

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (solanum tuberosum L.) en la Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA: Santiago Morales, Sherly Gisely**

**ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

# U

## TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Educación Ambiental y Ecoeficiencia

**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 Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

## DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74757647

## DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

## DATOS DE LOS JURADOS:

N°	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	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo - microbiólogo	21257549	0000-0001-5596-0445

# D

# H



**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
*Facultad de Ingeniería*

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 17:30 horas del día 14 del mes de MARZO del año 2023, 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 LLANOS CÁMERA (Presidente)

Mg. YASSER VÁSQUEZ BACA (Secretario)

Mg. EFER DE JESUS MENDOZA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 506-2023-9-EI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

• USO DE TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL (CUY, VACUNO Y CARRINO) EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR FERTILIZANTES SINTÉTICOS EN EL CULTIVO DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM L.) EN LA COMUNIDAD DE ATAWAYÚ-HUÁCAR AMO 2022, presentado por el (la) Bachiller SHELLY GISELY SANTIAGO MORALES, 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 17 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 18:30 horas del día 14 del mes de MARZO del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Fran Erick Cámara Llanos  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

Mg. Yasser Vásquez Baca  
ORCID: 0000-0002-7136-697X  
Secretario

Mg. Efer De Jesus Mendoza  
ORCID: 0000-0002-5372-6345  
Vocal



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”


## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Simeón Edmundo Calixto Vargas, asesor(a) del PA. de Ingeniería Ambiental y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 784-2022-D-FI-UDH de fecha 12 de abril de 2022 del (los) estudiante(s) Bach. **SANTIAGO MORALES, Sherly Gisely** de la investigación titulada “USO DE TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL (Cuy, Vacuno y Caprino) EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR FERTILIZANTES SINTÉTICOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN LA COMUNIDAD DE ATAHUAYÓN - HUÁCAR - AMBO 2022” Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24% 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 constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

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

Huánuco, 15 de Marzo de 2023



Calixto Vargas Simeón Edmundo  
INGENIERO AGRÓNOMO  
Reg. CP N° 32739

Calixto Vargas, Simeón Edmundo  
Asesor de Tesis  
DNI N° 22471306  
Código. ORCID N°  
0000-0002-5114-4114

## SEGUNDA REVISION

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>24%</b>	<b>23%</b>	<b>3%</b>	<b>8%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>11%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.fao.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.utn.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.unas.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad de Huanuco</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>



Calixto Vargas Simeón Edmundo  
INGENIERO AERONAUTICO  
Reg. COP N° 32726

Calixto Vargas, Simeón Edmundo  
Asesor de Tesis  
DNI N° 22471306  
Código. ORCID N°  
0000-0002-5114-4114

## **DEDICATORIA**

A nuestro Creador, por ser mi guía en mi vida diaria, derrochando bendiciones en mi humilde morada.

Dedico esta tesis a mi querido y amado padre JULIO, quien se sacrificó diariamente para alcanzar con una de mis metas profesionales, completar mi ansiosa carrera profesional.

A mi enamorado GILDER, por ser mi apoyo incondicional en las buenas y malas, brindándome la fortaleza que necesitaba, llegando a ser mi fiel compañero de trabajo.

A todos ellos les dedico esta tesis, porque su culminación solo fue posible gracias a ellos, y la dedico de tal forma que les agradezco todo su sacrificio, esfuerzo y dedicación para lograr este sueño.



## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mis maravillosos padres, bendecidos hermanos, primos y seres queridos que de una u otra forma han estado ahí a lo largo de mi formación profesional, por sus charlas, consejos y apoyo incondicional, pude atravesar una etapa maravillosa, la culminación de mi vida. carrera profesional.

Gracias al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco y a mis docentes que me formaron profesionalmente, y en especial a mi mentor que utilizó sus conocimientos para guiarme hacia este ansiado logro.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	18
1.3. OBJETIVO .....	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	20
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	21
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	21
1.5. LIMITACIONES .....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	25
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	31
2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL .....	32
2.2.1. ESTIÉRCOL.....	32
2.2.2. SUELO .....	33



2.2.3.	DEGRADACIÓN FÍSICA DEL SUELO .....	33
2.2.4.	DEGRADACIÓN QUÍMICA DEL SUELO .....	34
2.2.5.	DEGRADACIÓN BIOLÓGICA DE SUELOS .....	34
2.2.6.	HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA .....	35
2.2.7.	FISIOLOGÍA DE LA PAPA .....	36
2.2.8.	TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA .....	37
2.2.9.	IMPACTOS AL AMBIENTE DE FERTILIZANTES.....	38
2.2.10.	IMPACTOS AL AMBIENTE DE PESTICIDAS.....	39
2.2.11.	IMPACTOS A LA SALUD DE FERTILIZANTES.....	40
2.2.12.	VACAZA O ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO .....	41
2.2.13.	ESTIÉRCOL DE CUY .....	41
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	42
2.4.	HIPÓTESIS.....	45
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	45
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	45
2.5.	VARIABLES.....	46
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	46
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	46
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
CAPITULO III .....		48
METODOLOGÍA .....		48
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.2.	ENFOQUE .....	48
3.3.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	48
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	49
3.4.1.	POBLACIÓN .....	49
3.4.2.	MUESTRA.....	49
3.5.	RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	51
3.5.1.	TÉCNICA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.5.2.	TÉCNICA PARA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	59
3.5.3.	ASPECTOS ÉTICOS .....	60
CAPITULO IV.....		61
RESULTADOS.....		61
4.1.	RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	61

4.2. RESULTADOS INFERENCIALES .....	61
4.2.1. ANÁLISIS DE SUELO EN LOS LABORATORIOS.....	61
4.2.2. RENDIMIENTO DEL NÚMERO DE TUBÉRCULO .....	74
4.2.3. CLASIFICACIÓN DEL TUBÉRCULO POR EL PESO.....	77
4.2.4. PESO DEL TUBÉRCULO DE 10 PLANTAS POR PARCELA...81	
4.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL .....	84
CAPITULO V.....	90
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
5.1. PARÁMETRO FÍSICOS DEL SUELO DE LAS PARCELAS.....	90
5.2. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO DE LAS PARCELAS.....	91
5.3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS DEL SUELO DE LAS PARCELAS	92
5.4. DISCUSIÓN CONCERNIENTE AL ESTADO POSCOSECHA.....	94
CONCLUSIONES .....	95
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción de papa distrito Huácar, 2014-2020 .....	17
Tabla 2 Operacionalización de Variables.....	47
Tabla 3 Análisis de ANVA para “Grados de Libertad” .....	48
Tabla 4 Tratamientos en estudio.....	49
Tabla 5 Rotulado y Etiquetado de las muestras .....	52
Tabla 6 Resultados del análisis físico – químico del suelo (Muestreo inicial y muestreos finales).....	62
Tabla 7 Análisis mecánico .....	63
Tabla 8 PH del suelo con los distintos tratamientos.....	64
Tabla 9 Componentes disponibles en el suelo, Comunidad de Atahuayón .	65
Tabla 10 Resultados del análisis biológico (Muestreo inicial y muestreos finales) .....	68
Tabla 11 Análisis de enumeración de microorganismos aerobios viables ...	69
Tabla 12 Análisis de enumeración de fungí (mohos y levaduras).....	70
Tabla 13 Análisis de enumeración de actinomicetos .....	71
Tabla 14 Análisis de enumeración de Lactobacillus .....	72
Tabla 15 Análisis de Bacterias fijadoras de Nitrógeno.....	73
Tabla 16 Datos de campo del rendimiento del número de tubérculo por planta .....	74
Tabla 17 Análisis de varianza del número de tubérculo por planta.....	76
Tabla 18 Prueba de Duncan del número de tubérculo por planta.....	76
Tabla 19 Datos de campo de la clasificación del tubérculo de acuerdo al peso .....	78
Tabla 20 Análisis de varianza de clasificación del tubérculo de acuerdo al peso .....	80
Tabla 21 Prueba de Duncan de clasificación del tubérculo de acuerdo al peso .....	80
Tabla 22 Datos de campo del peso del tubérculo de 10 plantas por parcela	82
Tabla 23 Análisis de varianza del peso del tubérculo por 10 plantas (gr) ....	83
Tabla 24 Prueba de Duncan del peso del tubérculo por 10 plantas (gr) .....	83
Tabla 25 Comparación de los resultados del análisis físico y químico .....	85
Tabla 26 Comparación de los resultados biológicos.....	87

Tabla 27 Análisis de varianza del peso del tubérculo por 10 plantas..... 89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sacos de estiércol de cuy seco .....	32
Figura 2 Degradación de suelos agrícolas.....	33
Figura 3 Degradación de suelos agrícolas por fertilizantes .....	34
Figura 4 Degradación biológica del suelo .....	34
Figura 5 Tubérculo en producción .....	35
Figura 6 Planta de papa con tubérculo en desarrollo.....	36
Figura 7 El cultivo de la papa y la importancia del agua .....	37
Figura 8 La urea, el químico más contaminante que el CO <sub>2</sub> .....	38
Figura 9 Plaguicidas: Características y transportes en el ambiente.....	39
Figura 10 Efectos de la contaminación a la salud.....	40
Figura 11 Campo experimental.....	50
Figura 12 Toma de muestra de suelo inicial .....	52
Figura 13 Tratamientos utilizados .....	53
Figura 14 Arado y surcado del terreno.....	53
Figura 15 Siembra de la papa variedad Yungay .....	54
Figura 16 Preparación y utilización del Biol como fertilizante .....	55
Figura 17 Riego por gravedad .....	56
Figura 18 Control de malezas .....	56
Figura 19 Cosecha del tubérculo .....	57
Figura 20 Calculo del número de tubérculo por planta .....	57
Figura 21 Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso.....	58
Figura 22 Peso del tubérculo de acuerdo al peso.....	58
Figura 23 Muestreo de suelo final de cada uno de los tratamientos .....	59
Figura 24 Análisis mecánico de los muestreos de suelo .....	63
Figura 25 Nivel de pH en el suelo .....	64
Figura 26 Nivel de M.O. en el suelo.....	65
Figura 27 Concentración del % de nitrógeno (N) en el suelo.....	66
Figura 28 Concentración de fósforo (P) en el suelo.....	66
Figura 29 Concentración de potasio (K) en el suelo .....	67
Figura 30 Enumeración de microorganismos aerobios viables.....	69
Figura 31 Enumeración de Fungi (mohos y levaduras) .....	70
Figura 32 Enumeración de actinomicetos.....	71

Figura 33 Enumeración de Lactobacillus .....	72
Figura 34 Bacterias fijadoras de Nitrógeno.....	73
Figura 35 Promedios del rendimiento del tubérculo por planta.....	77
Figura 36 Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso.....	81
Figura 37 Peso del tubérculo por 10 plantas .....	84
Figura 38 Comparación física y química entre los tratamientos.....	86
Figura 39 Comparación biológica entre los tratamientos .....	88
Figura 40 Medias del peso del tubérculo por 10 plantas.....	89

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Toma de muestra inicial del suelo junto al asesor .....	114
Fotografía 2 Arado y surcado del terreno a sembrar .....	114
Fotografía 3 Localización y enmarcado de las parcelas donde se trabajó.	115
Fotografía 4 Cernido y pesado de la toma de muestra para el laboratorio	115
Fotografía 5 Delimitación de las parcelas .....	116
Fotografía 6 Siembra de la papa variedad yungay con los estiércoles .....	116
Fotografía 7 Preparado y dosificación del biol para ser utilizado .....	117
Fotografía 8 Toma de datos y limpieza de malezas.....	117
Fotografía 9 Visita de uno de los supervisores al proyecto.....	118
Fotografía 10 Cosecha del tubérculo junto al asesor del proyecto .....	118
Fotografía 11 Peso del tubérculo de 10 plantas .....	119
Fotografía 12 Muestreos finales de suelo .....	119
Fotografía 13 Visitas a la UNAS para el análisis de los muestreos de suelo .....	120



## RESUMEN

El proyecto que tiene como **título** “Uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022”. Tuvo como **objetivo general**: Evaluar el efecto de la aplicación de los tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Yungay, Comunidad Atahuayón – Huácar – Ambo 2022. La **metodología** fue la siguiente: las dosis utilizadas fueron calculados previo a la siembra, se aplicaron las dosis de 40 kg/ha de estiércol de cuy (T1), 32kg/ha de estiércol vacuno (T2), 24kg/ha de estiércol caprino (T3) y testigo/tratamiento sin aplicación (T0). Las parcelas experimentales tuvieron un tamaño de 16m<sup>2</sup> respectivamente. La semilla del tubérculo escogido fue la variedad Yungay (semilla certificada), se utilizó un diseño de bloques completos al azar (B.C.A), con 4 tratamientos, 4 repeticiones y 16 unidades experimentales. Los datos de los factores estudiados se evaluarán mediante métodos ANOVA para determinar la significación estadística entre el 5%, y la prueba de Duncan al nivel de significancia del 5% para comparar las medias de los tratamientos. Los **resultados** obtenidos con los tratamientos utilizados, el que sobresalió en el análisis físico-químico fue T1 (estiércol de cuy), seguido del T2 (estiércol vacuno) y por último el T3 (estiércol caprino), mientras que en el análisis biológico en donde se vieron mejores resultados fue en el T2, seguido del T1 y por último el T3. Mientras que, en los resultados de la poscosecha, el tratamiento con el que se obtuvo mejores resultados fue con el T1 (estiércol de cuy) y estos fueron los resultados que se obtuvieron: rendimiento del tubérculo por planta = 10 unid., clasificación del tubérculo de acuerdo al peso por parcela de 1ra = 18, 2da = 39 y 3ra = 49 y en el peso del tubérculo por 10 plantas el resultado fue de 6.1 kg. Se **concluyó** que el uso del estiércol de animales (cuy, vacuno y caprino) fueron favorables en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes.

**Palabras claves:** Suelo, Estiércol, Parámetros, Poscosecha, Papa.

## ABSTRACT

The project **entitled** "Use of three types of manure (guinea pig, cattle and goat) in the recovery of soils degraded by synthetic fertilizers in the cultivation of potatoes (*Solanum tuberosum L.*), in the Community of Atahuayón - Huácar - Ambo 2022". Its **general objective** was: To evaluate the effect of the application of the three types of manure (guinea pig, cattle and goat) in the recovery of soils degraded by synthetic fertilizers in the cultivation of potato (*Solanum tuberosum L.*), Yungay variety, Atahuayón Community – Huácar – Ambo 2022. The **methodology** was as follows: the doses used were calculated prior to sowing, the doses of 40 kg/ha of guinea pig manure (T1), 32kg/ha of bovine manure (T2), 24kg/ha of goat manure (T3) and control/treatment without application (T0). The experimental plots had a size of 16m<sup>2</sup> respectively. The seed of the chosen tuber was the Yungay variety (certified seed), a randomized complete block design (B.C.A) was used, with 4 treatments, 4 repetitions and 16 experimental units. The data of the factors studied will be evaluated using ANOVA methods to determine the statistical significance between 5%, and Duncan's test at the 5% significance level to compare the means of the treatments. The **results** obtained with the treatments used, the one that stood out in the physical-chemical analysis was T1 (guinea pig manure), followed by T2 (cattle manure) and finally T3 (goat manure), while in the biological analysis where The best results were seen in Q2, followed by Q1 and finally Q3. While, in the postharvest results, the treatment with which the best results were obtained was with T1 (guinea pig manure) and these were the results obtained: tuber yield per plant = 10 units, tuber classification according to the weight per plot of 1st = 18, 2nd = 39 and 3rd = 49 and the tuber weight per 10 plants, the result was 6.1 kg. It was **concluded** that the use of animal manure (guinea pig, cattle and goat) was favorable in the recovery of soils degraded by fertilizers.

**Keywords:** Soil, Manure, Parameters, Postharvest, Potato.

## INTRODUCCIÓN

El estado de los recursos de tierras y aguas para la alimentación y la agricultura: sistemas al límite (SOLAW 2021)", destaca el aumento de la degradación de los recursos de la tierra que alcanza los 1660 millones de hectáreas o 4,75 millones de hectáreas o el 34 % del total de la tierra cultivable del mundo. Producción de alimentos para 10 000 millones de personas crea grandes problemas. Los ecosistemas de suelo y agua están bajo una enorme presión, creando una situación crítica: "La seguridad alimentaria dependerá de la protección de nuestros recursos de suelo y agua dulce". Los modelos de producción agroalimentaria de alta tecnología son social, económica y ambientalmente insostenibles y se enfrentan al cambio climático.

Según el Informe del Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo (GTIS)-FAO (2015) los factores que afectan los suelos agrícolas son la erosión (hídrica y eólica), compactación, acidificación, salinización, contaminación, sellado, anegamiento, desequilibrio de nutrientes y las pérdidas de carbono orgánico del suelo (COS) y de la biodiversidad.

La degradación de los suelos produce alteraciones en sus propiedades físicas, químicas y biológicas naturales. Las causas son la deforestación y cambio de uso, el sobrepastoreo, las actividades mineras e industriales, inadecuado manejo de los suelos y a la aplicación de prácticas de la agricultura moderna, industrial, comercial o empresarial que ha generado erosión, degradación y desertificación del suelo, pérdida de la biodiversidad, problemas ambientales y aceleración del cambio climático.

El distrito de Huácar tiene una superficie territorial de 23 786 hectáreas y 11 282 hectáreas de superficie agrícola (MINAGRI 2018), que representa el 47,43 % de la superficie total (MIDAGRI 2018). La actual población distrital es de 8 053 habitantes y para el período 2011-2020 la tasa de crecimiento (TC) fue negativa con -0.15 % (INEI 2020). La población dominante es rural con más de 70 % del total y el recurso tierra es la base para su desarrollo agrícola, su economía se sustenta en la actividad agrícola predominando el cultivo de papa nativa comercial Amarilla Tumbay y en menor escala las variedades mejoradas (Canchán, Yungay, Amarilis).

La situación descrita justifica la formulación y ejecución del proyecto de Tesis “Uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022”.

El estudio se divide en cinco capítulos, los cuales se detallan y presentan de acuerdo con la estructura establecida por el Reglamento de Grados y Títulos Profesionales de la Universidad de Huánuco.

# CAPÍTULO I

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La degradación de la tierra es cuando hay reducción o pérdida en la productividad económica o biológica; y las complejidades en los pastizales, las tierras agrícolas, los bosques de secano o de regadío debido a los procesos naturales, el uso de la tierra y otras actividades humanas y condiciones del hábitat, como la contaminación del suelo, la erosión del suelo y la destrucción del hábitat (UNCCD, 1994).

Un 33% de superficie terrestre del mundo está degradado (FAO, 2015). Alrededor de un 47% de la tierra degradada en todo el mundo es bosque; La tierra cultivada representa alrededor del 18 % de la tierra degradada total del mundo (Bai, 2013). Aproximadamente dos mil millones de personas y 1,9 mil millones de hectáreas de tierra en todo el mundo se ven afectadas por la degradación de la tierra (Naseer y Pandey, 2018). Se estima que la degradación de la tierra cuesta a la economía mundial entre 18 y 20 billones de dólares al año (UNCCD, 2019). Las alarmantes tasas de degradación en todo el mundo han sido reconocidas y destacadas por los esfuerzos internacionales para prevenir y revertir la degradación de la tierra y combatir la desertificación.

En Perú, las causas principales de la degradación de nuestra tierra se pueden clasificar por región geográfica. En la costa, esto es la salinidad del suelo, la contaminación del suelo debido a los desechos mineros, la erosión por el viento y el agua. En la Sierra esto es sobrepastoreo, contaminación, erosión eólica e hídrica.

En particular, el 33 por ciento de la tierra se encuentra en estado de degradación moderada o severa debido a la erosión, intrusión salina, compactación, acidificación y contaminación química del suelo.

El análisis de la producción mundial de papa durante la década 2011-2020 muestra una tendencia decreciente tanto en la superficie cosechada (ha)

como en la producción (t) con tasas de -1.49 % y -0.33 % respectivamente, mientras que el rendimiento (Kg/ha) creció ligeramente en forma sostenida con una tasa anual de 0,78 % (FOASTAT, 2022).

A nivel nacional la producción de papa durante la década de 2011-2020 tuvo un crecimiento sostenido tanto en la superficie cosechada, rendimiento y producción con tasa anuales de 1,26 % (296 440 a 331 895 hectáreas), 2,04 % (13 738 a 16 472 Kg/ha) y 3,33 % (4 072 455 a 5 467 041 toneladas) respectivamente (FAOSTAT, 2022). En resumen, la mayor producción de papa se debió al incremento de la superficie de producción, mejoras en el rendimiento (semillas mejoradas, fertilizantes, pesticidas, riegos) y mayor consumo per cápita, 90 kg/persona. Estos rendimientos comparados con los rendimientos de los países desarrollados son extremadamente bajo, 40 t/ha frente a 16 t/ha, la brecha es enorme.

A nivel del distrito de Huácar durante la década 2011-2020 la producción de papa creció notablemente con una tasa anual de 7,35 % (7 882 a 14 925 toneladas) debido al incremento de la superficie de producción con una tasa de 5,57 % (671 a 1 093 hectáreas), mientras que el rendimiento tuvo un mínimo de crecimiento con una tasa de 1,82 % (11 884 a 13 982 Kg/ha) (MIDAGRI 2020). El problema central sigue siendo el bajo rendimiento tanto a nivel nacional como local a pesar de la mejor tecnología de manejo del cultivo, uso de semilla seleccionada y/o mejorada, fertilizantes, pesticidas y riego.

