Calidad para Suelo (ECA) indica un máximo de 1.7 ppm de Cd en suelos agrícolas. (M1; M2; M3; M4; M5 son los códigos y números de las muestras del suelo). Para la presencia de cadmio en ppm de suelo según el ECA-suelo se establece un máximo de 1.4 ppm, lo cual en este caso con el promedio de 0.15 mantiene por debajo.

Figura 10

Plomo para muestras del suelo agrícola



Nota. El Estándar de Calidad para Suelo (ECA) indica un máximo de 70 ppm de Pb en suelos agrícolas. (M1; M2; M3; M4; M5 son los códigos y números de las muestras del suelo). Para la presencia de plomo en ppm de suelo según el ECA-suelo se establece un máximo de 70 ppm, lo cual en este caso con el promedio de 22.5520 mantiene por debajo.

Tabla 13*Procesamiento de datos obtenido de los análisis de la caracterización del suelo*

Medición	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
pH (1:1)	5,8820	0,05190	5,7379	6,0261
M.O. (%)	2,2500	0,18330	1,7411	2,7589
N (%)	0,1140	0,00927	0,0883	0,1397
P (ppm)	21,8840	0,99528	19,1207	24,6473
K (ppm)	221,6020	7,54721	200,6476	242,5564

Nota. Los datos fueron procesados en el software estadístico SPSS 25, a partir de los análisis de los datos fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelo UNAS. Presentando un pH moderadamente ácido con 5.88, materia orgánica (M.O) 2.25 % media, nitrógeno (N) 0.114 % medio, fósforo (P) 21.88 % alto, y potasio (K) 221.6 medio.

Tabla 14*Procesamiento de datos obtenido de los análisis de los metales pesados (cadmio y plomo) en el suelo*

Medición	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
Cadmio (ppm)	0,1500	0,01673	0,1035	0,1965
Plomo (ppm)	22,5520	1,95743	17,1173	27,9867

Nota. Los datos fueron procesados en el software estadístico SPSS 25, a partir de los análisis de los datos fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelo UNAS. Para la presencia de cadmio en ppm de suelo según el ECA-suelo se establece un máximo de 1.4 ppm, lo cual en este caso con el promedio de 0.15 mantiene por debajo. Para la presencia de plomo en ppm de suelo según el ECA-suelo se establece un máximo de 70 ppm, lo cual en este caso con el promedio de 22.5520 mantiene por debajo.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la investigación se plantea la siguiente hipótesis:

Ha: La concentración de Cadmio y Plomo es manifiesto en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa, (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.

Ho: La concentración de Cadmio y Plomo no es manifiesto en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa, (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.

Considerando las partes por millón (ppm) tanto en plomo y cadmio para el suelo y el tubérculo (papa) se considera en aceptar la Hipótesis alterna (Ha), puesto que en ambos casos se manifiesta la presencia de estos metales pesados. Como se muestra a continuación:

Tabla 15

Comparación de niveles de metales pesados en el tubérculo (papa)

Metal pesado en papa	Nivel máximo (NM) (CODEX)	Análisis de la investigación
Cadmio (ppm)	0.10	0,087800
Plomo (ppm)	0.10	0,212780

Nota. Los datos a ser comparados son tomados de lo establecido en la Norma General Para Los Contaminantes Y Las Toxinas Presentes En Los Alimentos Y Piensos (CODEX ALIMENTARIUS (CA)) norma internacional de los alimentos.

La comparación se realizó con el promedio de las muestras analizadas (5) tanto para plomo y cadmio, el caso del cadmio mantiene un promedio debajo del límite (CODEX) sin embargo se aproxima, lo que sucede con el plomo es que duplica el contenido de partes por millón, lo que se considera toxico para el consumo.

Tabla 16*Comparación de niveles de metales pesados en el suelo*

Metal pesado en el suelo	ECA. Peruana (Suelo agrícola)	Análisis de la investigación
Cadmio (ppm)	1.4	0,1500
Plomo (ppm)	70	22,5520

Nota. Los datos a ser comparados son tomados de lo establecido en el “Estándar de Calidad Ambiental para Suelo (ECA) Directrices de calidad del suelo para la protección del medio ambiente y la salud humana CEQG 2006 (Suelo agrícola).