**Tabla 1**  
*Producción de papa distrito Huácar, 2014-2020*

AÑO	SUPERFICIE (ha)	RENDIMIENTO (Kg/ha)	PRODUCCIÓN (t)	PRECIO CHACRA (S/./Kg)
2014	790	12,545.53	9,751.52	0.77
2015	630	7,495.67	4,615.00	1.15
2016	880	13,007.18	11,238.18	0.74
2017	736	13,094.87	9,560.50	0.93
2018	820	13,424.79	11,223.00	1.25
2019	952	15,070.00	13,742.40	0.61
2020	1,093	13,982.08	14,926.00	0.69

*Nota.* Estadísticas Agrarias 2011-2020-MIDAGRI Huánuco.

La situación analizada motiva la investigación del suelo como factor clave en la producción del cultivo de papa y su degradación por el uso intensivo de fertilizantes inorgánicos, y su recuperación mediante la aplicación del estiércol (cuy, vacuno y caprino) en el distrito de Huácar.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál será el efecto del uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) aplicados en diferentes dosis, en la recuperación físico, químico y biológico del suelo degradado por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cuál es el estado actual de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022?

¿Cuál es el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 40 kg/ha de estiércol de cuy; en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?

¿Cuál es el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 32 kg/ha de estiércol vacuno; en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?

¿Cuál es el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 24 kg/ha de estiércol caprino; en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?



### **1.3. OBJETIVO**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) aplicados en diferentes dosis, en la recuperación físico, químico y biológico del suelo degradado por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar el estado actual de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

Evaluar el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 40 kg/ha de estiércol de cuy; en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

Evaluar el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 32 kg/ha de estiércol vacuno; en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

Evaluar el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 24 kg/ha de estiércol caprino; en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Aunque hay muy poca tierra agrícola y ganadera en Perú, la tierra siempre está degradada debido a una combinación de factores naturales y métodos de cultivo y cría imperfectos. La degradación del suelo se refiere al deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas, individualmente o en combinación, que impide o limita el crecimiento adecuado de los cultivos y buenos rendimientos.

Durante la década de 2010 - 2020 en la Comunidad Campesina Atahuayón, ubicada en el distrito de Huácar, provincia de Ambo, departamento Huánuco-Región Huánuco, se ha mantenido la baja productividad con una tasa anual de 1.82 % a pesar del esfuerzo de los productores en la preparación del suelo para la siembra, incremento en el uso de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) y mayor cantidad de agua en el riego. Este sistema de manejo del cultivo y el factor climático han generado la degradación del suelo por erosión (eólica e hídrica) y en sus componentes físico (textura y estructura), químico (pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, contaminación) y biológico (microorganismos).

El distrito de Huácar tiene una superficie territorial de 23 786 hectáreas y una superficie agrícola 11 282 hectáreas, que representa el 47,43 % de la superficie total (MINAGRI 2018) y la actual población distrital es de 8 053 habitantes con una tasa de crecimiento negativa de -0.15 % para el período 2011-2020 (INEI 2020). La población dominante es rural con más de 70 % del total y la principal actividad económica es la agricultura, siendo el recurso tierra la base para su desarrollo agrícola, predominado el cultivo de papa nativa comercial Amarilla Tumbay y en menor escala las variedades mejoradas (Canchán y Yungay).

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La situación descrita justifica la ejecución del presente trabajo de investigación para la recuperación de suelos degradados mediante la aplicación de estiércol para mejorar la productividad del cultivo de papa con mayores ingresos económicos, contribuyendo a su desarrollo sostenible social, económico y ambiental de la población, así como la mitigación del cambio climático.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

**Ambiental:** Gran cantidad de información técnico-científico sobre la degradación del suelo y la importancia vital en su manejo sostenible para la producción de alimentos, fibra, biocombustible, productos medicinales, salud ambiental y mitigación del cambio climático.

**Económico:** El presente trabajo de investigación fue autofinanciado por la ejecutora.

**Social:** Los agricultores de la Comunidad de Atahuayón tuvieron gran interés y pusieron a disposición sus parcelas de producción para la ejecución del trabajo.

La materia prima para la producción del estiércol fue abastecida y procesada por los propios agricultores a partir de sus crías domésticas: cuyes, vacunos y caprinos.

#### **1.5. LIMITACIONES**

Disponibilidad de estiércol procesada de calidad, en cantidad y oportunidad, siendo un problema general a nivel local, regional y nacional. El estiércol a ser usados en los tratamientos fue en base al estiércol de cuy, vacuno y caprino, producidos con tecnología local por los mismos agricultores de la Comunidad.

Poca disponibilidad de laboratorios de suelos para los análisis físicos, químicos y biológicos de las muestras, las cuales se enviaron a los laboratorios de la UNAS.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

**Carlosama y Jiménez (2017)** realizaron la “Evaluación de tres abonos verdes para la restauración de suelos degradados en la Parroquia Bolívar - Cantón Bolívar - Ecuador”. (Universidad Tecnológica del Norte - Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales). El área de estudio presenta un clima mesófilo semihúmedo con una temperatura media anual de 12 a 13 °C, y el suelo agrícola está cubierto por vegetación arbustiva y herbácea. El **objetivo general** fue evaluar la importancia de tres tipos de abonos verdes en la restauración de suelos degradados para aumentar su capacidad productiva, los abonos constituyeron los tratamientos T1 (*Vicia sativa* + *Avena sativa*), T2 (*Vicia faba* + *Vicia sativa*), T3 (*Lolium multiflorum* + *Hordeum vulgare*) y testigo T0 (vegetación espontánea del sitio). Para la evaluación utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos, 16 unidades experimentales y 4 repeticiones. En el desarrollo de la investigación primero se roturó el suelo y sembraron las semillas según tratamiento, y se incorporaron como abonos verdes cuando las leguminosas alcanzaron el 60% de floración. La comparación entre los análisis químicos del suelo inicial realizada antes de la siembra y la final que se realizaron tres meses después de la incorporación de los abonos verdes los resultados fueron: aumentaron el NH<sub>4</sub>, Ca y N total y disminuyeron el S, Zn, Cu, Fe y Mn; respecto a los tratamientos, T1 (*Vicia sativa* + *Avena Sativa*) obtuvo los mejores resultados por la mayor producción de biomasa y al realizar el análisis foliar se determinó importantes niveles de P, K, Ca, S, B, Zn y Cu; y se observó el incremento de la materia orgánica especialmente en los tratamientos donde se encontraba la especie *Vicia sativa*. Se concluyó que los usos de los abonos verdes estudiados fueron efectivos en la recuperación de suelos degradados.

**Coll, (2020):** En su trabajo de investigación “Construyendo Materia Orgánica en Suelos Degradados bajo Clima Semiárido mediante el Uso de Enmiendas Orgánicas”, (Universidad de Murcia - España) analiza y explica la evolución de la degradación y restauración de suelos a través del tiempo, desde la agricultura orgánica inicial hasta la agricultura comercial de altos insumos, pasando del esquema de extracción, uso, consumo y disposición final al modelo de Economía Lineal. Este modelo no es sostenible porque la producción y consumo lineal se rige por los criterios de usar y tirar, generando un volumen de residuos afectando al medio ambiente. El modelo se basa en la explotación infinita de los recursos, sin embargo, la tierra es finito y el ritmo de la naturaleza no es compatible con este sistema económico.

La sociedad actual busca nuevos criterios económicos que relaciona la naturaleza con los recursos naturales. En este contexto nace la Economía Circular basado en el funcionamiento de la naturaleza, holístico: “Todo es nutriente de todo”. La economía circular y la mitigación el cambio climático guardan estrecha relación, porque este modelo económico busca el residuo cero, reduciendo considerablemente los impactos medio ambientales negativos.

El trabajo tiene un rendimiento de **objetivos** comunes y rendimiento de diferentes ajustes orgánicos, a diferentes dosis y en diferentes escenarios (suelo y agricultura indispensables) y otros tamaños temporales. Entre sí (corto, mediano y largo plazo) con el propósito de construir nuevos y tanques orgánicos estables en el suelo y el suelo, y así garantizar la estabilidad de la tierra agrícola y las áreas semiautomáticas. Se consideran diferentes estrategias de gestión: i) uso único de ajustes orgánicos para una dosis alta para restaurar el suelo abandonado sin la marina; ii) El uso de ajuste orgánico a dosis más bajas y continuamente para tierras agrícolas de las semi -finales. Se han planteado los siguientes objetivos específicos: Evaluar la estructura de la materia orgánica (sumideros de carbono) que se han formado a lo

largo del tiempo como consecuencia directa de la modificación orgánica, que contribuya al equilibrio con otros parámetros número que permita describir el estado de calidad y sanidad, tierras agrícolas y no agrícolas degradadas y buscar nuevos modelos de presentación e interpretación de los resultados obtenidos en el estudio del uso de fertilizantes orgánicos a corto, mediano y largo plazo mediante análisis de regresión. Los resultados del análisis estadístico global de los datos recibidos:

- El uso de fertilizantes orgánicos en terrenos no agrícolas y agrícolas conduce a mejoras significativas en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo en el que se aplican, independientemente de la preparación, tratamiento, dosis o tiempo transcurrido. Desde la revisión, todos estos factores influyen en el tamaño del impacto para los parámetros agronómicos, ecológicos y microbiológicos considerados. Por lo tanto, el análisis de componentes principales (PCA) realizado en suelos agrícolas y no agrícolas probados, tanto individualmente como en combinación, distingue claramente que el suelo tiene mejor calidad que los suelos no enmendados.

- El contenido de carbono orgánico total (TOC) de un suelo degradado se correlaciona estrecha y positivamente con la comunidad bacteriana y el contenido de nitrógeno total de ese suelo, y el contenido de TOC del suelo está influenciado por las propiedades cambiantes (contenido de carbono orgánico y energía eléctrica).

- El contenido de humus en estos suelos también estuvo estrechamente relacionado con el número de bacterias, la concentración de nitrógeno soluble en agua, la actividad de la ureasa y las propiedades de enmienda (contenido de carbono orgánico y conductividad eléctrica).

- El carbono orgánico total (TOC) en suelos descompuestos tiene una fuerte correlación positiva con las comunidades microbianas y el contenido de nitrógeno total de estos suelos, y el contenido de TOC del suelo depende en gran medida del tipo de fertilizante (contenido de carbono orgánico).

- El contenido húmico de estos suelos también está fuertemente correlacionado con los recuentos bacterianos, así como con la concentración de nitrógeno soluble en agua, la actividad de la ureasa y las propiedades aditivas (contenido de carbono orgánico y grado de acidez conductivo).

- Se ha demostrado que el contenido de C hidrosoluble está fuertemente influenciado por la dosis de suplemento utilizada, así como el N hidrosoluble y la actividad del ciclo de C y N,  $\beta$ -glucosidasa y glicina aminopéptidos.

En general, esto sugiere que el uso de fertilizantes orgánicos de diferentes orígenes y niveles de estabilidad en suelos semiáridos degradados agrícolas y no agrícolas puede mejorar la calidad y una mejor comprensión de las características agronómicas y sus relaciones. La diversidad microbiana no tiene un impacto negativo en el medio ambiente, siempre se basa en el uso de aditivos de alta calidad y un procesamiento adecuado. Este efecto sobre la calidad del suelo dependerá del tipo, tipo y dosificación del aditivo, así como de las propiedades (textura, propiedades físicas y fisicoquímicas) del suelo al que se aplica. Estudios a diferentes escalas de tiempo aseguran que los suelos semiáridos no se vuelvan impotentes.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

**Loayza (2020)** investigó la “Intensificación de la papa en Potreropampa, Andahuaylas, Apurímac provoca degradación de la fertilidad química y biológica del suelo”. (Universidad San Antonio de Abad). La producción del monocultivo intensivo de la papa y el uso de productos químicos para aumentar la efectividad causa daños graves del suelo y, junto con la calidad de vida de los fabricantes de Potreropampa y su **objetivo general** fue: Determinar las causas de la degradación de la fertilidad química y biológica de suelo por efecto del cultivo intensivo de la papa en Potreropampa, Andahuaylas, Apurímac. Para el método de investigación, utilizó el método de descripción porque realmente



describe la disminución de la fertilidad del suelo y la biología bajo los efectos del fortalecimiento de la papa. Por la naturaleza de la investigación, este tipo de investigación es fundamental porque parte del contexto teórico de conocer, describir, conectar o explicar la realidad.

Para determinar las propiedades químicas y biológicas del suelo, se realizaron análisis básicos de suelo en tres muestras de campo seleccionadas al azar, dependiendo de la intensidad de cultivo: (a) el suelo se cultivó durante un rango de 50 años - alta intensidad, (b) Suelo de 20 a 30 años. año - intensidad media y tierra recién cultivada menos de 2 años - intensidad baja. Se midieron parámetros de pH, macroelementos (N, P y K), oligoelementos (Fe, Mn y Zn), composición de partículas del suelo, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y contenido de materia orgánica. Produce propiedades químicas y biológicas del suelo.

Finalmente se realizó el análisis comparativo de los parámetros evaluados y las conclusiones fueron:

- Fertilidad química y biológica del suelo degradado, ya que los valores del análisis fisicoquímico hidrodinámico muestran valores diferentes para un N-P-K y CE.

N	optimo 7%	Potreropampa 2.12 %
P	optimo 10.1 a 20 ppm nivel medio	Potreropampa 10.8 ppm
P	optimo 20 a 30 ppm nivel alto	
K	optimo 42 a 150 ppm	Potreropampa 35 a 65 ppm
C.E	optimo 1.7 a 4ds/m	Potreropampa 0.6 a 0.17 ds/m

- La intensidad de siembra de papa en Potreropampa se ve afectada por la cosecha y los altos precios de la papa en el mercado local. Resulta que los productores de papa no rotan los cultivos todos los años y usan químicos agrícolas y fertilizantes inorgánicos para aumentar los rendimientos.

- El efecto potenciador de Potreropampa se demuestra a bajo KE debido a la ausencia de sales orgánicas e inorgánicas en el suelo.

**Illatopa (2017)** en su trabajo “Incorporación de abonos orgánicos en la recuperación de suelos agrícolas degradados en Panao - Huánuco”, (Universidad Nacional Hermilio Valdizán) evaluó el efecto de la aplicación de tres abonos orgánicos en la recuperación de suelos agrícolas degradados por el monocultivo intensivo del cultivo de papa en Purupampa - Panao, su **objetivo general** era evaluar el impacto del uso de fertilizantes orgánicos en tierras agrícolas degradadas en Panao y tenía como objetivo específico evaluar el impacto del uso de fertilizantes orgánicos en las características del suelo, las propiedades físicas y químicas de las tierras agrícolas degradadas, para evaluar el impacto de aplicación de humus en las propiedades físicas y químicas de las tierras de cultivo degradadas y para evaluar el impacto de las inclusiones de excrementos de aves de las islas en las propiedades físicas y químicas de las tierras de cultivo degradadas. Los tratamientos fueron T1 (50 Kg/parcela de compost), T2 (50 Kg/parcela de humus), T3 (33 Kg/parcela de guano de isla) y T4 (testigo, 0 Kg/parcela), aplicados después del primer análisis de suelo. El tratamiento utiliza un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), 4 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 16 unidades experimentales. El método estadístico fue el análisis de varianza (ANDEVA) para determinar la significación estadística entre repeticiones y tratamientos al 5% y 1%, y se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% y 1% para comparar las medias de los resultados:

Compost: La aplicación del compost no produjo efectos significativos en las propiedades físicas del suelo con 21,25 % de arena, 46,00 % de limo y 32,75 % de arcilla, estadísticamente similares a los demás tratamientos. Sin embargo, en las propiedades químicas tuvo un pH de 5,44 estadísticamente igual al testigo 5,21, pero diferente al humus y guano de isla que obtuvieron valores de 5,49 y 5,48 respectivamente; y en cuanto al contenido de materia orgánica fue bajo

con 1,96 %, tercer lugar, estadísticamente similar al testigo con 1,90 %, pero diferente al guano de isla y humus que alcanzaron a 2,62 % y 2,04 %. Respecto a los macronutrientes el contenido de nitrógeno fue medio para el guano de isla con 0,12 % y bajo para el compost, humus y testigo con 0,09 %; en fósforo destacó el guano de isla con 7,30 ppm; en potasio también el guano de isla alcanzó a 79,49 ppm, seguido del compost, humus y testigo 79,22 ppm, 78,19 ppm y 76,09 ppm respectivamente.

En cuanto a micronutrientes el contenido de calcio en el suelo ocupó el segundo lugar con 5,54 %, pero no difiere estadísticamente del humus, guano y testigo; en magnesio ocupó el primer lugar con 1,78 % presentando diferencias estadísticas con los demás tratamientos y en las bases cambiables 7,92 % también con diferencias estadísticas frente a los demás tratamientos.

Humus: Los resultados de la aplicación del humus tampoco tuvo un efecto significativo en las propiedades físicas del suelo cuyos valores de 20,25 % arena, 49,75 % limo y 30,00 % arcilla, estadísticamente similares a los demás tratamientos. En cambio, en las propiedades químicas obtuvo un pH de 5,49 estadísticamente similares al guano de isla con 5,48 y diferente al compost y testigo con 5,44 y 5,21 respectivamente; y en el contenido de materia orgánica alcanzó el nivel medio con 2,04 % y el guano de isla ocupó el primer lugar con 2,62 %, mientras que el compost y el testigo tuvieron nivel bajo con 1,96 % y 1,90 %. En cuanto a los macronutrientes el contenido de nitrógeno en el suelo fue bajo con 0,90 %, similares al compost y testigo, y medio para el guano de isla con 0,12 %; en fósforo alcanzó a 5,71 ppm mientras que el guano de isla y compost con 7,30 ppm y 6,50 ppm, que difieren estadísticamente al humus y testigo con 5,33 %; en potasio ocupó el tercer lugar con 78,19 ppm, siendo superior el guano de isla y el compost con 79,49 ppm y 79,22 % respectivamente, estadísticamente superior al testigo que alcanzó 76,09 %.

En cuanto a micronutrientes en el contenido de calcio ocupó el tercer lugar con 5,18 %, pero no difiere estadísticamente del guano y

testigo; en magnesio ocupó el tercer lugar con 1,38 % y en las bases cambiables fue de 7,45 % con diferencias estadísticas frente al guano y testigo con 6,92 % y 6,75 % respectivamente, pero no al compost que obtuvo 7,92 %.

Guano de isla: Los resultados de la aplicación del guano de isla no tuvo un efecto significativo en las propiedades físicas del suelo al obtener 20,13 % arena, 48,25 % limo y 31,63 % arcilla, similar a los demás tratamientos y no difieren estadísticamente. En las propiedades químicas obtuvo un pH de 5,48 estadísticamente igual al humus con 5,49 y diferente al compost y testigo con 5,44 y 5,21 respectivamente; y en cuanto a materia orgánica ocupó el primer lugar con nivel medio de 2,62 %, seguido del humus con 2,04 %, mientras que el compost y el testigo con nivel bajo de 1,96 % y 1,90 %. En cuanto a los macronutrientes el contenido de nitrógeno fue de nivel medio con 0,12 %, mientras que el humus, compost y testigo tuvieron un nivel bajo con 0,09 %; en fósforo ocupó el primer lugar con 7,30 ppm seguido del compost con 6,50 ppm y difieren estadísticamente al humus y al testigo que obtuvieron 5,71 ppm y 5,33 ppm; en potasio alcanzó a 79,49 ppm, seguido del compost y humus con 79,22 ppm y 78,19 ppm, superando estadísticamente al testigo que alcanzó 76,09 ppm. Los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio demuestran que el suelo está degradado.

En cuanto a micronutrientes en el contenido de calcio en el suelo los resultados no difieren estadísticamente, pero ocupó el primer lugar con 5,79 %; en magnesio ocupó el segundo lugar con 1,51 % y en las bases cambiables fue de 6,92% superior al testigo que obtuvo 6,75 % y difiere estadísticamente del compost y humus que obtuvieron 7,92 % y 7,45 % respectivamente.