La comparación se realizó con el promedio de las muestras analizadas (5) del suelo, tanto para plomo y cadmio, en ambos casos de estos metales se mantienen por debajo del ECA para suelo agrícola, puede entenderse que la reducción de estos metales es por la capacidad de Fito extraer de la planta del tubérculo (papa).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **Considerando el objetivo general;** Evaluar la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea. Tanto el suelo y el tubérculo (papa) después de los análisis demuestra presencia de cadmio y plomo, solo en el caso de plomo de la papa sobrepasa el límite CODEX, en los demás casos se mantienen dentro de lo establecido.

Estos sucesos repetidos con lo que mencionan Maldonado (2019) en su investigación en la que Determinó metales pesados y pérdidas pos cosecha en papa en la que encontró la presencia de Cadmio y Plomo en papa pero estas concentraciones no sobrepasan los valores, Delince et al. (2015) en su investigación del riesgo agroambiental por metales pesados en suelos con *Solanum tuberosum L.* lo cual menciona la detección que poseen altos niveles de metales pesados en sus órganos sin síntomas visibles de fitotoxicidad, así como en los suelos después de la cosecha. Y Moreno et al. (2016) en su investigación en la que cuantificó volta métrica de plomo y cadmio en papa fresca, menciona que verificó la presencia de plomo y de cadmio en el tubérculo fresco con cáscara.

- **Considerando el objetivo específico 1;** Determinar si la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el ECA de Cadmio y Plomo total en suelo agrícola. De los resultados se menciona que el Cadmio con una concentración media de 0,1500 ppm no sobrepasa el ECA suelo y para el caso del plomo con una concentración de 22,5520ppm tampoco sobrepasa el ECA suelo. Esto con un pH medio de 5,8820 muy ácido y materia orgánica media de 2,2500%. Pero se coincide con lo que menciona Rodríguez (2018) en su investigación en la que evaluó contenido de minerales tóxicos en 3 variedades de papa puesto que obtuvo en Pb 2.458ppm y en Cd 0.00010883ppm

- **Considerando el objetivo específico 2;** Determinar si la concentración de Cadmio y Plomo en los tubérculos de un cultivo convencional de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el LMP de Cadmio y Plomo total en la papa. De los resultados obtenidos a partir de los análisis del laboratorio se determina que en lo que respecta al cadmio se obtuvo 0,087800 ppm, estando a decimas del límite CODEX que es un 0.1 ppm, a diferencia del Plomo con 0,212780 ppm, lo cual supera hasta el doble del límite CODEX establecido con 0.1 ppm lo cual es un indicador de toxicidad, estas cantidades preocupantes puesto que los análisis mencionados por Luna & Rodríguez (2016) en la investigación que realizaron determinando concentraciones de Cd y Pb en papa puesto que para plomo no encontraron presencia en ninguna, sin embargo para cadmio el mayor resultado fue de 0.3095ppm.
- **Considerando el objetivo específico 3;** Determinar si existe concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), del distrito de Panao, provincia Pachitea. Los análisis de laboratorio demuestran concentraciones significativas de Cadmio y Plomo en el suelo sin embargo al ser comparados con los ECA suelo, cumplen con estar por debajo de los parámetros. El tubérculo (papa) está al límite de exceder los límites CODEX para cadmio, y superando por mucho con lo que respecta al plomo.

CONCLUSIONES

Se concluye que:

- Del objetivo general se concluye; las concentraciones de Cadmio y plomo son evidentes, tanto en el suelo, aunque no sobrepasan el ECA suelo de la normativa peruana, sin embargo, el Cadmio y Plomo en el tubérculo son más significativas puesto que el plomo excede el límite CODEX y el cadmio si mantiene por debajo por una décima.
- Del objetivo específico 1; tanto el Cadmio y el Plomo presentan concentraciones 0,1500 ppm y 22,5520ppm respectivamente, sin embargo, están dentro de lo permitido para ECA de suelo agrícola.
- Del objetivo específico 2; las concentraciones de Cadmio y Plomo son más significativas en la papa puesto que el cadmio presenta 0,087800 ppm y el plomo 0,212780 lo cual se considera tóxico por sobrepasar los límites CODEX con 0.1 ppm en ambos metales pesados.
- Del objetivo específico 3; Existen concentraciones en el suelo y la papa estos sucesos pueden estar sujetos al tipo de agricultura que se emplea, además de la capacidad de Fito extraer de la planta de la papa.
- La presencia de estos metales, tendría su origen en la mala disposición de residuos agroquímicos (empaques, contenedores y botellas) puesto que plomo y cadmio se usan para estabilizar el PVC.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Realizar un estudio de evaluación de otros metales pesados en el tubérculo y en el suelo, de un cultivo convencional y orgánico de papa en el distrito de Panao.
- Concientizar al uso de abonos más orgánicos que no incorporen agentes químicos y tóxicos hacia el suelo y posteriormente a las plantas.
- Realizar un análisis más general de la planta de la papa, incluyendo raíz, el tallo, las hojas y los frutos.
- Reducir las producciones intensivas y las presiones sobre los suelos en las que se realizan los sembríos de la papa, para mejorar la producción y calidad.
- A las autoridades promover el consumo y producción más orgánico de cultivos de papa.
- Realizar análisis de la calidad de agua con las que se realizan los riegos a los cultivos, estos análisis deben incluir el descarte de metales pesados puesto que son tóxicos y de fácil incorporación a la cadena trófica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahora (2018). Cifras, versiones y datos sobre el problema de la papa (Revista online) recuperado el 12 de diciembre de 2020 de: <https://www.ahora.com.pe/cifras-versiones-y-datos-sobre-el-problema-de-la-papa/>.
- ATSDR, (2007), Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Statement for Lead, Agust.
- Bernardo, J. (2019). Determinar los parámetros biológicos de agua para riego de vegetales según normativa vigente, en el Distrito Conchamarca - Ambo, Distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco – octubre 2018 – febrero 2019”. Huánuco.
- Cárdenas, A. (2012). De la tesis titulada, “Presencia de cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico en la cooperativa agraria industrial naranjillo - Tingo María - Perú”, para optar el título profesional de: Ingeniero Agrónomo, en la UNAS. Tingo María – Perú.
- Camas, D., Valqui, X. (2016). Evaluación de la concentración de cadmio en áreas de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* sp.) de la localidad Cohechán, distrito de Conila, provincia de Luya, departamento Amazonas. (Tesis de grado) Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas – Perú.
- Chávez, Y. (2020). Evaluación de la concentración de cadmio en el suelo y tubérculos, s de una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Aucayacu, distrito de José Crespo y Castillo - Huánuco 2020. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental) Universidad de Huánuco; Huánuco - Perú.
- Colcha, E. (2009). Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para producción de papa (*Solanum tuberosum*) con alternativas de uso de plaguicidas peligrosos en tiazos San Vicente, Provincia de Chimborazo (Tesis de grado) Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.