**Torres (2017)** investigó “El uso de abonos orgánicos en el suelo para la disposición final de los residuos sólidos municipales y su efecto en las propiedades fisicoquímicas y formación de materia seca del maíz (*Zea Mays L.*). Tunan San Jerónimo, 2017”. (Universidad Continental). Tuvo como **objetivo general** determinar las propiedades fisicoquímicas

del suelo para la disposición final de los residuos sólidos municipales y formación de materia seca de maíz (*Zea Mays L.*) variedad San Jerónimo después de la fertilización con orgánicos T1 (compost), T2 (estiércol de vaca), T3 (humus de insecto) y T4 (testigo, sin abono orgánico) utilizando un diseño de bloques completamente al azar, 4 tratamientos y 3 repeticiones, totalizando 12 unidades de ensayo. Antes de aplicar los tratamientos se evaluaron los parámetros de textura, pH, materia orgánica, carbonato de calcio y capacidad de intercambio catiónico, y al final del experimento se adicionaron los mismos parámetros a la materia seca del maíz y se midió la fracción de aire. materia seca de maíz en gramos. Los resultados de las propiedades físicas y químicas mostraron que el pH osciló entre  $7.517 \pm 0.107$  ~  $7.807 \pm 0.074$ , siendo ligeramente alcalino; el contenido de carbonato de calcio varió de  $3367 \pm 1266\%$  a  $5733 \pm 1122$ , y no hubo diferencias significativas entre los tratamientos  $\pm 1,131\%$  (nivel bajo, control) y  $5,277 \pm 2,103\%$  (nivel alto, compost), ya que la adición de abono orgánico, materia orgánica aumentó de  $31,47\%$  a  $64,91\%$ ; la capacidad de intercambio de cationes varió de  $14\ 827 \pm 1\ 868$  meq/100 (control) a  $17\ 173 \pm 1\ 124$  meq/100 g (humus de lombriz), que fue moderadamente alta; en todos los tratamientos la relación arena, limo y arcilla no varió significativamente, con valores de  $48.333 \pm 3.06\%$  a  $52.333 \pm 3.06\%$ ,  $26.67 \pm 1.155\%$  a  $30.00 \pm 2.00\%$  y  $22.33 \pm 2.06\%$  a  $21.0\%$ . Los parámetros evaluados corresponden a las condiciones de suelo medianamente fértil. En las partes aéreas del maíz, la producción de materia seca osciló entre  $110\ 000 \pm 45\ 826$  g/2,1 m<sup>2</sup> y  $141\ 667 \pm 109\ 810$  g/2,1 m<sup>2</sup>, sin diferencias significativas entre los tratamientos con fertilizante orgánico.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

**Ríos (2015)** Huánuco, Realizó la investigación: “Efectos de aplicación del Bocashi en el crecimiento del Sacha Inchi (*Piukenetia volubilis* L.) y recuperación de un suelo degradado en el Distrito de Daniel Alomia Robles”, (Universidad Nacional Agraria de la Selva); tuvo como **objetivo** la evaluación del efecto del abono bocashi en la fertilidad del suelo degradado por acides. La investigación es de naturaleza experimental, utilizando diferentes tratamientos para lograr los objetivos establecidos. Resultados para T3 (400 g de bocashi por planta): 0% de mortalidad y altura de Sacha Inchi 184 cm; estoy mejorando el pH del suelo elevándolo de 4,3 a 5,2; materia orgánica del 2% al 5,3%; N 0,09% a 0,24%, P 7 ppm a 11,38 ppm; logramos reducir la acidez variando de 69.01% a 4.94%

**Guerra (2018)** Huánuco, Realizó la investigación: “Recuperación de suelos degradados en ex cacaos y su valoración económica mediante el cultivo *Inga edulis* c. *Martius* “Huaba” en Ricardo Palma - Tingo María 2017” (Universidad Nacional Hermilio Valdizán); su **objetivo** fue evaluar la resiliencia de suelos degradados por cultivos de coca mediante la siembra de *Inga edulis*; es necesario establecer la presencia de una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se realizó un análisis físico y químico del suelo. El tipo de estudio es experimental, utilizando diferentes tratamientos; determinar la eficacia de la aplicación de la metodología de investigación. Los resultados mostraron que después de 4 años de plantar *Inga edulis*, el suelo degradado estaba regenerado y apto para uso agrícola y podía contener macronutrientes y micronutrientes en niveles aceptables. Concluimos que el cultivo de *Inga edulis* en suelos degradados por el cultivo de coca es factible porque imparten fertilidad a suelos que se degradan con el tiempo.

## 2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. ESTIÉRCOL

El estiércol animal es un recurso valioso para la gestión sostenible y ecológica del suelo. Se utiliza con mayor eficacia junto con otras prácticas sostenibles como la rotación de cultivos, cultivos intercalados, abono verde y cal. En la producción orgánica, el estiércol se suele aplicar en forma de estiércol fresco (fresco o seco) o compost (Kuepper, 2003).

El estiércol puede agregar importantes nutrientes para las plantas (nitrógeno, potasio y fósforo, conocidos colectivamente como NPK) al suelo y mejorar la calidad del suelo. El compostaje de estiércol crudo mediante la adición de otras materias primas y arena para animales promueve la descomposición y produce un producto final rico en humus que prácticamente no contiene amoníaco ni nitratos disueltos. Este producto final mejorará la fertilidad del suelo (Evanylo, 2008).

**Figura 1**  
*Sacos de estiércol de cuy seco*



Nota. El estiércol se suele aplicar en forma de estiércol fresco o seco (Kuepper, 2003).



### 2.2.2. SUELO

Es una entidad porque tiene vida en ella; tridimensional, porque la longitud, la anchura y la profundidad son visibles; trifásica, ya que existen fases sólida, líquida y gaseosa; dinámico, porque los suelos están constantemente sometidos a cambios físicos y reacciones químicas (Sánchez, 2000).

Como resultado, el suelo difiere del material original en textura, estructura, consistencia, color, propiedades químicas, biológicas y físicas. (FAO, 2011).

### 2.2.3. DEGRADACIÓN FÍSICA DEL SUELO

La degradación también ocurre bajo la influencia del viento, que arroja la capa superior del suelo, generalmente en regiones desérticas y áridas; por otro lado, la erosión de los acuíferos, que afecta directamente la fertilidad del suelo por el lavado de sedimentos inducido por las precipitaciones (RAAA, 1999).

Se refiere a lo contrario de los cambios pretendidos que sufre el suelo, afectando las propiedades físicas del suelo, con respecto a los efectos del agua, aire, desplazamiento de nutrientes y crecimiento de raíces (Piscitelli, 2015).

**Figura 2**  
*Degradación de suelos agrícolas*



Nota. La remoción de vegetación cambia las propiedades físicas del suelo. (RAAA, 1999).

#### 2.2.4. DEGRADACIÓN QUÍMICA DEL SUELO

El uso accidental de pesticidas en las plantaciones puede llevar a la degradación del suelo debido a cambios en las propiedades químicas del suelo, tales como capacidad de intercambio catiónico reducida, acidificación, deficiencia de nutrientes, salinización, acumulación de compuestos orgánicos, etc.; estos compuestos pueden almacenarse por diferentes períodos de tiempo sin degradación química (RAAA, 1999).

#### Figura 3

*Degradación de suelos agrícolas por fertilizantes*



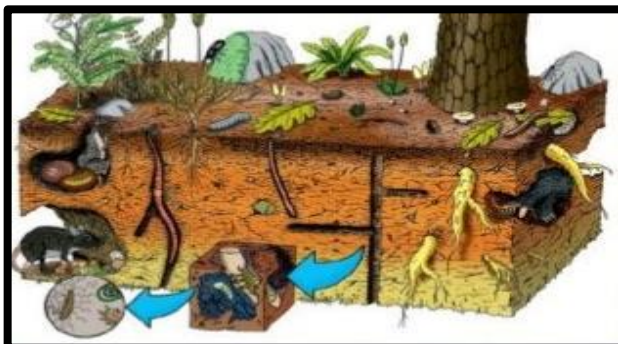
Nota. El uso accidental de pesticidas en las plantaciones puede llevar a la degradación del suelo debido a cambios en las propiedades químicas del suelo (RAAA, 1999).

#### 2.2.5. DEGRADACIÓN BIOLÓGICA DE SUELOS

La reducción del contenido de humus, la capa superior del suelo, la reducción de microorganismos benéficos y por ende la disminución de la fertilidad del suelo, se debe a la liquidación de la cubierta vegetal en el suelo y al uso excesivo de agroquímicos (RAAA, 1999).

#### Figura 4

*Degradación biológica del suelo*



Nota. Microorganismos presentes dentro del suelo.

## 2.2.6. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA

Las papas, que hoy se cultivan como uno de los cultivos más comestibles del mundo, se domesticaron por primera vez en las tierras altas de los Andes peruanos. Su cultivo data de hace 7.000 años con base en evidencias arqueológicas, principalmente de culturas preincaicas. Las patatas se introdujeron en Europa desde América del Sur a finales del siglo XVI, pocos años después del descubrimiento y conquista de Perú. La papa cultivada y sus parientes silvestres se caracterizan por una alta diversidad genética. Se han identificado más de 200 especies tubulares silvestres del género *Solanum*, agrupadas en series poliploides a haploides. (Chávez, 2019).

El cultivo de la papa ha jugado un papel importante en la nutrición humana a lo largo de la historia, originándose en el lago Titicaca en la frontera entre los actuales Perú y Bolivia. Con el tiempo, la gente de los Andes cultivó cientos de variedades de papa, y el cultivo de papa se extendió por casi toda la región andina, ocupando las tierras altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. (El Halcón, 1994).

**Figura 5**  
*Tubérculo en producción*



Nota. Se han identificado más de 200 especies tubulares silvestres del género *Solanum*, agrupadas en series poliploides a haploides. (Chávez, 2019).

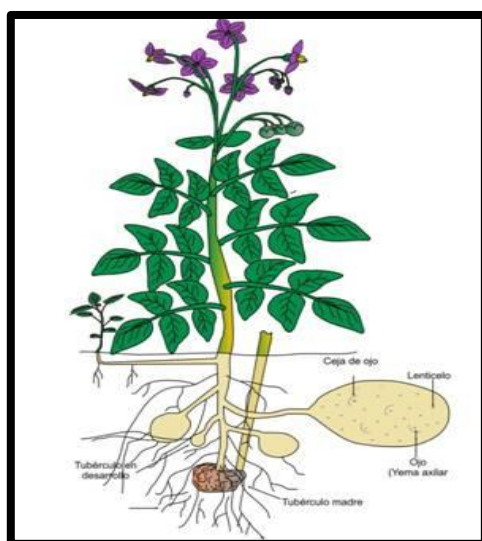
## 2.2.7. FISIOLÓGÍA DE LA PAPA

La etapa fisiológica del tubérculo se puede definir como el estado fisiológico del tubérculo en un momento dado. El desarrollo de tubérculos-semillas de semillas inmaduras a semillas maduras se conoce fisiológicamente como senescencia fisiológica. El período de latencia se define como el intervalo de tiempo entre la formación del tubérculo y el desarrollo de las yemas. La duración del período de latencia depende de: la raza; temperatura durante la temporada de crecimiento; nivel de madurez en la cosecha; Temperaturas de almacenamiento; daño al tubérculo. (Virsema, 1979).

El trabajo con los bulbos comienza en el campo antes de la cosecha y continúa hasta que se plantan los bulbos. La producción de semillas sanas se basa en tres principios sanitarios: (i) aislamiento, que implica colocar los lotes de semillas lejos de los campos comerciales de papa para evitar la transferencia de plagas y la propagación de enfermedades; (ii) conservación, que es una combinación del uso de plaguicidas y prácticas culturales para proteger los cultivos de las plagas; y (iii) control mediante la destrucción de tubérculos y otras plantas (Naranjo, 1978).

### Figura 6

*Planta de papa con tubérculo en desarrollo*



Nota. Las plantas de patata se propagan vegetativamente por tubérculos. (Velásquez, 2006).

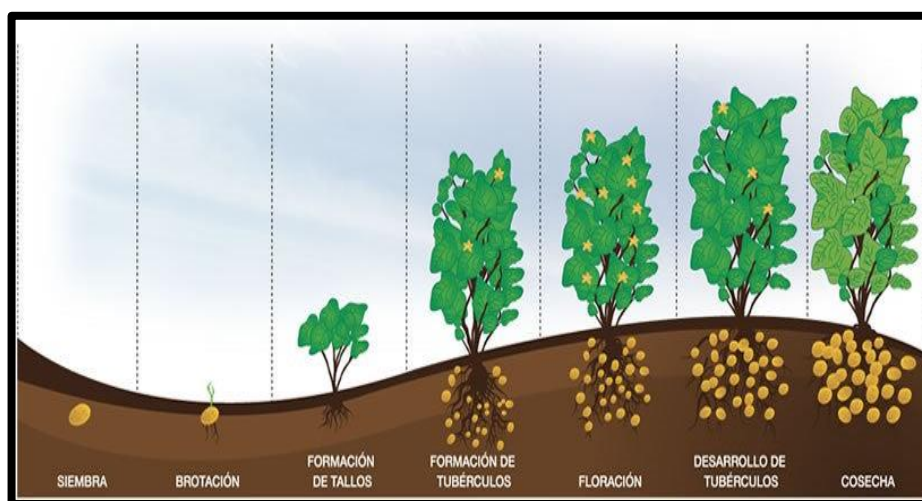
## 2.2.8. TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA

Las plantas nunca deben tener sed, especialmente al principio, ya que esto puede reducir el rendimiento en una cuarta parte. Durante la formación de tubérculos de papa, una hectárea de campo puede requerir hasta ochenta metros cúbicos de agua por día. Demasiada humedad tampoco es buena porque la planta puede enfermarse. En cuanto al suelo, prefiere suelos blandos y aireados. El suelo arenoso es mejor para las papas que el arcilloso. La mejor temperatura para el crecimiento de los brotes es entre 20 y 25°C. (Martínez, 2012).

El uso de bulbos de buena calidad asegura un buen crecimiento de los cultivos y altos rendimientos, a la vez que brinda mayor seguridad y brinda mayores oportunidades de altos rendimientos y mayores ingresos económicos para las familias de la papa. (MINAGRI 2020).

### Figura 7

*El cultivo de la papa y la importancia del agua*



Nota. La mejor temperatura para el crecimiento de los brotes es entre 20 y 25°C. (Martínez, 2012).



## 2.2.9. IMPACTOS AL AMBIENTE DE FERTILIZANTES

La agricultura tradicional está basada en el uso de fertilizantes minerales solubles para la obtención de mejores rendimientos. Pero, sin embargo, este uso excesivo ha resultado en: eutrofización, intoxicación del agua, contaminación de las aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrio de la biodiversidad y pérdida de la biodiversidad. (González, 2019).

Los principales efectos negativos de los fertilizantes sobre el agua son: la escorrentía, las aguas subterráneas y las aguas superficiales. Efectos negativos sobre el suelo: cambio de pH, disminución de la estructura del suelo y microflora. Finalmente, la exposición al aire se debe principalmente a una fertilización inadecuada (González, 2019).

### Figura 8

*La urea, el químico más contaminante que el CO<sub>2</sub>*



Nota. La agricultura tradicional está basada en el uso de fertilizantes minerales solubles para la obtención de mejores rendimientos. (González, 2019).

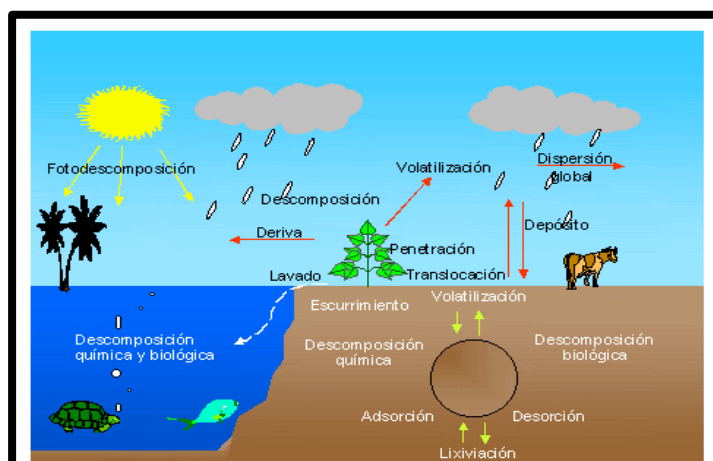
## 2.2.10. IMPACTOS AL AMBIENTE DE PESTICIDAS

La contaminación ambiental por pesticidas ocurre principalmente debido a la aplicación directa a los cultivos, lavado inadecuado de los tanques de almacenamiento, fugas de los tanques de almacenamiento y vertederos, derrames accidentales y uso de pesticidas, como también mal uso de las personas al almacenar repetidamente agua y alimentos en sus hogares porque son a en muchos casos perjudiciales para la salud. Los residuos de estos pesticidas ingresan a nuestro medio ambiente y contaminan los sistemas bióticos (especialmente animales y vegetales) y abióticos (suelo, aire y agua), amenazando su estabilidad y amenazan la salud pública. Factores como las propiedades físico-químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas del suelo, las condiciones hidrometeorológicas de la zona y determinan el camino que toman hacia el medio ambiente. (RCHE, 2014).

Debido a sus propiedades tóxicas, el tratamiento con pesticidas es un método comúnmente utilizado cuando controlas organismos para nada deseados en los campos agrícolas. Su uso es una práctica riesgosa que no se aprovecha lo suficiente para gestionar el medio ambiente y la salud (Torres, 2013).

**Figura 9**

*Plaguicidas: Características y transportes en el ambiente*



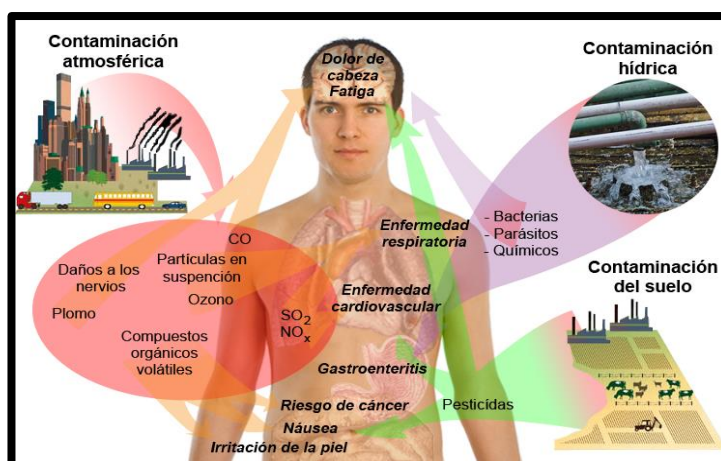
Nota. Factores como las propiedades físico-químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas del suelo, las condiciones hidrometeorológicas de la zona y determinan el camino que toman hacia el medio ambiente. (RCHE, 2014).

## 2.2.11. IMPACTOS A LA SALUD DE FERTILIZANTES

Los plaguicidas plantean graves riesgos para la salud del usuario. Las actividades de interés son: mezclar y usar pesticidas, comer alimentos que contengan residuos y beber agua que contenga residuos. Estas actividades han resultado en algunos envenenamientos accidentales e incluso en el uso rutinario de pesticidas, que pueden amenazar la salud humana como a corto y a largo plazo. Se estima que 25 millones de personas que trabajan en la agricultura en todo el mundo están expuestos al envenenamiento no intencional por pesticidas cada año. (González, 2019).

Los estudios muestran que usar pesticidas conlleva a estar asociado con múltiples enfermedades como pueden ser: cáncer, leucemia, enfermedad de Parkinson, asma, trastornos neuropsicológicos y cognitivos, etc. También establece que algunos efectos sobre la salud dependerán de: la exposición, la concentración y el grupo de edad (niños, mujeres embarazadas, trabajadores agrícolas y ancianos). (González, 2019).

**Figura 10**  
*Efectos de la contaminación a la salud*



Nota. Minsal, Gobierno de Chile 1998 demuestra que los agroquímicos fueron desarrollados para tratar de solucionar el problema en beneficio de la humanidad.



### **2.2.12. VACAZA O ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO**

La estructura de la vaca es lo suficientemente buena para hacer compost orgánico, pero se mejora agregando fibra seca porque generalmente es un estiércol bastante húmedo con una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 20-30/1 y más. se puede producir compost orgánico en 2-5 meses. (U.E, 2012)

El estiércol animal sin procesar es un importante reservorio de contaminación ambiental, debido a que es uno de los más importantes contaminantes del suelo, aguas subterráneas y gases de efecto invernadero, pero su composición física y química; 12% materia seca, 15% ceniza, 2% nitrógeno (N), 0% fósforo (P), 1,2% potasio (K) y 1,1% calcio (Ca); Es ideal para la producción de compost orgánico y fertilizantes para plantas. (Pedraza, 1986).

### **2.2.13. ESTIÉRCOL DE CUY**

La cuyaza como es conocida, es un subproducto que tiene excelentes propiedades como abono orgánico y es indispensable en la producción de composta orgánica, porque aumenta la capacidad de absorción de agua, retiene bastante la humedad y su contaminación al medio ambiente es en 0 y sobre todo no es venenoso (Alarcón, 2016).

Este estiércol es un tipo de abono orgánico que contiene diversos elementos al convertirse en abono orgánico; esencial en el desarrollo de la vegetación y esta materia orgánica tiene que recibir un buen proceso de descomposición para poder obtener un mejor rendimiento y un alto valor nutritivo de los cultivos, también se menciona que su composición química de materia seca (MS) es 1%, Nitrógeno (N) 0.6%, fósforo (P) 1,7%, potasio (K) 0,2%, calcio (Ca) 0,6% y magnesio (Mg) 0,2%, valores óptimos para la formación del proceso de descomposición aeróbica del compost orgánico. (Rojas, 2015).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Degradación de suelo:** Alteración de sus propiedades físicas, químicas y biológicas naturales con la consiguiente reducción y pérdida potencial y actual de su capacidad productiva de bienes y servicios sociales, económicos, ambientales y mitigación del cambio climático. Las causas son la deforestación y cambio de uso, el sobrepastoreo, las actividades mineras e industriales, inadecuado manejo de los suelos y a la aplicación de prácticas de la agricultura moderna, industrial, comercial o empresarial que ha generado erosión, degradación y desertificación del suelo, pérdida de la biodiversidad, problemas ambientales y aceleración del cambio climático. Se basa en el monocultivo intensivo de variedades de alto rendimiento, uso de híbridos y semillas mejoradas (afectan el material genético local y la biodiversidad), mecanización intensiva, uso intensivo de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas afectan la fauna y flora benéfica, contaminación de los suelos y fuentes de agua), dependencia de la energía fósil (lubricantes y combustibles), ausencia de prácticas de conservación de suelos (curvas a nivel, barreras de contención, cobertura vegetal, rotación de cultivos), sistemas de riego complejos e inadecuado manejo (tierras irrigadas en el mundo y en el país han desarrollado problemas de lixiviación, salinización, compactación y anegamiento) y grandes inversiones (no accesibles para pequeños y medianos agricultores).

**Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** La capacidad de intercambio catiónico es una medida de la carga negativa en la superficie de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o humus) y los cationes que pueden retener en la superficie (Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub>, etcétera.). En la solución del suelo, se intercambian por otros cationes o iones de hidrógeno liberados por las raíces. El nivel de CIC indica, por ejemplo, la capacidad del suelo para unir cationes, la disponibilidad de nutrientes para la planta y su pH potencial. Los suelos con valores bajos de CIC indican mala unión de nutrientes, arena o materia orgánica pobre. La unidad de CIC es la carga en centimoles por kilogramo de suelo (cmol/kg).

**Nutrientes para las Plantas:** La cantidad de nutrientes en el suelo determina la capacidad de nutrir a los organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas a menudo se dividen en macronutrientes y micronutrientes según sus requisitos para el crecimiento de las plantas. Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades e incluyen carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S). Por otro lado, los oligoelementos son necesarios en pequeñas cantidades, cuya deficiencia puede provocar deficiencia y toxicidad, es decir, hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl).

**Nitrógeno del Suelo:** Porcentaje del Nitrógeno – Base. El nitrógeno (N) del suelo es uno de los elementos más importantes en la nutrición vegetal, siendo el más común en la tierra. Las plantas absorben este amonio en forma de catión  $\text{NH}_4$  o el nitrato como anión  $\text{NO}_3$ . Aunque está ampliamente distribuido en la naturaleza, se encuentra en forma inorgánica y, por lo tanto, no puede absorberse directamente. El nitrógeno también tiene formas gaseosas, pero son muy pequeñas y difíciles de detectar, como el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y el nitrógeno molecular. suelo a atmósfera ( $\text{N}_2$ ).

**Desequilibrio de nutrientes:** Esto ocurre cuando el suministro de nutrientes (a través de aditivos químicos y fertilizantes orgánicos u otras fuentes) es i) insuficiente para el crecimiento y rendimiento de las plantas, o ii) demasiado en el momento de la cosecha. Las deficiencias nutricionales aumentan la inseguridad alimentaria. El exceso de nutrientes reduce significativamente la calidad del agua y libera gases de efecto invernadero especialmente óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) a la atmósfera debido a las actividades agrícolas.

**Acidificación del suelo:** Disminución del pH del suelo debido a la acumulación de iones de hidrógeno y aluminio en el suelo y la pérdida asociada de cationes esenciales como calcio, magnesio, potasio y sodio debido a la eliminación del suelo.

**Pérdida de la biodiversidad del suelo:** Disminución de la diversidad de microorganismos y macroorganismos presentes el suelo.

**Contaminación del suelo:** La adición de productos químicos o materiales al suelo tiene un efecto adverso significativo en cualquier organismo o función en el suelo. La contaminación se puede definir como cualquier producto químico o material que está fuera de lugar o en concentraciones superiores a las normales.

**Erosión del suelo:** La remoción del suelo por el agua, el viento o la agricultura. La erosión hídrica ocurre principalmente cuando la escorrentía superficial se lleva partículas del suelo que son desplazadas por la lluvia o el agua superficial, a menudo creando canales bien definidos como trincheras o depresiones. La erosión eólica ocurre cuando el suelo desnudo, poroso y seco está expuesto a fuertes vientos y las partículas del suelo son barridas del suelo y transportadas a otros lugares. La erosión del suelo es el movimiento directo del suelo hacia abajo por el equipo agrícola, redistribuyendo el suelo en el campo. La erosión es un proceso natural, pero la actividad humana a menudo aumenta o acelera la tasa de erosión.

**La pérdida de carbono orgánico del suelo (COS):** Pérdida de carbono orgánico almacenado en el suelo; esto se debe en gran parte a i) la conversión del carbono del suelo en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o metano (CH<sub>4</sub>), ambos gases de efecto invernadero, y ii) la pérdida física del carbono del suelo debido a la erosión. El carbono orgánico del suelo (COS) es reconocido mundialmente como un factor clave en la salud del suelo, una parte importante del ciclo del carbono y un componente crucial en la mitigación del cambio climático.

**Regar la tierra o anegamiento del suelo:** Cuando la tierra está muy húmeda y no hay suficiente oxígeno en los poros para que las raíces respiren bien. Otros gases que son perjudiciales para el crecimiento de las raíces, como el dióxido de carbono y el etileno, también se acumulan en la zona de las raíces y afectan a las plantas. Muchos suelos están naturalmente saturados con agua, y esto solo se considera un peligro cuando los suelos

previamente aeróbicos (por ejemplo, con suficiente oxígeno en los espacios porosos) se humedecen.

**Biol:** Es el resultado del estiércol fermentado, agua y otros componentes como resultado en la descomposición y transformación química de restos y/o residuos orgánicos en ambiente anaeróbico. Después de salir del biodigestor, este material ya no huele y no atrae insectos utilizados en el suelo.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**Ha:** El uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L), mejorará las propiedades físicas, químicas y biológicas e incrementará el rendimiento de tubérculos por hectárea, Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.

**H0:** El uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), no mejorará las propiedades físicas, químicas y biológicas y no incrementará el rendimiento de tubérculos por hectárea, Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

**Ha1:** El uso de 40 kg/ha de estiércol de cuy tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado e incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

**H01:** El uso de 40 kg/ha de estiércol de cuy no tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado y, no incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

**Ha2:** El uso de 32 kg/ha de estiércol vacuno tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado e incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

**H02:** El uso de 32 kg/ha de estiércol vacuno no tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado y, no incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

**Ha3:** El uso de 24 kg/ha de estiércol caprino tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado e incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

**H03:** El uso de 24 kg/ha de estiércol caprino no tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado y, no incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Suelo

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Estiércol (cuy, vacuno y caprino)

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 2**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
<b>Variable Dependiente:</b> Suelos Degradados	Un suelo degradado puede entenderse como una pérdida del equilibrio de aquellas propiedades que limitan su productividad. La salud de un suelo degradado es incapaz de proporcionar los productos y servicios normales del suelo asociados con su ecosistema.	Esto se manifiesta de forma física (erosión), química (falta de nutrientes, acidez, salinidad, etc.) y biológica (falta de sustancias orgánicas del suelo).	Propiedades Físicas	Textura Estructura	% %	Serán analizadas en el laboratorio de la UNAS, con diferentes instrumentos según sea el caso para la determinación de diversos indicadores.
			Propiedades Químicas	pH M.O. N P K	rangos % % ppm ppm	
			Propiedades Biológicas	Microfauna	UFC/g	
<b>Variable Independiente:</b> Estiércol	El estiércol se conoce como estiércol y se utiliza para fertilizar los cultivos y, en ocasiones, se compone de más de un tipo de desechos orgánicos, como el estiércol y los residuos de desechos, como en el caso de la paja.	Se usa comúnmente para que mejore el suelo su fertilidad y aumente la cantidad de microbios y nutrientes que las plantas necesitan para enraizar y crecer.	Tratamientos	T1 caprino T2 vacuno T3 cuy T0 testigo	kg /ha kg/ha kg/ha sin aplicación	Se analizarán las muestras un antes y un después en los laboratorios de la UNAS. Balanza

*Nota.* Variables dependientes e independientes del trabajo de investigación.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo aplicada porque generó nuevos conocimientos en el manejo del recurso suelo, que contribuirá a solucionar problemas de la degradación de los suelos y a la reducción de la contaminación ambiental por el uso de fertilizantes inorgánicos, y a la mitigación del cambio climático.

#### 3.2. ENFOQUE

Según (Hernández – Sampieri, 2010) nuestra investigación (tesis) ofrece un enfoque cuantitativo porque utilizó la estadística, análisis y mediciones fenomenológicas.

#### 3.3. DISEÑO METODOLÓGICO

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 tratamientos, 4 repeticiones y 16 unidades experimentales. Los datos de los factores estudiados se evaluaron mediante métodos ANOVA para determinar la significación estadística entre el 5 % de repeticiones y los tratamientos. La prueba de rangos múltiples de Duncan con niveles de significancia del 5% y 1% se usó para comparar las medias de los tratamientos.

**Tabla 3**  
*Análisis de ANVA para “Grados de Libertad”*

FUENTE DE VARIACIÓN		G.L		
Tratamientos	$T - 1$	=	$4 - 1$	= 3
Error	$T (R - 1)$	=	$4(4 - 1)$	= 12
Total	$RT - 1$	=	$4.4 - 1$	= 15

*Nota.* Análisis de ANVA, elaboración del investigador, 2022.



Dónde: R : Repeticiones  
 T : Tratamientos  
 G.L: Grado de libertad

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.4.1. POBLACIÓN

Fueron los suelos degradados del experimento donde se aplicaron los tratamientos y se sembró la papa, variedad Yungay.

**Tabla 4**

*Tratamientos en estudio*

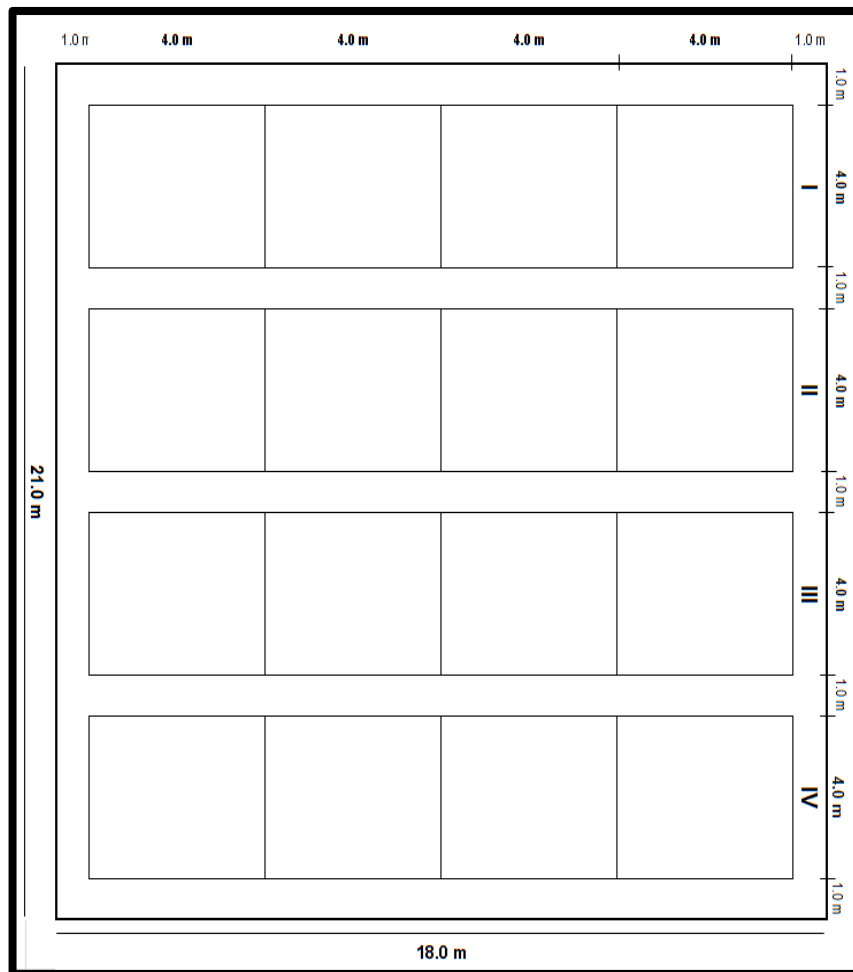
<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Aplicación</b>
<b>T1</b>	cuy	40 kg/ha	Después del primer análisis de suelo
<b>T2</b>	vacuno	32 kg/ha	Después del primer análisis de suelo
<b>T3</b>	caprino	24 kg/ha	Después del primer análisis de suelo
<b>T0</b>	Testigo: Sin aplicación	Sin aplicación	Sin aplicación

*Nota.* Tratamientos en estudio.

#### 3.4.2. MUESTRA

Se demarcó el área experimental con sus respectivos bloques y parcelas experimentales, de cada parcela antes de la aplicación de los tratamientos y al finalizar el cultivo de papa, se tomaron las muestras de un kilogramo en forma aleatoria y fueron trasladados al laboratorio de suelo para los análisis físico, químico y biológico respectivo.

**Figura 11**  
*Campo experimental*



Nota. Descripción del campo experimental.

### **Descripción del campo experimental**

#### **Campo experimental:**

Largo	:	21 m
Ancho	:	18 m
Área total	:	378 m <sup>2</sup>
Área experimental	:	256 m <sup>2</sup>
Área total de caminos	:	122 m <sup>2</sup>

#### **Bloque:**

Numero de bloques	:	4 u
Largo de bloque	:	21 m
Ancho de bloques	:	18 m

Número de tratamiento/bloque	:	4 u
Área total de bloques	:	378 m <sup>2</sup>

**Parcela experimental:**

Número total parcelas	:	16 u
Largo	:	4 m
Ancho	:	4 m
Área experimental	:	16 m <sup>2</sup>
Número de surcos	:	4 u
Distancia entre surco	:	1 m
Distancia entre planta	:	0.4 m
Número de plantas	:	40 u

### **3.5. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.5.1. TÉCNICA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **Fichaje (etapa preliminar) y análisis de contenido**

Se hizo un estudio preliminar para explorar el contexto de recolección de datos (bibliografía) para considerar el proceso a seguir que nos orientó en la redacción y realización del trabajo de investigación.

##### **Etapas de campo**

Para la realización del proceso experimental del trabajo de investigación: “Uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*), en la Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022”. Se ejecutaron diversos procesos y actividades en campo, los cuales se describen a continuación:

• **Procedimiento de toma de muestras (inicial)**

**Figura 12**

*Toma de muestra de suelo inicial*



Se tomaron 6 muestras simples por el área de estudio, con las que se formó 2 muestras complejas, de un 1kg cada uno, los cuales fueron llevados a los laboratorios de suelos de la UNAS para su respectivo análisis (físico-químico y biológico). (Detallando que, para el muestreo de un suelo agrícola, la toma de muestra es de 0 a 30 cm de profundidad). D.S. N° 002-2013-MINAM (2013).

**Tabla 5**

*Rotulado y Etiquetado de las muestras*

---

**ETIQUETA DEL MUESTREO DE SUELO**

---

Código de muestra:

Lugar de muestreo:

Muestreado por:

Parámetros a utilizar en laboratorio:

P. Físicos:

P. Biológicos

Código de Laboratorio:

---

Fecha:

Hora:

P. Químicos:

*Nota.* Rotulado y etiquetado para ser enviado al laboratorio de suelos.



## • Descripción de los tratamientos

### Figura 13

*Tratamientos utilizados*



Los tratamientos estudiados consistieron de 3 tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) y 1 tratamiento testigo sin aplicación, con una previa descomposición de 2 meses el estiércol. Las dosis utilizadas fueron de 40kg/parcela de estiércol de cuy aplicado, 32kg/parcela de estiércol vacuno, 24kg/parcela de estiércol caprino y contando con 1 tratamiento testigo sin aplicación.

## • Preparación del suelo

### Figura 14

*Arado y surcado del terreno*



Nuestra preparación del suelo empezó con la limpieza del terreno, seguido del arado con toros (yunta). La raya de siembra tuvo una distancia de 0.8 metros entre surcos.

## • Siembra

**Figura 15**  
*Siembra de la papa variedad Yungay*



Se utilizó 640 semillas de papa de la variedad Yungay (40 semillas por parcela). Esta labor se realizó de forma manual colocando una semilla de papa al fondo del surco, con una distancia de 0.4 metros entre plantas y 0.8 metros entre surcos. Se abonó el suelo aplicando los diferentes tratamientos ya mencionados por cada parcela al momento de la siembra.

## • Insumos, preparación y aplicación de fertilizante casero (BIOL)

### Insumos y materiales:

- 2 litros de leche de vaca fresca
- 8 bolas de chancaca
- 400 gramos de levadura
- 1 litro de microorganismos eficaces
- 4 atados de alfalfa fresca
- 20 kilogramos de estiércol de cuy fresco
- 40 litros de agua limpia
- 1 turril de plástico de 60 litros
- 30 cm de manguera transparente
- 1 botella de 2 litros de plástico



### **Preparación:**

- Se vació 20 kg de estiércol de cuy en un turril de 60 litros.
- Se diluyó toda la chancaca con un poco de agua en una tina hasta que se volvió completamente líquido.
- Se diluyó toda la levadura antes de vaciar al turril.
- Se vació la chancaca y levadura diluidas al turril que contiene el estiércol y se agregó los atados de alfalfa picada fresca a la mezcla.
- Se agregó al turril unos 40 litros de agua y mezcló con un palo durante unos 15 minutos hasta que todo se combinó bien y por último se tapó el turril, dejando unos 20 cm de espacio debajo de la tapa para no obstruir la manguera y la salida del gas.

### **Aplicación:**

Su tiempo de fermentación fue de 2 meses antes de ser aplicado a las plantas en la etapa de desarrollo, con una dosis de 1 litro de BIOL cada 19 litros de agua lo que es igual a una mochila fumigadora, aplicado semanalmente por las mañanas hasta la última semana antes de la cosecha del tubérculo.

### **Figura 16**

*Preparación y utilización del Biol como fertilizante*



La utilización del Biol de estiércol animal como fertilizante y plaguicida casero.

- **Riego**

**Figura 17**

*Riego por gravedad*



El agua para el riego fue proveniente de un canal de regadío, siendo un sistema de riego por gravedad. Se regó cada 5 días y cuando la planta empezó a florecer se aumentó el riego a dos veces por semana, y se dejó de regar cuando las hojas se empezaron a marchitar.

- **Control de malezas**

**Figura 18**

*Control de malezas*



El control de las malas hierbas se realizó 3 veces durante el ciclo de cultivo, el primer control se realizó a los 25 días después de la siembra, el segundo a los 50 días después de la siembra y el tercer control a los 90 días, esta labor se hizo manualmente con la ayuda de un machete.



- **Cosecha del tubérculo**

**Figura 19**

*Cosecha del tubérculo*



Se realizó cuando las hojas de las plantas empezaban a secarse, dando a conocer que ya se acercaba el proceso de corte de las plantas y dándonos cuenta que ya había alcanzado su madurez fisiológica, esta actividad se realizó manualmente con la ayuda de algunos familiares y mano de obra de la zona.

- **Calculo del número de tubérculo por planta**

**Figura 20**

*Calculo del número de tubérculo por planta*



Se tomaron como muestra 10 plantas de la parte central de cada parcela, haciendo un total de 160 plantas que fueron evaluadas. Se contó de cada planta el número de tubérculo y se procedió a elaborar un cuadro estadístico con dichos resultados de acuerdo al tratamiento que recibió cada parcela.

## • Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso

### Figura 21

*Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso*



Para la clasificación de los tubérculos se tomó como referencia la clasificación comercial según la industria alimentaria, el cual se muestra a continuación:

- ✓ 1ra: peso de 80 a 100 g
- ✓ 2da: peso de 60 a 80 g
- ✓ 3ra: peso menos de 60 g

## • Peso del tubérculo por 10 plantas

### Figura 22

*Peso del tubérculo de acuerdo al peso*



Se pesó en una balanza de mercado todos los tubérculos que se obtuvieron de 10 plantas de papa, por cada parcela. Finalmente se procedió a elaborar el cuadro estadístico para su comparación entre cada tratamiento.



## • Procedimiento de toma de muestras (final)

### Figura 23

*Muestreo de suelo final de cada uno de los tratamientos*



Se trabajaron con 8 muestras simples por cada tratamiento, con los que se logró formar 2 muestras complejas por tratamiento (6 muestras), de un 1kg cada uno, los cuales fueron llevados a los laboratorios de suelos de la UNAS para su respectivo análisis (físico-químico y biológico).

### 3.5.2. TÉCNICA PARA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Se emplearán una serie de tablas y gráficas generadas del análisis estadístico optando las herramientas de la redacción científica para la interpretación de los resultados, los mismos que serán útiles para la discusión y conclusiones del estudio.

Los resultados obtenidos de los análisis de los laboratorios fueron procesados estadísticamente según el esquema de diseño estadístico ANOVA y se calculó la significación de dichas relaciones entre todos los tratamientos (T1, T2, T3 y T0).

### **3.5.3. ASPECTOS ÉTICOS**

Se emplearán una serie de tablas y gráficas generadas del análisis estadístico optando las herramientas de la redacción científica para la interpretación de los resultados, los mismos que serán útiles para la discusión y conclusiones del estudio.

Se recogieron datos durante cuatro meses mediante la toma de muestras (inicial y final) para evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo estudiado; como también el rendimiento de tubérculos según métodos de procesamiento y parcelas de papa, la información se presenta cuantitativa y cualitativamente.

Los datos cualitativos confirmaron la metodología elegida, y los datos extraídos de la revisión de la lista de referencias se presentan abreviados, por lo que es una parte descriptiva del estudio.