- Colon, E. (2015) Planta de la papa y sus partes (en línea) Imagui. Recuperado el 28 de mayo del 2021 de: <https://www.imagui.com/a/planta-de-la-papa-y-sus-partes-iX8ao6da9>
- Delince, W., et al. (2015). Riesgo agroambiental por metales pesados en suelos con Cultivares de *Oryza sativa* L. y *Solanum tuberosum* L. (Artículo científico) Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba.
- Espinoza, S. (2018). Impacto ambiental de pesticidas en el cultivo de la papa en el distrito de Chaglla, en la provincia de Pachitea, año 2017. (Tesis de grado) Universidad de Huánuco; Huánuco - Perú.
- FAO/OMS. Codex Alimentarius. Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. CODEX STAN 193-1995. Modificado en 2015.
- FAO (2008) la papa, orígenes; legado andino (en línea) recuperado el 28 de mayo del 2021 de: <https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=018170620143701104933:qq82jsfba7w&q=https://www.fao.org/3/i0500s/i0500s.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjRvP7p3cj9AhXkK7kGHbPsCW0QFnoECAMQAQ&usg=AOvVaw3lzuAxeM-XfOLqjDaGyY51>
- Gobierno regional Huánuco (2020). Huánuco solicita apoyo al ejecutivo para que agricultores de papa no pierdan su producción, recuperado el 12 de diciembre de 2020 de [gob.pe: https://www.gob.pe/institucion/regionhuanuco/noticias/319976-huanuco-solicita-apoyo-al-ejecutivo-para-que-agricultores-de-papa-no-pierdan-su-produccion](https://www.gob.pe/institucion/regionhuanuco/noticias/319976-huanuco-solicita-apoyo-al-ejecutivo-para-que-agricultores-de-papa-no-pierdan-su-produccion)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). (I. S.A., Ed.) Mexico: Mc.Graw-Hipp.Hill.
- Maldonado, R. (2019). Determinación de metales pesados y pérdidas pos cosecha en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*). (Tesis de grado) Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Métodos de aplicación de productos fitosanitarios (s.f). Micex (en línea) recuperado el 28 de mayo del 2021 de:

<https://www.micex.es/cuestionario/12-metodos-de-aplicacion-de-productos-fitosanitarios/>

Ministerio de agricultura y riego (2015) la papa.

Minagri (2020). Perú se mantiene como primer productor de papa en América Latina. Recuperado el 12 de diciembre de 2020, de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego: <https://www.gob.pe/institucion/minagri/noticias/164182-peru-se-mantiene-como-primer-productor-de-papa-en-america-latina>

Ministerio del Ambiente. (2013). Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM.

Ministerio de agricultura y riego (2017). Boletín, producción nacional de papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana.

Mora, C (2018) La fumigación de los campos de papa (en línea) Alamy. Recuperado el 28 de mayo del 2021 de: <https://www.alamy.es/la-fumigacion-de-los-campos-de-papa-comunidad-campesina-en-humacchuco-parque-nacional-huascarán-departamento-de-ancash-peru-image233713068.html>

Moreno, J., García, J., Chaparro., Sandra. (2016). Cuantificación volta métrica de plomo y cadmio en papa fresca”; Boyacá – Colombia. (Artículo científico) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Luna, R., Rodríguez, V. (2016). Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca. (Tesis de grado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú.

OMS (2016). Residuos de plaguicidas en los alimentos (En línea) recuperado el 23 de mayo del 2021 de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Rafael, M. (2015). Factores influyentes en la contaminación química del suelo por los agricultores de las localidades de: Pasto y Piñayog en Chaglla

- 2015 (Tesis de grado) Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco – Perú.
- Reyes, Y.C., Vergara, I., Torres, O.E., Díaz-Lagos, M., & González, E.E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16 (2), pp. 66-77.
- Rodríguez, V. (2018). Evaluación del contenido de minerales tóxicos en 3 variedades de papa (*Solanum tuberosum*) del Valle del Mantaro (Tesis de grado) Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Senasa (2017). Huánuco sembraría 40 mil hectáreas de papa este año, recuperado el 12 de diciembre de 2020, de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/huanuco-sembraria-40-mil-hectareas-de-papa-este-ano/>
- Supo, J. (2014). Seminario de investigación científica. Arequipa, Perú: bioestadística.
- Tantalean, E. (2017). De la tesis titulada, “Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao ccn-51 en suelo aluvial y residual”. (Tesis de grado) Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María - Perú.
- Terán, E. (1995) tesis titulada “Evaluación de las características morfo fisiológicas y de productividad de papa variedad alpha proveniente de diferentes condiciones agro tecnológicas” Universidad Autónoma de Nuevo León; Monterey – México.
- Tobon, Y (2018) El estudio que irrita a los agricultores: el río más envenenado de España es el Júcar (en línea) *El confidencial*. Recuperado el 28 de mayo del 2021 de: https://www.elconfidencial.com/espana/comunidad-valenciana/2018-03-31/rio-jucar-pesticidas-ecologistas-en-accion-agricultores-ava_1541895/
- Trujillo, J (2008) Huánuco es el segundo productor de papa en el país con 400 variedades (En línea) *Tu diario*. Recuperado el 22 de mayo del 2021

de: <https://tudiariohuanuco.pe/actualidad/huanuco-es-el-segundo-productor-de-papa-en-el-pais-con-400-variedades/>