La información cuantitativa se presenta en forma tabular, correctamente procesada en tablas; también en forma de gráfico de barras.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS**

En el presente capítulo se muestra los resultados del análisis de los laboratorios sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de las muestras obtenidas de suelo de las parcelas con cultivo de papa, variedad Yungay, como también el rendimiento del tubérculo por parcela de la comunidad campesina Atahuayón; del distrito de Huácar; estos resultados se presentan en forma de tablas y figuras con su respectiva interpretación de acuerdo a los objetivos del estudio para mostrar diferencias estadísticas entre tratamientos (T1, T2, T3 y T0).

#### **4.2. RESULTADOS INFERENCIALES**

##### **4.2.1. ANÁLISIS DE SUELO EN LOS LABORATORIOS**

Los resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos del muestreo de suelo (inicial y final), de las parcelas con cultivo de papa, variedad Yungay en la comunidad campesina de Atahuayón, distrito de Huácar, fue realizada en los laboratorios de suelo de la Universidad Agraria de la Selva (UNAS), siendo los resultados brindados por dichos laboratorios los que se detallan en las siguientes tablas:

**Tabla 6**

*Resultados del análisis físico – químico del suelo (Muestreo inicial y muestreos finales)*

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O	N	P	K	CAMBIABLES Cmol(+)/kg							CICe	Bas. Camb.	Ac. Camb	Sat. Al	
	CODIGO DEL LAB.	REF.	Arena %	Arcilla %	Limo %						Textura	1;1	disponible	Ca	Mg	K	Na					Al
<b>Resultados del muestreo inicial</b>																						
1	S1014	M1	45	24	31	Franco	4.62	1.57	0.08	14.65	155	---	8.58	1.24	0.42	0.1	0.43	0.07	10.83	95	5	4
<b>Resultados de los muestreos finales</b>																						
2	S1737-1	Suelo con estiércol de Cuy	41	26	33	Franco	7.00	5.68	0.28	58.88	582.24	15.88	12.68	2.10	0.854	0.250	0.00	0.00	---	100	0	0
3	S1737-2	Suelo con estiércol Vacuno	51	26	23	Franco Arcilloso Arenoso	6.70	5.10	0.26	46.84	384.83	13.74	11.24	1.83	0.485	0.185	0.00	0.00	---	100	0	0
4	S1737-3	Suelo con estiércol Caprino	51	26	23	Franco Arcilloso Arenoso	6.40	2.37	0.12	6.02	197.41	14.98	12.31	2.05	0.395	0.224	0.00	0.00	---	100	0	0

Nota. Resultados del muestreo inicial y finales.

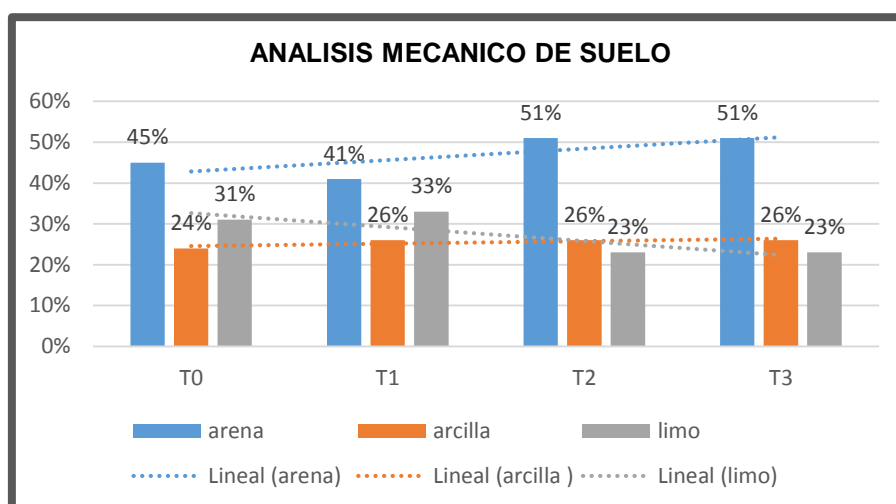
## ❖ Análisis Físico - Químico

**Tabla 7**  
*Análisis mecánico*

ANÁLISIS MECÁNICO					
Referencias	Muestras	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura
Testigo	T0	45	24	31	Franco
Cuy	T1	41	26	33	Franco
Vacuno	T2	51	26	23	Franco Arcilloso Arenoso
Caprino	T3	51	26	23	Franco Arcilloso Arenoso

*Nota.* Análisis mecánico de las muestras de suelo, comunidad Atahuayón.

**Figura 24**  
*Análisis mecánico de los muestreos de suelo*



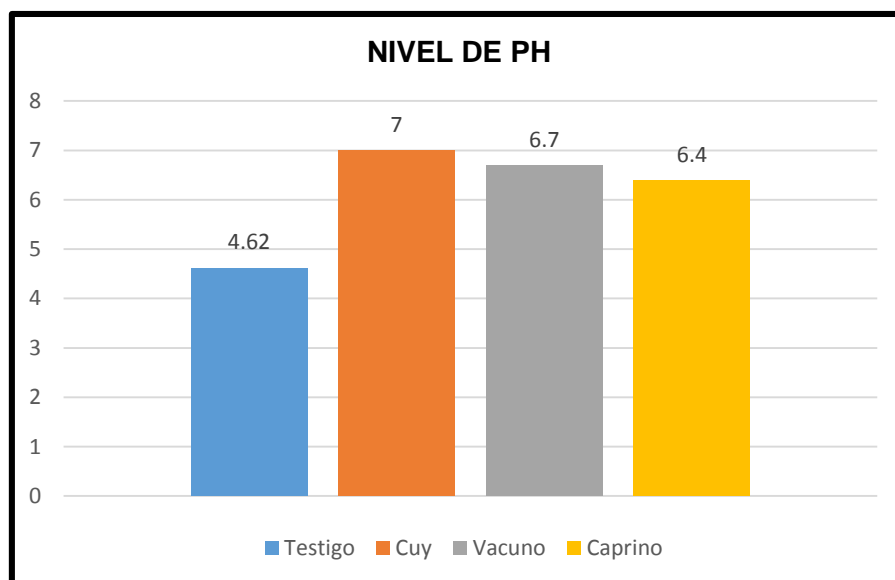
Nuestra tabla 7 y el gráfico de la figura 24, nos muestran que la textura del suelo de T0 y T1 son Franco; es decir tiene una textura equilibrada y las mejores características físicas y químicas, su textura es relativamente suelta propiciada por la arena, fertilidad aportada por los limos y compostas que a su vez lo hacen de un color oscuro. Humedad: al mojarse se hacen ligeramente pegajosos, pero sin embargo permite un buen drenaje. Mientras que en los T2 y T3 el suelo es Franco Arcilloso Arenoso; las propiedades de este tipo de suelo son: permeabilidad media, retención de agua media, buena aireación, el promedio de nutrientes es medio-alto; indicándonos que es suelo recomendable para la agricultura.

**Tabla 8**  
*PH del suelo con los distintos tratamientos*

Referencias	Muestras	pH	Tipo de suelo	Observaciones
Testigo	T0	4.62	Fuertemente ácido	El índice varía de 1 a 14, siendo de 6.4 a 7.5 neutro. Un pH por debajo de 6.4 es ácido y por encima de 7.5 es básico (alcalino).
Cuy	T1	7.00	Neutro	
Vacuno	T2	6.70	Neutro	
Caprino	T3	6.40	Neutro	

*Nota.* Laboratorio de suelos de la UNAS.

**Figura 25**  
*Nivel de pH en el suelo*



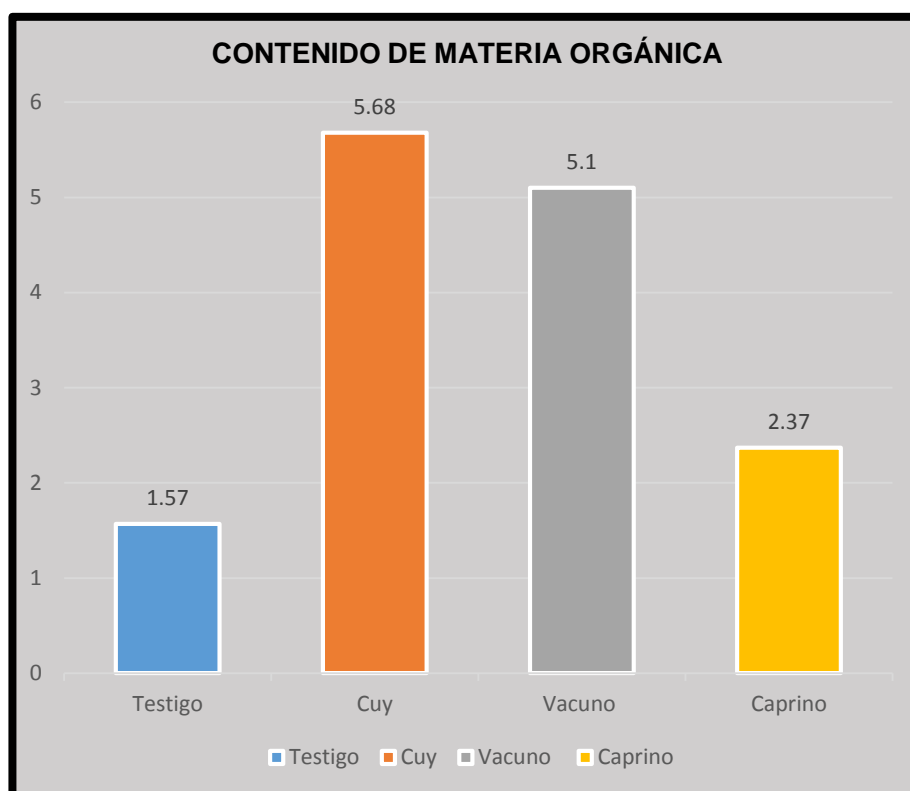
En la tabla 8 y el gráfico de la figura 25, nos muestran los valores de pH siendo para T0 (4.62): siendo un suelo fuertemente ácido, posiblemente con toxicidad de Aluminio y manganeso. Posiblemente con deficiencia de fósforo, calcio, magnesio y molibdeno. Dificultando el desarrollo de la mayoría de los cultivos, teniendo dificultad de la retención de muchos nutrientes. T1 (7.00), T2 (6.70) y T3 (6.40): siendo suelos neutros, presentan porcentajes equilibrados y disponibilidad de los elementos químicos primarios (carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, azufre y fósforo) y secundarios (calcio, sodio, potasio y magnesio).



**Tabla 9***Componentes disponibles en el suelo, Comunidad de Atahuayón*

Referencias	Muestras	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC
Testigo	T0	1.57	0.08	14.65	155	....
Cuy	T1	5.68	0.28	58.88	582.24	15.88
Vacuno	T2	5.1	0.26	46.84	384.83	13.74
Caprino	T3	2.37	0.12	6.02	197.41	14.98

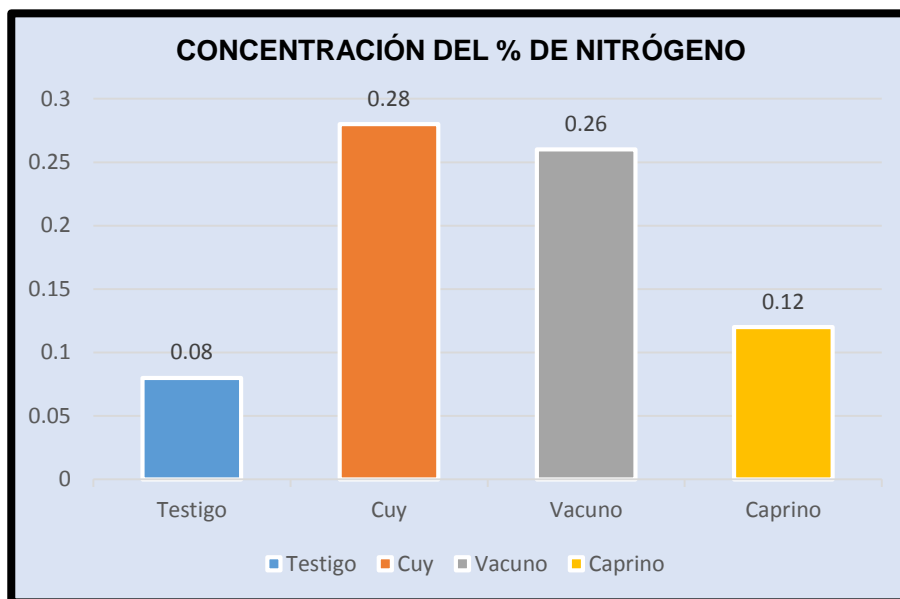
*Nota.* Laboratorio de suelos de la UNAS.

**Figura 26***Nivel de M.O. en el suelo*

La tabla 9 y el gráfico de la figura 26, muestran los valores de materia orgánica presente en el suelo, para T0 (1.57%): indicando que tuvo un nivel bajo. Además, indica que el óptimo valor de M.O. para la mayoría de los cultivos es >2%. Mientras que en los T1(5.68%), T2(5.10%) y T3(2.37%): indicando que aumentó considerablemente el nivel de materia orgánica con los tratamientos aplicados (estiércol cuy, estiércol vacuno y estiércol caprino), llegando a tener el suelo un nivel alto y rico en M.O.

**Figura 27**

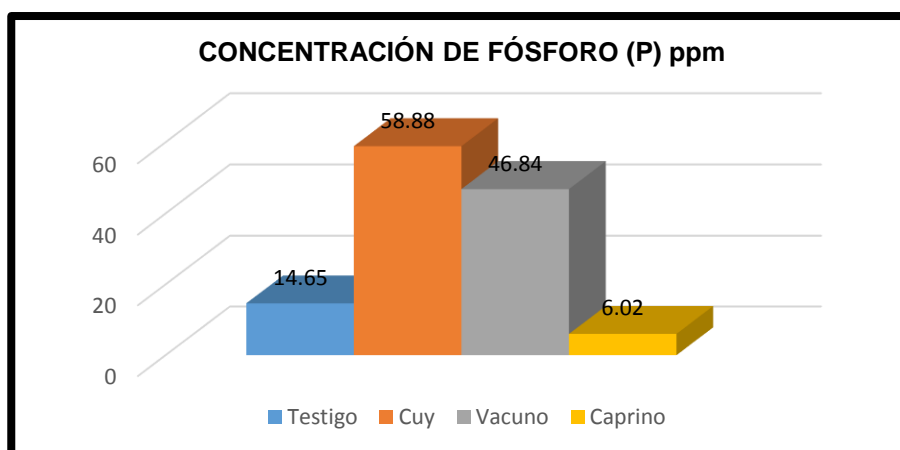
*Concentración del % de nitrógeno (N) en el suelo*



La tabla 9 y el gráfico de la figura 27, muestran los valores de T0 (0.08%): teniendo un % de N muy bajo, mientras que en los tratamientos T1 (0.28%), T2(0.26%) y T3(0.12%): nivel de contenido medio. Siendo los valores < 0.1 bajo, 0.1 – 0.2 medio, > 2 alto.

**Figura 28**

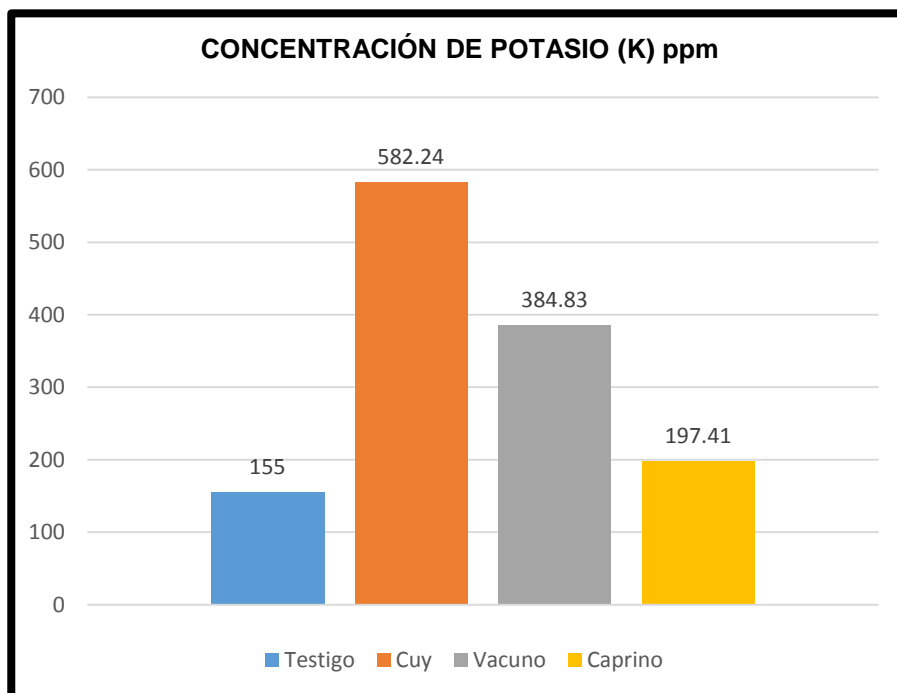
*Concentración de fósforo (P) en el suelo*



En cuanto a los resultados para fósforo la tabla 9 y el gráfico 28, muestran los valores de T0 (14.65 ppm): medio, T1(58.88 ppm): muy alto, T2(46.84 ppm): muy alto y T3(6.02ppm): bajo. Siendo los valores <7 bajo, 7 – 14 medio y >14 alto. Este componente es responsable de la división celular.

**Figura 29**

*Concentración de potasio (K) en el suelo*



Todo sobre los resultados en cuanto al potasio (K) la tabla 9 y el gráfico de la figura 29, muestran los valores de T0 (155 ppm): medio, T1(582.24 ppm): muy alto, T2(384.83 ppm): muy alto y T3(197.41 ppm): óptimo. Siendo los valores <100 bajo, 100 – 240 medio y >600 alto. Este componente es responsable de la alimentación del fruto y también otorga resistencia y vigor contra enfermedades y heladas.

**Tabla 10***Resultados del análisis biológico (Muestreo inicial y muestreos finales)*

		<b>Determinación</b>				
		Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	Enumeración de Actinomicetos	Enumeración de Lactobacillus	Bacterias fijadoras de Nitrógeno
<b>Tipo de muestra</b>						
<b>Resultados</b>	Muestreo inicial	28x10 <sup>3</sup> UFC/g	Ausencia	228x10 <sup>3</sup> UFC/g	5x10 <sup>3</sup> UFC/g	7x10 <sup>3</sup> UFC/g
	Suelo con estiércol de cuy	62x10 <sup>3</sup> UFC/g	8x10 <sup>3</sup> UFC/g	254x10 <sup>3</sup> UFC/g	Ausencia	72x10 <sup>3</sup> UFC/g
	Suelo con estiércol vacuno	320x10 <sup>3</sup> UFC/g	18x10 <sup>3</sup> UFC/g	208x10 <sup>3</sup> UFC/g	Ausencia	356x10 <sup>3</sup> UFC/g
	Suelo con estiércol caprino	45x10 <sup>3</sup> UFC/g	116x10 <sup>3</sup> UFC/g	6x10 <sup>3</sup> UFC/g	4x10 <sup>3</sup> UFC/g	16x10 <sup>3</sup> UFC/g
<b>Valor referencial</b>	Muestreo inicial	3 – 7x10 <sup>3</sup> UFC/g	1 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia
	Suelo con estiércol de cuy	3 – 7x10 <sup>3</sup> UFC/g	1 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia
	Suelo con estiércol vacuno	3 – 7x10 <sup>3</sup> UFC/g	1 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia
	Suelo con estiércol caprino	3 – 7x10 <sup>3</sup> UFC/g	1 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	2 – 3x10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

*Nota.* Resultados del muestreo inicial y finales del laboratorio de microbiología de la UNAS.

## ❖ Análisis Biológico

**Tabla 11**

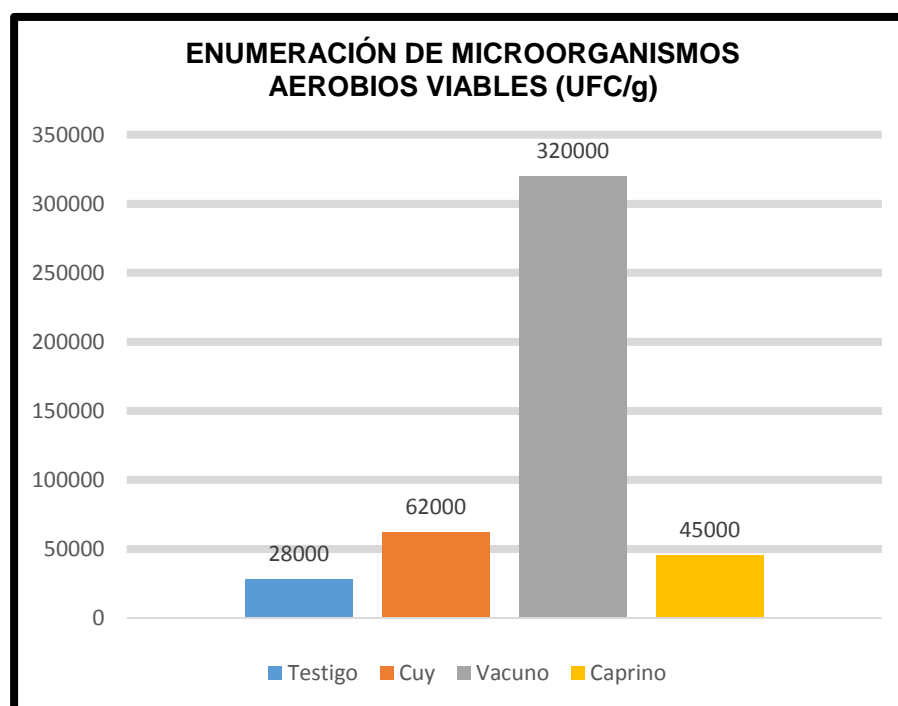
*Análisis de enumeración de microorganismos aerobios viables*

Referencias	Muestras	Enumeración de Microorganismos Aerobios Viables
Testigo	T0	$28 \times 10^3$ UFC/g
Cuy	T1	$62 \times 10^3$ UFC/g
Vacuno	T2	$320 \times 10^3$ UFC/g
Caprino	T3	$45 \times 10^3$ UFC/g

*Nota.* Laboratorio de microbiología de la UNAS.

**Figura 30**

*Enumeración de microorganismos aerobios viables*

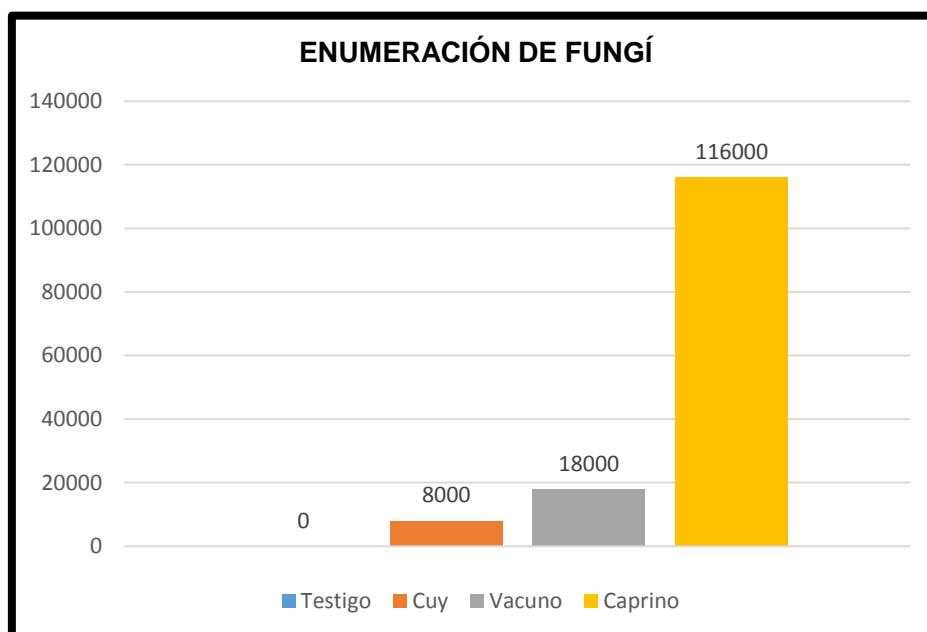


En cuanto a los resultados sobre enumeración de microorganismos aerobios viables medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo) la tabla 11 y el gráfico de la figura 30, muestran los valores de T0 (28000 UFC/g), T1(62000 UFC/g), T2(320000 UFC/g) y T3(45000 UFC/g). El tratamiento con estiércol vacuno alcanzó un porcentaje más elevado en comparación de los demás tratamientos, al mismo tiempo estos microorganismos contribuyeron a la fertilidad del suelo.

**Tabla 12***Análisis de enumeración de fungí (mohos y levaduras)*

Referencias	Muestras	Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)
Testigo	T0	Ausencia
Cuy	T1	$8 \times 10^3$ UFC/g
Vacuno	T2	$18 \times 10^3$ UFC/g
Caprino	T3	$116 \times 10^3$ UFC/g

Nota. Laboratorio de microbiología de la UNAS.

**Figura 31***Enumeración de Fungi (mohos y levaduras)*

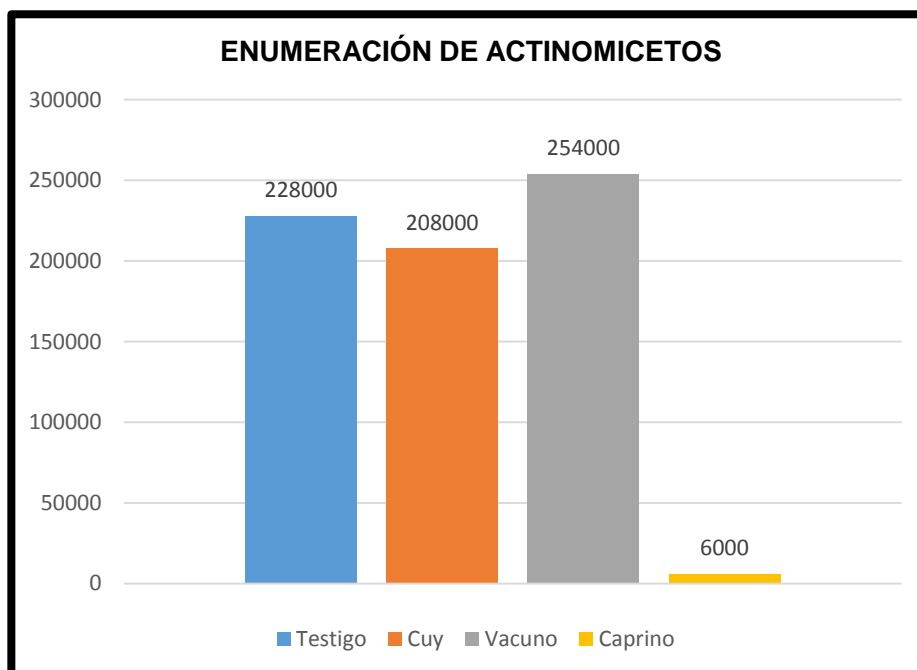
En cuanto a los resultados sobre enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras) medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo) la tabla 12 y el gráfico de la figura 31, muestran los valores de T0 (ausencia), T1(8000 UFC/g), T2(18000 UFC/g) y T3(116000 UFC/g). El tratamiento con estiércol caprino alcanzó un porcentaje más elevado en comparación de los demás tratamientos, al mismo tiempo estos mohos y levaduras tienen un papel clave en aquellos procesos de descomposición ya que mineralizan y reciclan nutrientes para las plantas y así contribuyen a la fertilidad del suelo.

**Tabla 13**  
Análisis de enumeración de actinomicetos

Referencias	Muestras	Enumeración de Actinomicetos
Testigo	T0	228x10 <sup>3</sup> UFC/g
Cuy	T1	254x10 <sup>3</sup> UFC/g
Vacuno	T2	208x10 <sup>3</sup> UFC/g
Caprino	T3	6x10 <sup>3</sup> UFC/g

Nota. Laboratorio de microbiología de la UNAS.

**Figura 32**  
Enumeración de actinomicetos



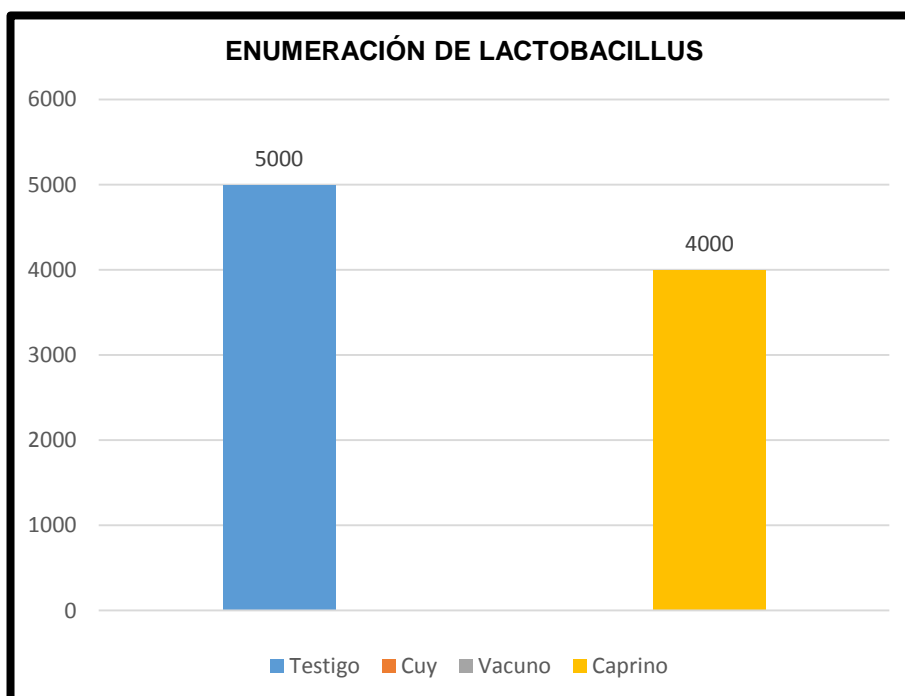
En cuanto a los resultados sobre enumeración de Actinomicetos medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo) la tabla 13 y el gráfico de la figura 32, muestran los valores de T0 (228000), T1(208000 UFC/g), T2(254000 UFC/g) y T3(6000 UFC/g). El tratamiento con estiércol vacuno alcanzó un porcentaje más elevado en comparación con los demás tratamientos, mientras que el tratamiento con estiércol caprino el porcentaje más bajo. Esta bacteria juega un importante papel en la degradación de materia orgánica (M.O.), se encuentran especialmente en suelos alcalinos o neutros.

**Tabla 14**  
*Análisis de enumeración de Lactobacillus*

Referencias	Muestras	Enumeración de Lactobacillus
Testigo	T0	5x10 <sup>3</sup> UFC/g
Cuy	T1	Ausencia
Vacuno	T2	Ausencia
Caprino	T3	4x10 <sup>3</sup> UFC/g

*Nota.* Laboratorio de microbiología de la UNAS.

**Figura 33**  
*Enumeración de Lactobacillus*



En cuanto a los resultados sobre enumeración de Lactobacillus medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo) la tabla 14 y el gráfico de la figura 33, nos muestran los valores de T0 (5000 UFC/g), T1 (ausencia), T2 (ausencia) y T3 (4000 UFC/g). Se refleja que en los tratamientos con estiércol de cuy y estiércol vacuno hay ausencia de esta bacteria mientras que en el suelo con estiércol caprino el porcentaje es casi igual al tratamiento testigo. Estas bacterias actúan directamente en la estimulación de la vida del suelo y sobre las plantas.

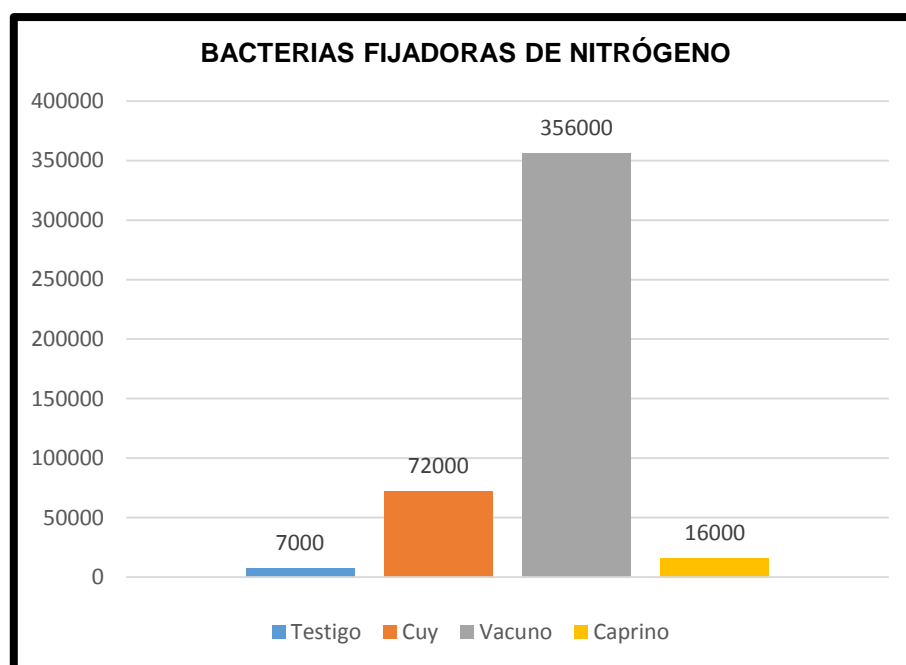


**Tabla 15**  
*Análisis de Bacterias fijadoras de Nitrógeno*

Referencias	Muestras	Bacterias fijadoras de Nitrógeno
Testigo	T0	7x10 <sup>3</sup> UFC/g
Cuy	T1	72x10 <sup>3</sup> UFC/g
Vacuno	T2	356x10 <sup>3</sup> UFC/g
Caprino	T3	16x10 <sup>3</sup> UFC/g

*Nota.* Laboratorio de microbiología de la UNAS.

**Figura 34**  
*Bacterias fijadoras de Nitrógeno*



En cuanto a los resultados sobre Bacterias fijadoras de Nitrógeno en el suelo medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo) la tabla 15 y el gráfico de la figura 34, muestran los valores de T0 (7000 UFC/g), T1 (72000 UFC/g), T2 (356000 UFC/g) y T3 (16000 UFC/g). Dejando una muestra clara que a comparación del testigo sin tratamiento hubo una clara diferencia de recuperación de suelo.

#### 4.2.2. RENDIMIENTO DEL NÚMERO DE TUBÉRCULO

En las tablas siguientes se presentan aquellos datos obtenidos en campo, junto al análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan, de los datos que fueron recolectados por observación directa sobre el número de tubérculo por planta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Yungay, con nuestros tratamientos aplicados.

**Tabla 16**

*Datos de campo del rendimiento del número de tubérculo por planta*

NÚMERO DE TUBERCULO POR PLANTA																						
N°	Testigo sin tratamiento					Promedio	Tratamiento con estiércol cuy					Promedio	Tratamiento con estiércol vacuno				Promedio	Tratamiento con estiércol caprino				Promedio
	P1	P2	P3	P4	P1		P2	P3	P4	P1	P2		P3	P4	P1	P2		P3	P4	P1	P2	
1	5.00	5.00	8.00	6.00	6.00	15.00	9.00	11.00	9.00	11.00	8.00	12.00	18.00	9.00	11.75	12.0	8.00	10.00	9.00	9.75		
2	6.00	4.00	8.00	6.00	6.00	16.00	8.00	11.00	14.00	12.25	12.00	9.00	13.00	10.00	11.00	9.00	8.00	9.00	13.00	9.75		
3	7.00	4.00	5.00	4.00	5.00	8.00	8.00	11.00	9.00	9.00	16.00	8.00	6.00	12.00	10.50	7.00	8.00	17.00	12.00	11.00		
4	8.00	3.00	5.00	4.00	5.00	11.00	11.00	7.00	10.00	9.75	9.00	6.00	6.00	7.00	7.00	13.00	6.00	10.00	8.00	9.25		
5	5.00	6.00	8.00	5.00	6.00	9.00	11.00	11.00	9.00	10.00	7.00	7.00	9.00	7.00	7.50	7.00	7.00	8.00	8.00	7.50		
6	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	10.00	10.00	9.00	11.00	10.00	12.00	10.00	13.00	9.00	11.00	9.00	9.00	6.00	7.00	7.75		
7	8.00	7.00	5.00	8.00	7.00	17.00	11.00	10.00	13.00	12.75	12.00	11.00	13.00	11.00	11.75	8.00	9.00	8.00	8.00	8.25		
8	4.00	9.00	4.00	7.00	6.00	7.00	14.00	10.00	9.00	10.00	9.00	10.00	9.00	7.00	8.75	7.00	14.00	11.00	9.00	10.25		
9	4.00	9.00	7.00	8.00	7.00	11.00	9.00	15.00	11.00	11.50	8.00	14.00	9.00	9.00	10.00	11.00	13.00	9.00	13.00	11.50		
10	4.00	4.00	3.00	5.00	4.00	9.00	9.00	8.00	10.00	9.00	8.00	11.00	8.00	8.00	8.75	8.00	10.00	11.00	10.00	9.75		
Prom	5.60	5.60	5,80	5.80	5,70	11.30	10.00	10.30	10.50	10.50	10.10	9.80	10.40	8.90	9.80	9.10	9.20	9.90	9.70	9.50		

Nota. Cálculo del número de tubérculo por planta.

En la tabla 16, se presentan los datos que fueron recolectados en campo, por observación directa del rendimiento de número de tubérculo por planta de papa, por cada tratamiento, parcelas y repeticiones, todos estos datos fueron procesados y analizados para elaborar los siguientes datos:

➤ Calculamos los totales:

	T0	T1	T2	T3	Total	$Sum^2/n$
Suma	57	105	98	95	355	3150,6
$Sum^2/n$	324,9	1102,5	960,4	902,5	3290,3	

<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
36	121	138,1	95,1
36	150,1	121	95,1
25	81	110,3	121
25	95,1	49	85,6
36	100	56,3	56,3
25	100	121	60,1
49	162,6	138,1	68,1
36	100	76,6	105,1
49	132,3	100	132,3
16	81	76,6	95,1
<b>333</b>	<b>1123,1</b>	<b>987</b>	<b>913,8</b>
	<b>3356,9</b>		

Calculamos la Sumas de Cuadrados:

$$SC \text{ (total)} = 3356,9 - 3150,6 = 206,3$$

$$SC \text{ (intra)} = 3356,9 - 3290,3 = 66,6$$

$$SC \text{ (entre)} = 3290,3 - 3150,6 = 139,7$$

Nuestros cuadrados medios serán:

$$CM \text{ (entre)} = 139,7/3 = 46,6$$

$$CM \text{ (intra)} = 66,6/36 = 1,85$$

$$F = 46,6/1,85 = 25,20$$

**Tabla 17***Análisis de varianza del número de tubérculo por planta*

ANOVA					
Fuente de Variación (F.V.)	Suma de cuadrados	Grado de Libertad (G.L.)	Cuadrados medios (CM)	Estadístico de contraste (F)	p-valor
Tratamientos	139,7	3	46,6	25,20	<0.0001
Error	66,6	36	1,85		
Total	206,3	39			

*Nota.* Número de tubérculo por planta.

En la tabla 17 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos por planta, el cual muestra que existe una diferencia estadística muy significativa entre los tratamientos al 5%, con un valor  $P < 0.0001$ .

**Tabla 18***Prueba de Duncan del número de tubérculo por planta*

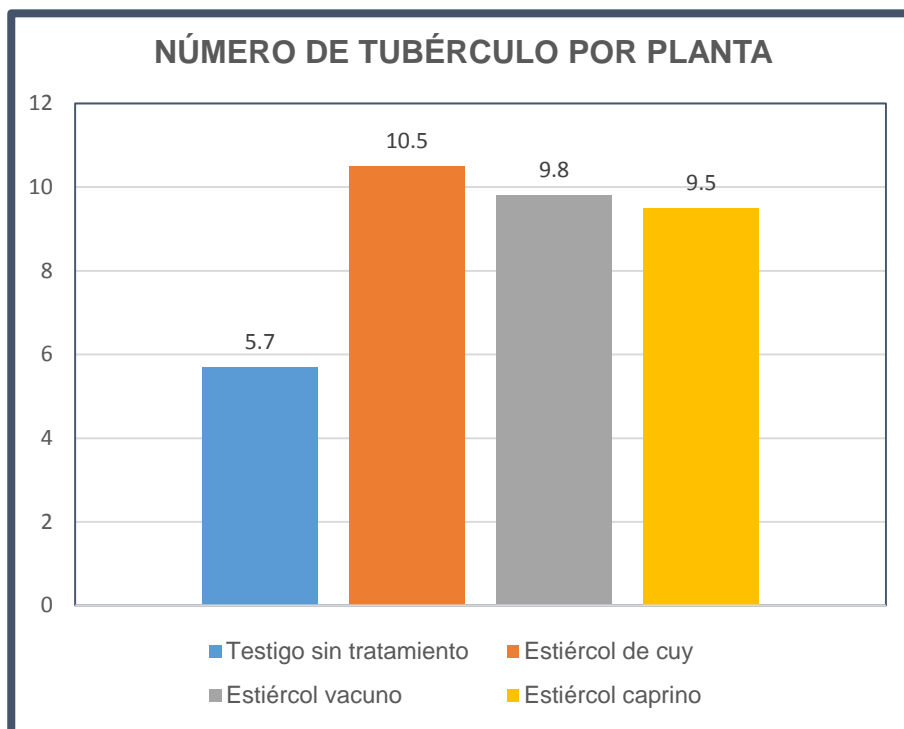
Test: Duncan Alfa = 0,05							
Tratamiento	Nº	Promedios	E.E.	Bajo	Medio	Alto	
Testigo sin aplicación (T0)	10	5,70	0,43	A			
Estiércol de cuy (T1)	10	10,50	0,43				C
Estiércol vacuno(T2)	10	9,80	0,43		B		
Estiércol caprino (T3)	10	9,50	0,43		B		

*Nota.* Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 18 muestra la prueba de Duncan al 5% de nivel de significación del número de tubérculos por planta mostrando una diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos en T0, con el valor medio más bajo de 5.70 perteneciente al subconjunto A, en comparación a T2 y T3 con 9,80 y 9,50 que pertenecen al subconjunto B, mientras que el T1 alcanzó el valor de 10,50 perteneciendo al subconjunto C.