Velasco, J. (2008). Boletín del estudio de rentabilidad de la papa, elaborado para Minagri, PROSAAMER.

Vignola, F., Watler, W., Vargas, A., Morales, M. (2017) ficha técnica cultivo de papa “Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en costa rica”, Como parte del estudio de prácticas efectivas para adaptación de cultivos prioritarios para seguros, en Costa Rica.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Fabian Cespedes, Y. (2023) *Evaluación de la concentración de cadmio y plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (Solanum tuberosum), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>*

ANEXOS

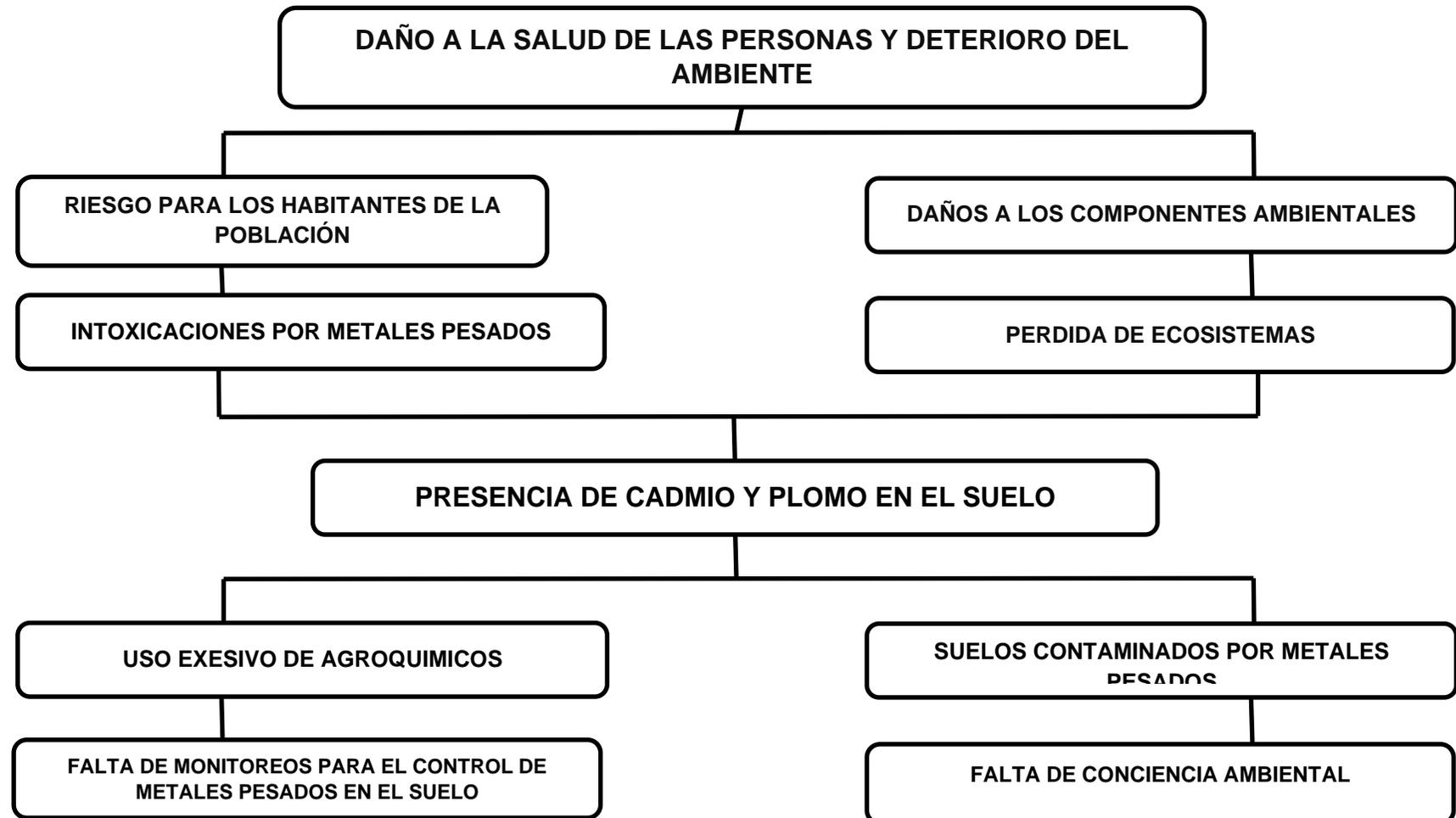
ANEXO I. MATRÍZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Evaluación de la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (*Solanum tuberosum*), en el Distrito de Panao, Provincia de Pachitea – Huánuco 2022”.