**Figura 35**

*Promedios del rendimiento del tubérculo por planta*



El gráfico de la figura 35, muestra los promedios del rendimiento del tubérculo por planta y por cada tratamiento, indicando que el tratamiento T1(estiércol de cuy) tiene el valor más alto de 10,5.

#### **4.2.3. CLASIFICACIÓN DEL TUBÉRCULO POR EL PESO**

En las tablas siguientes presentamos los datos obtenidos en campo, el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan, de los datos que fueron recolectados por observación directa de la clasificación del tubérculo de acuerdo al peso del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Yungay, con los tratamientos aplicados.

**Tabla 19**

*Datos de campo de la clasificación del tubérculo de acuerdo al peso*

CLASIFICACIÓN DEL TUBÉRCULO DE ACUERDO AL PESO																																																	
N°	Tratamiento testigo						Tratamiento con estiércol de cuy						Tratamiento con estiércol vacuno						Tratamiento con estiércol caprino																														
	T1		T2		T3		T4		C1		C2		C3		C4		V1		V2		V3		V4		Ca1		Ca2		Ca3		Ca4																		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra																
1	0	2	3	1	1	2	2	3	3	0	1	5	3	7	5	2	3	4	2	4	5	1	3	5	1	4	3	2	6	4	3	5	1	0	1	5	3	2	4	6	0	2	6	1	4	5	1	3	5
2	0	2	4	0	2	2	3	2	3	0	2	4	4	7	5	1	3	4	2	4	5	3	4	7	2	6	4	2	3	4	3	4	6	1	3	6	0	4	5	1	3	5	2	2	5	3	4	6	
3	1	3	3	0	2	2	0	1	4	1	1	2	2	2	4	0	3	5	3	3	5	2	2	5	4	6	6	1	3	4	0	2	4	2	4	6	0	3	4	1	4	3	3	4	1	0	2	4	6
4	1	4	3	0	2	1	0	3	2	0	2	2	3	4	4	2	4	5	0	3	4	2	3	5	1	3	5	1	3	2	0	1	5	0	3	4	3	4	6	0	3	3	1	4	5	1	3	4	
5	0	2	3	2	2	2	1	4	3	1	3	1	1	4	4	2	3	6	2	4	5	1	3	5	2	2	3	1	2	4	1	4	4	1	2	4	0	3	4	0	3	4	1	2	5	0	3	5	
6	1	1	3	1	1	3	0	2	3	0	2	3	2	3	5	2	4	4	1	3	5	2	4	5	3	3	6	2	4	4	1	6	6	2	2	5	0	3	6	2	3	4	0	3	3	1	3	4	
7	1	4	3	1	3	3	0	2	3	2	2	4	4	6	7	2	4	4	1	4	5	2	6	5	3	4	5	2	3	5	2	5	6	1	4	6	1	3	5	2	3	4	1	2	5	1	4	3	
8	0	1	3	3	2	4	0	1	3	0	2	5	0	3	4	3	5	6	2	3	5	1	4	5	2	5	2	1	4	5	0	2	7	0	2	5	0	3	4	3	3	8	2	4	5	0	5	4	
9	0	2	2	2	4	3	1	4	2	2	4	2	2	5	4	1	4	4	4	5	6	2	5	5	1	3	4	3	5	6	1	3	5	1	3	5	2	4	5	2	4	7	1	3	5	3	5	5	
10	0	3	1	0	1	3	0	3	0	1	2	2	1	4	4	1	3	5	0	3	5	2	3	5	2	4	3	2	3	6	0	3	5	0	4	4	1	5	2	2	4	4	2	3	6	2	3	5	
	4	24	28	10	20	25	7	25	26	7	21	30	22	45	46	16	36	47	17	36	50	18	37	52	21	40	41	17	36	44	11	35	58	9	32	48	9	36	47	13	32	48	14	31	54	14	37	47	
p 1ra	7						18.3						14.5						12.5																														
p 2da	22.5						38.5						35.8						34																														
p 3ra	27.3						48.8						47.8						49																														

Nota. Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso.

La tabla 19, nos presenta los datos que fueron recolectados en campo, por observación directa de la clasificación del tubérculo de acuerdo al peso por planta de papa, por tratamiento, parcelas y repeticiones, estos datos fueron procesados y analizados para la elaboración los siguientes datos:

➤ Calculamos:

	T0	T1	T2	T3	Total	$Sum^2/n$
Suma	56,8	105,6	98,1	95,5	356	10561,3
$Sum^2/n$	1075,4	3717,1	3207,9	3040,1	11040,5	

<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
49	334,9	210,3	156,3
506,3	1482,3	1281,6	1156
745,3	2381,4	2284,9	2401
<b>1300,6</b>	<b>4198,6</b>	<b>3776,8</b>	<b>3713,3</b>

**12989,3**

Calculamos la Sumas de Cuadrados:

$$SC \text{ (total)} = 12989,3 - 10561,3 = 2428$$

$$SC \text{ (intra)} = 12989,3 - 11040,5 = 1948,8$$

$$SC \text{ (entre)} = 11040,5 - 10561,3 = 479,2$$

Los cuadrados medios serán:

$$CM \text{ (entre)} = 479,2/3 = 159,7$$

$$CM \text{ (intra)} = 1948,8/8 = 243,6$$

$$F = 159,7/243,6 = 0,66$$

**Tabla 20***Análisis de varianza de clasificación del tubérculo de acuerdo al peso*

ANOVA					
Fuente de Variación (F.V.)	Suma de cuadrados	Grado de Libertad (G.L)	Cuadrados medios (CM)	Estadístico de contraste (F)	p-valor
Tratamientos	479,2	3	159,7	0,66	<0.0001
Error	1948,8	8	243,6		
Total	2428	11			

*Nota.* Clasificación del tubérculo.

En la tabla 20, mostramos los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para clasificación del tubérculo de acuerdo al peso, el cual muestra que existe una diferencia estadística muy significativa entre los tratamientos al 5%, con un valor  $P < 0.0001$ .

**Tabla 21***Prueba de Duncan de clasificación del tubérculo de acuerdo al peso*

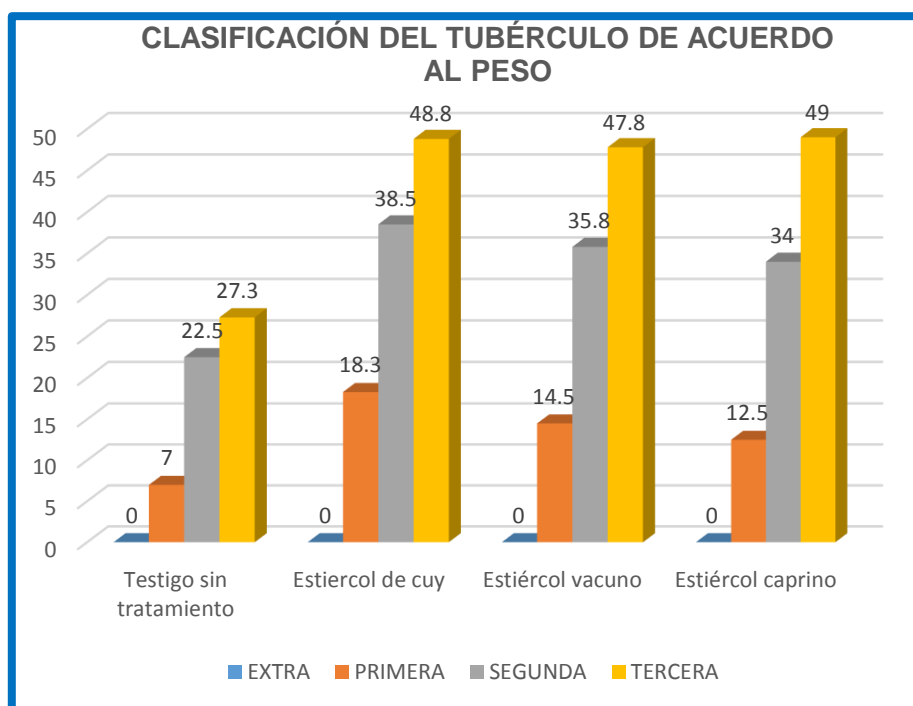
Test: Duncan Alfa = 0,05							
Tratamiento	Nº	Promedios	E.E.	Bajo	Medio	Alto	
Testigo sin aplicación (T0)	3	7	0,47	A			
Estiércol de cuy (T1)	3	18,3	0,47				C
Estiércol vacuno(T2)	3	14,5	0,47		B		
Estiércol caprino (T3)		12,5	0,47		B		

*Nota.* Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 21, muestra la prueba de Duncan al 5% de nivel de significación de la clasificación del tubérculo de acuerdo al peso, mostrando una diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos en T0, con el valor medio más bajo de 5.70 perteneciente al subconjunto A, en comparación a T2 y T3 con 14,5 y 12,5 que pertenecen al subconjunto B, mientras que el T1 alcanzó el valor de 18,3 perteneciendo al subconjunto C.



**Figura 36**  
*Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso*



El gráfico de la figura 36, muestra los promedios de la clasificación del tubérculo de acuerdo al peso, indicando que el tratamiento T1(estiércol de cuy) obtuvo el valor más alto en sus tres categorías (1ra:18.3, 2da: 38.5 y 3ra:48.8), seguido de los tratamientos T2 y T3.

#### 4.2.4. PESO DEL TUBÉRCULO DE 10 PLANTAS POR PARCELA

En las tablas siguientes se presenta los datos obtenidos en campo, análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan, del peso del tubérculo de 10 plantas por parcela del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) Variedad Yungay, con los tratamientos aplicados.

**Tabla 22***Datos de campo del peso del tubérculo de 10 plantas por parcela*

PESO DE TUBÉRCULO POR 10 PLANTAS								
N°	Tratamiento testigo		Tratamiento con estiércol de cuy		Tratamiento con estiércol vacuno		Tratamiento con estiércol caprino	
	KG	G	KG	G	KG	G	KG	G
P1	3.5 kg	3500 gr	6.2 g	6200 gr	5.2 kg	5200 gr	4.9 kg	4900 gr
P2	2.9 kg	2900 gr	6.3kg	6300 gr	5.6 kg	5600 gr	5.1 kg	5100 gr
P3	3.3 kg	3300 gr	5.9 kg	5900 gr	5.7 kg	5700 gr	5.5 kg	5500 gr
P4	3.5 kg	3500 gr	6.1 kg	6100 gr	5.9 kg	5900 gr	5 kg	5000 gr
Promedio	3.3 kg	3300 gr	6.13 kg	6130 gr	5.6 kg	5600 gr	5.13 kg	5130 gr

*Nota.* Peso del tubérculo por 10 plantas.

En la tabla 22, presentamos los datos obtenidos en campo, por observación directa del peso del tubérculo de 10 plantas por parcela (gr), todos estos datos fueron procesados para la elaboración de los siguientes datos:

➤ Calculamos:

	T0	T1	T2	T3	Total	$Sum^2/n$
Suma	13.2 kg	24.5 kg	22.4 kg	20.5 kg	80.6 kg	406.02
$Sum^2/n$	43.56	150.06	125.44	105.06	424.12	

T0	T1	T2	T3
12.25	38.44	27.04	24.01
8.41	39.69	31.36	26.01
10.89	34.81	32.49	30.25
12.25	37.21	34.81	25
<b>43.8</b>	<b>150.15</b>	<b>125.7</b>	<b>105.27</b>
	<b>424.92</b>		

Calculamos la Sumas de Cuadrados:

$$SC \text{ (total)} = 424,92 - 406,02 = 18,9$$

$$SC \text{ (intra)} = 424,92 - 424,12 = 0,8$$

$$SC \text{ (entre)} = 424,12 - 406,02 = 18,1$$

Los cuadrados medios serán:

$$CM (\text{entre}) = 18,1/3 = 6,03$$

$$CM (\text{intra}) = 0,8/12 = 0,07$$

$$F = 0,8/18,1 = 0,04$$

**Tabla 23**

*Análisis de varianza del peso del tubérculo por 10 plantas (gr)*

ANOVA					
Fuente de Variación (F.V.)	Suma de cuadrados	Grado de Libertad (G.L)	Cuadrados medios (CM)	Estadístico de contraste (F)	p-valor
Tratamientos	18100	3	6300	40	<0.0001
Error	800	12	70		
Total	18900	15			

*Nota.* Peso del tubérculo por 10 plantas.

La tabla 23, nos muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA), con respecto al peso del tubérculo por 10 plantas por parcela, el cual muestra que, si existe una diferencia estadística muy significativa entre los tratamientos al 5%, con un valor  $P < 0.0001$ .

**Tabla 24**

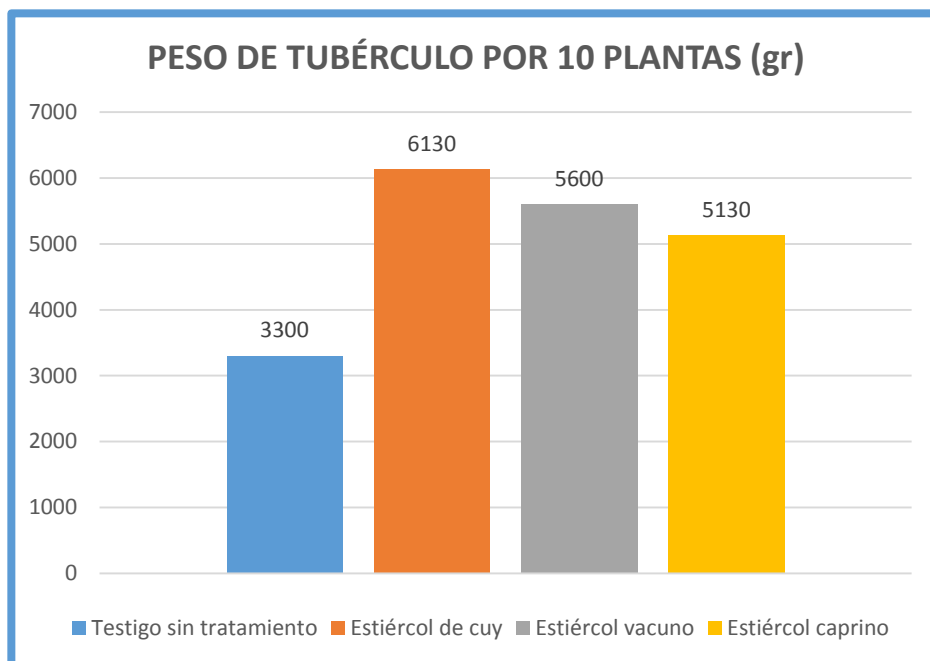
*Prueba de Duncan del peso del tubérculo por 10 plantas (gr)*

Test: Duncan Alfa = 0,05						
Tratamiento	N°	Promedios	E.E.	Bajo	Medio	Alto
Testigo sin aplicación (T0)	4	3300	4,18	A		
Estiércol de cuy (T1)	4	6130	4,18			C
Estiércol vacuno(T2)	4	5600	4,18		B	
Estiércol caprino (T3)	4	5130	4,18		B	

*Nota.* Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 24, muestra la prueba de Duncan al 5% de nivel de significación del peso del tubérculo por 10 plantas por parcela, mostrando una diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos en T0, con el promedio más bajo de 3300gr perteneciendo al subconjunto A, en comparación a T2 y T3 con 5600gr y 5130gr que pertenecen al subconjunto B, mientras que el T1 alcanzó el valor de 6130 gr perteneciendo al subconjunto C.

**Figura 37**  
*Peso del tubérculo por 10 plantas*



El gráfico de la figura 37, muestra los promedios del peso del tubérculo por 10 plantas, indicándonos que el tratamiento T1 (estiércol de cuy) obtuvo el valor más alto, seguido de los tratamientos T2 y T3.

#### **4.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL**

En este estudio de hipótesis-contraste, se basó en una hipótesis-contraste general; por lo tanto, no vimos la necesidad de utilizar una prueba estadística en nuestros resultados de análisis de suelos de laboratorio (físicos, químicos y biológicos), porque los resultados no eran probabilísticos, sino que tenían una función descriptiva.

Mientras que en los resultados poscosecha se utilizó el ANOVA y la prueba de Duncan al nivel de significancia 0.05 %, para comprobar sus diferencias estadísticas entre los 4 tratamientos; T0 (testigo sin tratamiento), T1 (estiércol de cuy), T2 (estiércol vacuno) y T3 (estiércol caprino) que se usó, en la siembra de papa variedad Yungay (*Solanum tuberosum L.*).

**Ha:** El uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*), mejorará las propiedades físicas, químicas y biológicas e incrementará el rendimiento de tubérculos por hectárea, Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.

**H0:** El uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*), no mejorará las propiedades físicas, químicas y biológicas y no incrementará el rendimiento de tubérculos por hectárea, Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.

**Comparación de los promedios de los parámetros físico, químico y biológico realizado en los laboratorios de la UNAS.**

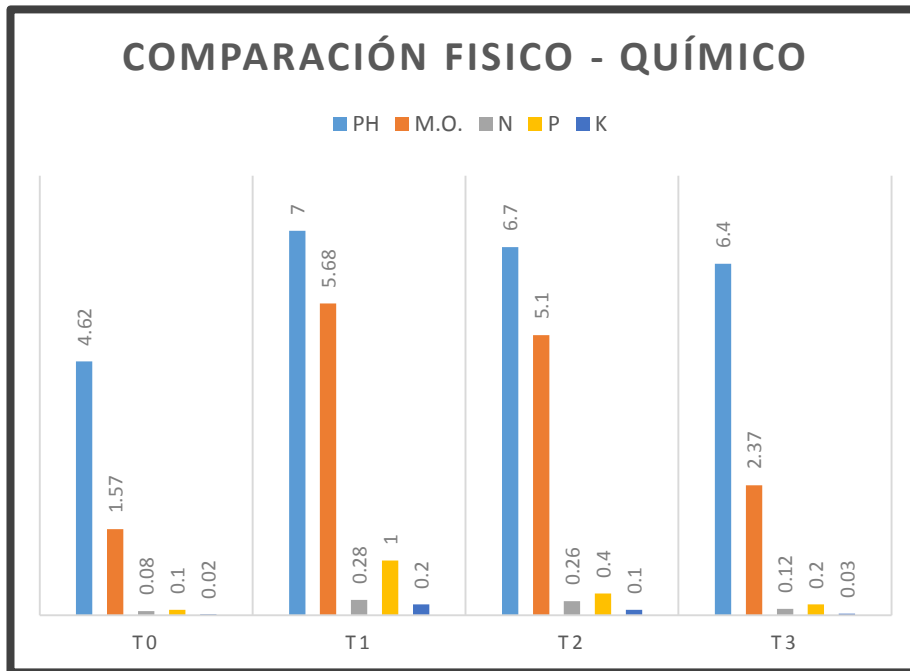
Teniendo en consideración las hipótesis que nos propusimos, y los resultados de los laboratorios, sobre los parámetros físico, químicos y biológicos del suelo con los tratamientos que fueron aplicados por parcelas en el cultivo de papa de la Comunidad de Atahuayón – Huácar - Ambo; estos resultados nos muestran la recuperación de suelo a comparación de la muestra inicial aportando macronutrientes y microorganismos benéficos al suelo, siendo estos resultados como se mostrarán en las tablas y gráficos siguientes:

**Tabla 25**  
*Comparación de los resultados del análisis físico y químico*

N°	REFERENCIA	pH	M.O.	N	P	K	CIC
		1;1	%	%	disponible ppm	ppm	
resultados del muestreo de suelo inicial							
1	M1	4.62	1.57	0.08	14.65	155	....
resultados de los muestreos de suelo finales							
2	Tratamiento con estiércol de cuy	7.00	5.68	0.28	58.88	582.24	15.88
3	Tratamiento con estiércol vacuno	6.70	5.10	0.26	46.48	384.83	13.74
4	Tratamiento con estiércol caprino	6.40	2.37	0.12	6.02	197.41	14.98

*Nota.* Parámetros físico-químico del laboratorio de suelos de la UNAS.

**Figura 38**  
*Comparación física y química entre los tratamientos*



En el gráfico de la figura 38, observamos la diferencia estadística por tratamiento, por lo tanto concluimos que la aplicación del estiércol animal mejoró el suelo aportando macronutrientes a este.