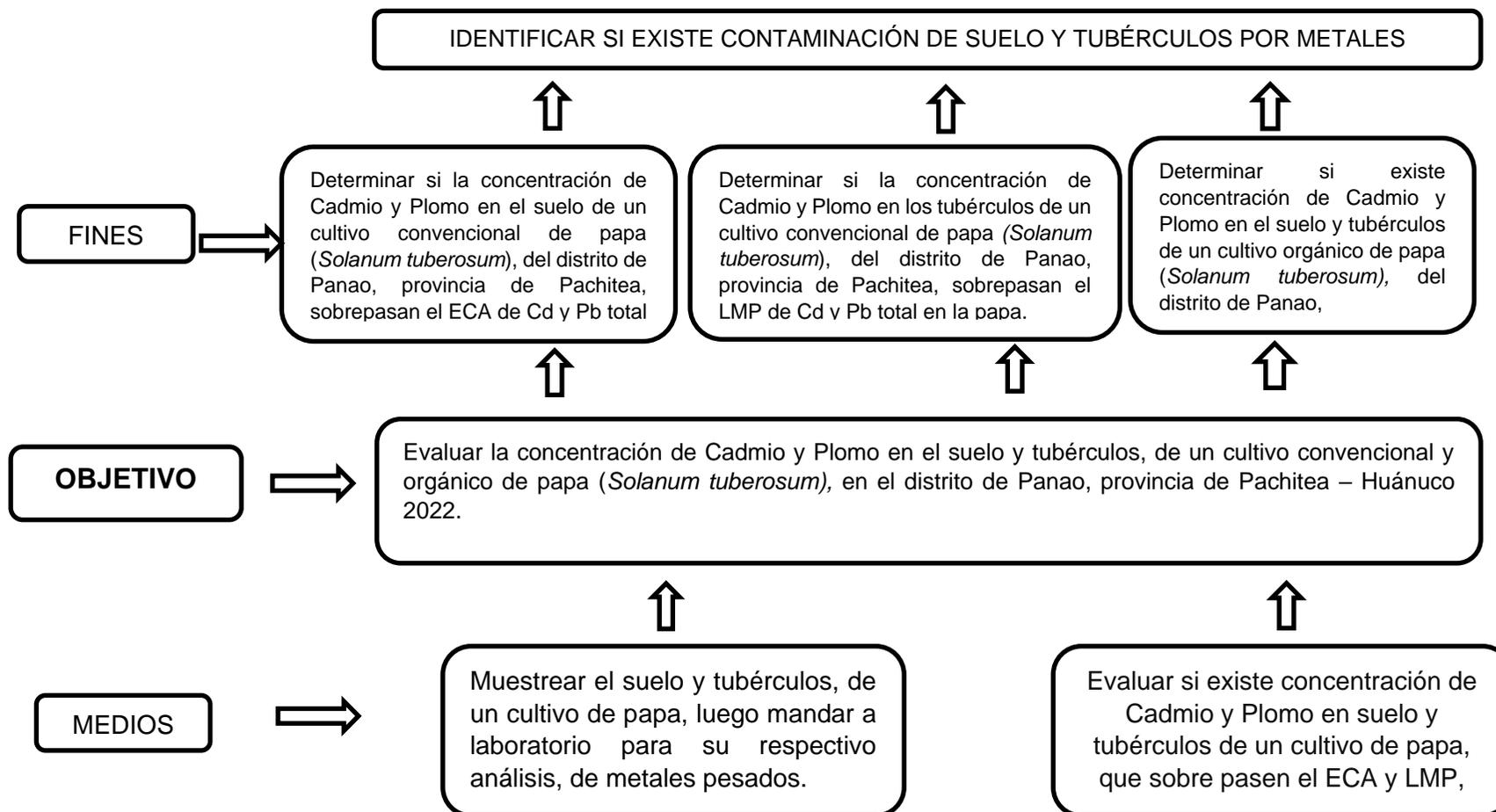
Tesista: Fabián Céspedes, Ying Yeserton

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
¿Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022?	Evaluar la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.	Ha: La concentración de Cadmio y Plomo es manifiesto en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa, (<i>Solanum tuberosum</i>), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.	V. independiente: Cultivo convencional y orgánico de papa. Parámetros Físicos Textura Humedad Peso Parámetros Físico Químico (Suelo) pH Cd Pb	Población: al perímetro total de la parcela de cultivo de papa, lo que constituye la superficie total del área a muestrear, con un aproximado de ½ Ha (hectárea) por parcela, siendo 1 de cultivo convencional y el otro de cultivo orgánico. Muestra: consiste en 3 muestras de suelo por parcela, haciendo un total de 6 muestras de suelo, todos pertenecientes al perímetro de estudio, ubicado en el distrito de Panao, provincia Pachitea.
Problemas específicos	Específicos			
<ul style="list-style-type: none"> • Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo de un cultivo convencional de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), del distrito de Panao, provincia Pachitea. • Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en los tubérculos de un cultivo convencional de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), del distrito de Panao, provincia Pachitea. • Cuál será la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo orgánico de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), del distrito de Panao, provincia Pachitea. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar si la concentración de Cadmio y Plomo en el suelo de un cultivo convencional de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el ECA de Cadmio y Plomo total en suelo agrícola. • Determinar si la concentración de Cadmio y Plomo en los tubérculos de un cultivo convencional de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), del distrito de Panao, provincia de Pachitea, sobrepasan el LMP de Cadmio y Plomo total en la papa. • Determinar si existe concentración de Cadmio y Plomo en el suelo y tubérculos, de un cultivo orgánico de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), del distrito de Panao, provincia Pachitea. 	<p>Ho: La concentración de Cadmio y Plomo no es manifiesto en el suelo y tubérculos, de un cultivo convencional y orgánico de papa, (<i>Solanum tuberosum</i>), en el distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco 2022.</p>	<p>Concentración de Cadmio y Plomo en suelo y tubérculos. Parámetros Físico Químico (Peso Tamaño Cd PbPapa)</p>	<pre> graph LR M --> X M --> Y X --- R --- Y style R fill:none,stroke:none </pre> <p>M: Muestra de estudio. X: Variable dependiente: Concentración de Cadmio y Plomo en suelo y tubérculos. Y: Variable independiente: Cultivo convencional y orgánico papa. R: Asociación entre las variables.</p>

ANEXO II. ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO III. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO IV. CADENA DE CUSTODIA PARA MUESTREO DE SUELO

DATOS GENERALES	
Nombre del sitio de estudio:	Departamento:
Razón social	Provincia:
Uso principal:	Dirección del predio:
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO	
Coordenadas UTM (x, y):	Operador:
Técnica de muestreo:	Instrumentos usados:
Profundidad final:	Relleno del agujero después del muestreo:
DATOS DE LAS MUESTRAS	
Clave de la muestra:	Número de muestra:
Fecha:	Hora:
Profundidad desde:	Profundidad hasta:
Características organolépticas:	Color: Olor:
Textura:	Medido en campo: si () no ()
Cantidad de la muestra:	
Medidas de conservación:	
Tipo de muestra:	

ANEXO V. ETIQUETA PARA ROTULO DE MUESTRAS DE SUELO

TIPO DE MUESTRA:	
CODIGO DE MUESTRA:	
LUGAR DE MUESTREO:	
LOTE:	MUESTREADO POR:
FECHA:	HORA:
PARAMETROS A ANALISAR EN LABORATORIO:	
P. FISICO:	P. QUIMICO:
CODIGO DE LABORATORIO:	

ANEXO VI. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Análisis del tubérculo (papa)

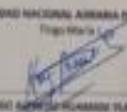

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecofisiología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407331
 www.unas.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			FABIAN CESPEDES YNO		
PROCEDENCIA:			MAYRANA - PAMAQ - PACHITEA - NIJANUCO		
DATOS DE LA MUESTRA			Humedad H ₂ O (%)	RESULTADO	
Código	Tipo	Referencia		Cil total (ppm)	Pb total (ppm)
S1002-1	PAPA	M1 - P	75.87	0.0816	0.1236
S1002-2	PAPA	M2 - P	77.93	0.0571	0.2049
S1002-3	PAPA	M3 - P	74.58	0.0821	0.1786
S1002-4	PAPA	M4 - P	78.92	0.1042	0.2667
S1002-5	PAPA	M5 - P	79.16	0.1140	0.2821

REGISTRADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO N° 001-0631470
 Tingo María 13 de junio 2022


Dr. PINEDA
 Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecofisiología



Análisis de la calidad del suelo de cultivo del tubérculo (papa)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		FABIAN CESPEDES YING														
N°	CODIGO DEL LAB.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENORME NTO (Pg/ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
1	S0800	HUANUCO	PACHITEA	PANAQ	HUAYRONA	-	-	-	PAPA	-	30	-	-	-	-	-

N°	CODIGO DEL LAB.	ASPERENCIA	ANALISIS MECANICO			Textura	pH	M.O.	N	P	K	Cd	Pb	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
			Arena	Arcilla	Limo										Ca	Mg	K	Na	Al	H				
			%	%	%																			
1	S0800-1	M1 - S	63	13	24	Franco Arenoso	5.91	2.56	0.13	21.51	232.90	0.14	15.88	13.62	10.76	1.80	0.63	0.43	0.00	0.00	-	100	0	0
2	S0800-2	M2 - S	61	11	28	Franco Arenoso	6.02	1.56	0.08	24.50	204.41	0.16	27.88	14.34	11.40	1.81	0.59	0.54	0.00	0.00	-	100	0	0
3	S0800-3	M3 - S	51	17	32	Franco	5.87	2.31	0.12	22.52	205.41	0.18	21.75	14.42	11.72	1.72	0.53	0.44	0.00	0.00	-	100	0	0
4	S0800-4	M4 - S	51	15	34	Franco	5.91	2.56	0.13	22.48	242.89	0.18	24.25	14.95	11.76	1.97	0.68	0.53	0.00	0.00	-	100	0	0
5	S0800-5	M5 - S	43	15	42	Franco	5.70	2.26	0.11	18.41	222.40	0.09	23.00	14.14	11.08	1.90	0.63	0.53	0.00	0.00	-	100	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0651671

TINGO MARIA, 15 DE JUNIO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

[Firma]

Dr. HUGO ALFREDO JOHANNI YUNANQUE
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANEXO VII. PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Selección del área de muestreo



Fotografía 2

identificación de muestreo



Fotografía 3

Participación de pobladores



Fotografía 4

Muestras etiquetadas y envasadas de suelo



Fotografía 5

muestras del tubérculo (papa)



Fotografía 6

Nuevo punto de muestreo



Fotografía 7

Muestras de suelo en cooler para su conservación



Fotografía 8

Muestras de papa para su conservación