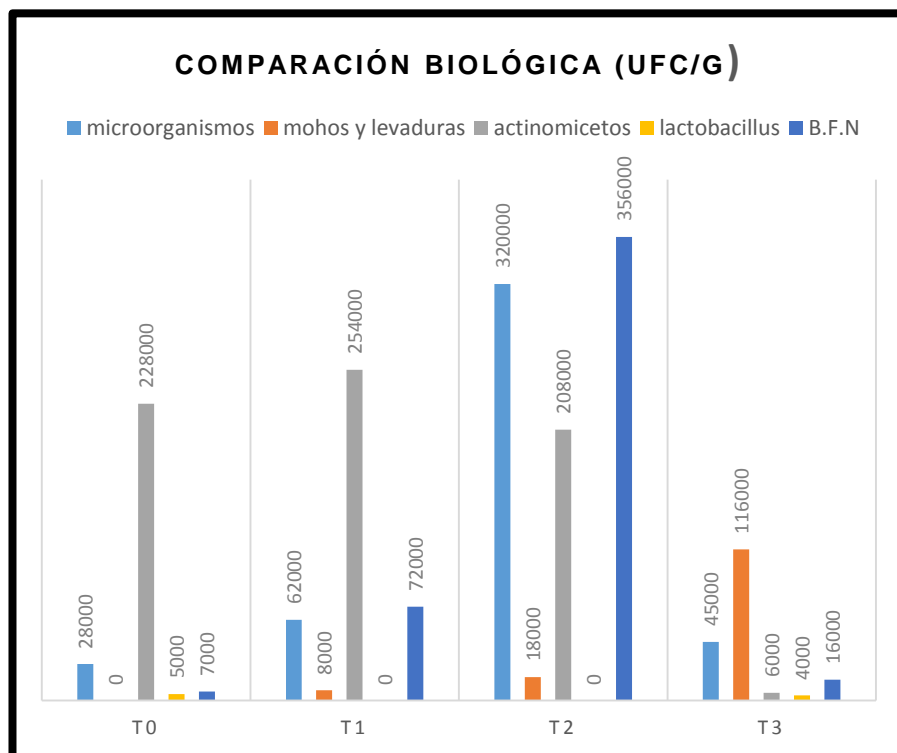
**Tabla 26***Comparación de los resultados biológicos*

		<b>Determinación</b>				
<b>Tipo de muestra</b>		Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	Enumeración de Actinomicetos	Enumeración de Lactobacillus	Bacterias fijadoras de Nitrógeno
<b>Resultados</b>	Muestreo inicial	28x10 <sup>3</sup> UFC/g	Ausencia	228x10 <sup>3</sup> UFC/g	5x10 <sup>3</sup> UFC/g	7x10 <sup>3</sup> UFC/g
	Suelo con estiércol de cuy	62x10 <sup>3</sup> UFC/g	8x10 <sup>3</sup> UFC/g	254x10 <sup>3</sup> UFC/g	Ausencia	72x10 <sup>3</sup> UFC/g
	Suelo con estiércol vacuno	320x10 <sup>3</sup> UFC/g	18x10 <sup>3</sup> UFC/g	208x10 <sup>3</sup> UFC/g	Ausencia	356x10 <sup>3</sup> UFC/g
	Suelo con estiércol caprino	45x10 <sup>3</sup> UFC/g	116x10 <sup>3</sup> UFC/g	6x10 <sup>3</sup> UFC/g	4x10 <sup>3</sup> UFC/g	16x10 <sup>3</sup> UFC/g

*Nota.* Parámetros físico-biológicos del laboratorio de suelos de la UNAS.

**Figura 39**

*Comparación biológica entre los tratamientos*



En el gráfico de la figura 39, observamos la diferencia estadística por tratamiento, y concluimos que la aplicación del estiércol vacuno mejoró notablemente el suelo aportando microorganismos benéficos para el desarrollo de futuras siembras y cultivos de plantas, entonces, sí se acepta la hipótesis **H<sub>a</sub>** y se rechaza la **H<sub>0</sub>**.

#### **Comparación de los promedios de las variables de estudio (poscosecha).**

La contrastación de la hipótesis general, será realizada por medio de la variable de estudio más resaltante o representante, donde nos indica mayor diferencia estadística entre los tratamientos, los datos que se tomarán será de la variable (peso del tubérculo por 10 plantas) por ser el más sobresaliente, el cual usaremos para la contratación de nuestra hipótesis.

Por lo cual se realiza el análisis de varianza (ANOVA) al 5% de significancia, de la variable peso del tubérculo por 10 plantas (g), por tratamiento y la prueba de Duncan.

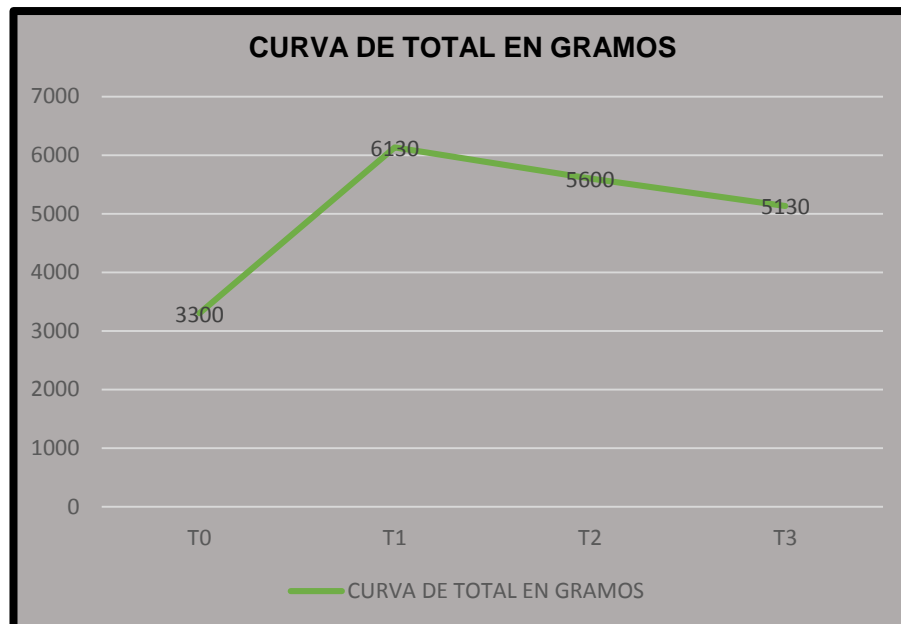


**Tabla 27***Análisis de varianza del peso del tubérculo por 10 plantas*

ANOVA					
Fuente de Variación (F.V.)	Suma de cuadrados	Grado de Libertad (G.L)	Cuadrados medios (CM)	Estadístico de contraste (F)	p-valor
Tratamientos	18100	3	6300	40	<0.0001
Error	800	12	70		
Total	18900	15			

Nota. Peso del tubérculo por 10 plantas.

De acuerdo al Cuadro 27, que nos da el resultado del análisis de varianza (ANOVA) sobre el peso (g) de 10 tubérculos de papa, el cual muestra que existe una diferencia estadística muy significativa entre los tratamientos al 5%; P en valor; 0,0001; que es menor que 0.05, por lo que se acepta la hipótesis Ha y se rechaza la hipótesis H0.

**Figura 40***Medias del peso del tubérculo por 10 plantas*

El uso de los tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino), mejoró la recuperación del suelo; como también mejoró las propiedades físicas, químicas y biológicas e incrementó el rendimiento de la papa, variedad Yungay (*Solanum tuberosum L.*).

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Con base a la información obtenida de nuestro trabajo de investigación, se puede mencionar que varios suelos tratados presentan condiciones favorables para la agricultura, en tanto hubo un incremento de macronutrientes principales que fueron incorporados al suelo y también la incorporación de microorganismos benéficos.

Por otra parte, mediante la observación directa y medición de resultados se pudo analizar algunas variables poscosecha.

#### **5.1. PARÁMETRO FÍSICOS DEL SUELO DE LAS PARCELAS**

##### **• Textura y estructura**

T0 (testigo sin tratamiento) que nos sirvió como referencia de muestreo de suelo inicial y el T1 (suelo con estiércol de cuy), estos presentaron una textura Franco; es decir tuvieron una textura equilibrada y las mejores características físicas y químicas, su textura es suelta debido a la arena, con fertilidad aportada por los limos y compostas que a su vez lo hacen de un color oscuro. Humedad: al mojarse se hacen ligeramente pegajosos, pero sin embargo permite un buen drenaje.

Para T2 (suelo con estiércol de vaca) y T3 (suelo con estiércol de cabra), presentaron una textura Franco Arcillosa Arenosa, por lo que (FAO, 2013) las características de este tipo de suelo son: mediana permeabilidad, mediana retención de agua, buena aireación, media a alto contenido de nutrientes, contenido medio de partículas; indicando que es un suelo en condiciones óptimas para la agricultura.

## 5.2. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO DE LAS PARCELAS

- **pH**

Para T0 (4.62): siendo un suelo fuertemente ácido, posiblemente con toxicidad de Aluminio y manganeso. Posiblemente con deficiencia de fósforo, magnesio calcio y molibdeno. Esto impide que la mayoría de los cultivos se desarrollen y muchos alimentos son difíciles de conservar. Mientras que para T1 (7.00), T2 (6.70) y T3 (6.40): siendo suelos neutros, presentaron porcentajes equilibrados y disponibilidad de los elementos químicos primarios (carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, azufre y fósforo) y secundarios (calcio, sodio, potasio y magnesio).

Algunos fertilizantes favorecen la acidificación del suelo, cuanto más rápida es la cosecha más eficaz y mayor la proporción de fertilizantes acidificantes. Deben evitarse valores de pH por debajo de 5 (a pH = 4 se dañan las raíces de la mayoría de los cultivos).

- **Materia orgánica (M.O.)**

Para T0 (1.57%): indicando que tuvo un nivel bajo. Además, cabe indicar que el valor óptimo de M.O. para la mayoría de los cultivos es >2%.

Mientras que en los T1(5.68%), T2(5.10%) y T3(2.37%): indicando que aumentó considerablemente el nivel de materia orgánica con los tratamientos aplicados (estiércol cuy, estiércol vacuno y estiércol caprino), llegando a tener el suelo un nivel alto y rico en M.O.

- **Nitrógeno (N)**

Los valores de T0 (0.08%): teniendo un % de N muy bajo, mientras que en los tratamientos T1 (0.28%), T2(0.26%): nivel de contenido alto y T3(0.12%): medio. Siendo los valores < 0.1 bajo, 0.1 – 0.2 medio, > 2 alto. Mostrando la deficiencia en el T0 y aumentando la eficacia con la aplicación de los tratamientos.

- **Fósforo (P)**

Los valores de T0 (14.65 ppm): medio, T1(58.88 ppm): muy alto, T2(46.84 ppm): muy alto y T3(6.02ppm): bajo. Siendo los valores <7 bajo, 7 – 14 medio y >14 alto. Este componente es responsable de la división celular.

Mostrando que con los tratamientos T1 y T2 se alcanzó los niveles más altos y la recuperación de este elemento ante un muestreo inicial, mientras que con el T3 se redujo considerablemente dicho elemento.

- **Potasio (K)**

Los valores de T0 (155 ppm): medio, T1(582.24 ppm): alto, T2(384.83 ppm): alto y T3(197.41 ppm): medio. Siendo los valores <100 bajo, 100 – 240 medio y >600 alto. (FAO, 2013) menciona que los cultivos con deficiencia de potasio muestran un crecimiento reducido o enanismo.

Viéndose reflejado que hubo un incremento de potasio al suelo con los tratamientos aplicados.

### **5.3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS DEL SUELO DE LAS PARCELAS**

- **Enumeración de microorganismos aerobios viables medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo)**

Los valores de T0 (28000 UFC/g), T1(62000 UFC/g), T2(320000 UFC/g) y T3(45000 UFC/g). El tratamiento con estiércol vacuno alcanzó un porcentaje más elevado en comparación de los demás tratamientos, al mismo tiempo estos microorganismos contribuyeron a la fertilidad del suelo. Viéndose reflejado que hubo un incremento de estos microorganismos al suelo con los distintos tratamientos que se utilizó.

- **Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras) medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo)**

Los valores de T0 (ausencia), T1(8000 UFC/g), T2(18000 UFC/g) y T3(116000 UFC/g). El tratamiento con estiércol caprino alcanzó un porcentaje más elevado en comparación de los demás tratamientos, al mismo tiempo estos mohos y levaduras tienen un papel clave en los procesos de descomposición que mineralizan, reciclan nutrientes de plantas y contribuyeron a la fertilidad del suelo.

- **Enumeración de Actinomicetos medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo)**

Los valores de T0 (228000), T1(208000 UFC/g), T2(254000 UFC/g) y T3(6000 UFC/g). El tratamiento con estiércol vacuno alcanzó un porcentaje más elevado en comparación con los otros tratamientos, siendo el tratamiento más apropiado para la recuperación e incorporación de estas bacterias al suelo, mientras que el tratamiento con estiércol caprino el porcentaje más bajo. Esta bacteria juega un papel súper importante en la degradación de materia orgánica, se encuentran especialmente en suelos alcalinos o neutros.

- **Enumeración de Lactobacillus medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo)**

Los valores de T0 (5000 UFC/g), T1 (ausencia), T2 (ausencia) y T3 (4000 UFC/g). Se refleja que en los tratamientos con estiércol de cuy y estiércol vacuno hay ausencia de esta bacteria mientras que en el suelo con estiércol caprino el porcentaje es casi igual al tratamiento testigo. Estas bacterias actúan directamente en la estimulación de la vida del suelo y sobre las plantas.

- **Bacterias fijadoras de Nitrógeno en el suelo medidos en UFC/g (unidad formadora de colonias por gramo)**

Los valores de T0 (7000 UFC/g), T1 (72000 UFC/g), T2 (356000 UFC/g) y T3 (16000 UFC/g). Dejando una muestra clara que a comparación del testigo sin tratamiento hubo una clara diferencia de recuperación de suelo con estas bacterias y con los tratamientos aplicados.

#### **5.4. DISCUSIÓN CONCERNIENTE AL ESTADO POSCOSECHA**

- **Número de tubérculo por planta**

En la investigación se obtuvo el promedio más elevado para el número de tubérculo por planta, con el tratamiento T1 (estiércol de cuy), que nos brindó un resultado promedio de 10.5 unidades por planta, seguido del T2 (estiércol vacuno) que nos dio un promedio de 9,8 y por último el T3 (estiércol caprino) con un valor de 9.5. Asumiéndose que el T1 fue el más eficaz y sobresaliente ante el resto.

- **Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso**

Se obtuvo el valor más alto para clasificación del tubérculo de acuerdo al peso, con el tratamiento T1 (estiércol de cuy), tiene el promedio más alto en sus tres categorías (1ra:18.3, 2da: 38.5 y 3ra:48.8), seguido de los tratamientos T2 (estiércol vacuno) y T3 (estiércol caprino). Asumiéndose que el T1 fue el más eficaz y sobresaliente ante el resto.

- **Peso del tubérculo de 10 plantas por parcela (g)**

En nuestra investigación se obtuvo el valor más alto para el peso del tubérculo de 10 plantas por parcela (g), con el tratamiento T1 (estiércol de cuy), que nos dio un resultado promedio de 6130g, seguido del T2 (estiércol vacuno) que nos dio un promedio de 5600g y por último el T3 (estiércol caprino) con un valor de 5130g. Reflejándose que el T1 fue el más eficaz y sobresaliente ante el resto de los tratamientos.

## CONCLUSIONES

En base a nuestros resultados que, obtuvimos, esta investigación finaliza de la manera siguiente:

- En cuanto a la recuperación de las propiedades físicas: **textura y estructura** del suelo, el T1 suelo Franco con 41% arena, 26% arcilla y 33% limo, T2 resultó suelo Franco Arcilloso Arenoso con 51% arena, 26% arcilla y 23% limo y T3 suelo Franco Arcilloso Arenoso con 51% arena, 26% arcilla y 23%; los resultados obtenidos no varían a montón, pero si el T1 nos refleja el mejor suelo para la siembra y producción de alimentos.
- En cuanto a la recuperación de las propiedades químicas del suelo: **pH** T1 (7.00), T2 (6.70), T3 (6.40) y T0 (4.62); siendo que con el T1 se alcanzó un suelo neutro. **M.O.** T1 (5.68%), T2 (5.10%), T3 (2.37%) y T0 (1.57%); el T1 aumento la carga de materia orgánica al suelo. **N** T1 (0.28%), T2 (0.26%), T3 (0.12%) y T0 (0.08%); siendo con el T1 el que mayor nitrógeno aportó. **P** T1 (58.88 ppm), T2 (46.84 ppm), T3 (6.02 ppm) y T0 (14.65 ppm); siendo con el T1 el que mayor cantidad de fósforo incorporo al suelo. Y por último el **K** T1 (582.24 ppm), T2 (384.83 ppm), T3 (197.41 ppm) y T0 (155 ppm); concluyendo que el T1 enriqueció el suelo con potasio.
- Por otra parte, en los parámetros biológicos los tratamientos aplicados jugaron un papel muy importante en cuanto a la incorporación de microorganismos benéficos al suelo como son: **Enumeración de microorganismos aerobios viables:** T2 (320000 UFC/g), seguido de T1 (62000 UFC/g), T3 (45000 UFC/g) y dejando atrás al T0 (28000 UFC/g), **Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras):** el T3 (116000 UFC/g), seguido del T2 (18000 UFC/g), T1 (8000 UFC/g) y T0 (donde esta bacteria estuvo ausente), **Enumeración de Actinomicetos:** T1 (254000 UFC/g) ocupando el primer lugar, T0 (228000 UFC/g), T2 (208000 UFC/g) y por último T3 (6000 UFC/g) llegando a la conclusión q solo con el T1 hubo el incremento de estas bacterias, **Enumeración de Lactobacillus:** T0 (5000 UFC/g) ocupando el primer lugar, T1 (4000 UFC/g), mientras que con los T2 y T3 hubo ausencia de esta bacteria; concluyendo que con ninguno de

los 3 tratamientos hubo un mejor resultado, y por último **Bacterias fijadoras de Nitrógeno**: T2 (356000 UFC/g) ocupando el primer lugar, seguido del T1 (72000 UFC/g), T3 (16000 UFC/g) y dejando atrás al T0 (7000 UFC/g), concluyendo que hubo el incremento considerable de dichas bacterias al suelo con los tratamientos recibidos.

- En los resultados poscosecha del tubérculo el T1 fue el más eficaz, las variables analizadas nos brindaron los siguientes resultados: **Cálculo del número de tubérculo por planta**: resultados promedios T1 (11 unidades por planta), T2 (10 unidades por planta), T3 (10 unidades por planta) y T0 (6 unidades por planta); **Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso**: T1 tiene el valor más alto en sus tres categorías (1ra: 18u, 2da: 39u y 3ra: 49u), T2 (1ra: 15u, 2da: 36u y 3ra: 48u), T3 (1ra: 13u, 2da: 34u y 3ra: 49u) y T0 (1ra: 7u, 2da: 23u y 3ra: 27u); y por último el **Peso del tubérculo de 10 plantas (g)**: resultados promedios T1 (6130g), T2 (5600g), T3 (5130g) y T0 (3300g).
- De los tratamientos de recuperación de suelo con estiércol de animales (cuy(T1), vacuno(T2) y caprino(T3)), el T1 nos brindó mejores resultados para restaurar las propiedades físico-químicas del suelo y poscosecha del tubérculo, y en cuanto a la recuperación de las propiedades biológicas los tratamientos T1 y T2 fueron los que mejores resultados obtuvieron en cuanto a la integración de la microfauna al suelo.
- El uso de estiércol de animales como método para la recuperación de suelos degradados mejoró las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como también mejoró el estado poscosecha del tubérculo.
- No se llegaron a utilizar ningún tipo de fertilizantes químicos durante la ejecución del proyecto; pero sí se trabajó con un biol casero que fue hecho por mi persona que sirvió como un apoyo .



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con dichas investigaciones, ya que los resultados obtenidos son sumamente importantes desde el punto de vista de la agricultura y el aprovechamiento de tierras degradadas por fertilizantes sintéticos.
- Se recomienda mayor investigación sobre el uso de fertilizantes orgánicos y/o biol casero para mejorar la fertilidad del suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*).
- Se recomendaría realizar este tipo de trabajo experimental de recuperación de suelos con estiércol de otro tipo de animales en diversas zonas del País.
- Se recomienda el tratamiento de suelos ácidos con la aplicación de cal y estiércol de animales.
- Para los agricultores de la Comunidad de Atahuayón se les enseñó el preparado y uso correcto del biol como un fertilizante casero para mejorar sus cultivos y evitar la degradación del suelo por fertilizantes sintéticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlosama, D. P. y Jiménez, R. A. (2018). Evaluación de tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados de la Parroquia Bolívar - Cantón Bolívar. (Tesis de titulación de Ingenieras en Recursos Naturales). Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 105 p.
- Carrol, M. D. (2020). Construyendo materia orgánica en suelos degradados bajo clima semiárido mediante el uso de enmiendas orgánicas. Tesis Doctoral. Escuela internacional de doctorado. Universidad de Murcia. 411 p.
- FAO. (2011). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid. 338 p.
- FAO y GTIS. (2015). Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia. 92 p.
- FAO. (2021). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite. Informe de síntesis 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb7654es>. 86 p.
- FAOSTAT (2022). Producción nacional de papa período 2011-2020. Data 5-6-2022.
- FAOSTAT (2022). Producción mundial de papa período 2011-2020. Data 5-6-2022.
- Hernández S; Fernández C; y Baptista, L. (2010). Metodología de la Investigación. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V.

- Illatopa, D. (2018). Incorporación de abonos orgánicos en la recuperación de suelos agrícolas degradados en Panao - Huánuco 2017. (Tesis de maestría en medio ambiente y desarrollo sostenible). Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco – Perú. 84 p.
- INEI. (2020). Población total proyectada departamento Huánuco, provincia Ambo, distritos de Ambo y Huácar, 2011-2020.
- INEI. PERU: Estimaciones y Proyecciones de Población por Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020.
- Loayza, J. C. 2020. Degradación de la fertilidad química y biológica del suelo por efecto del cultivo intensivo de la papa en Potreropampa, Andahuaylas, Apurímac (Tesis de doctorado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 71 p.
- Lara G. Plaguicidas en la biodiversidad del suelo; su comportamiento como contaminantes. España: Biociencias.org y Biociencias.com; c2001-2013 [citado 19 junio 2013].
- MIDAGRI (2021). Atlas de la Superficie Agrícola del Perú. Dirección general de estadística, seguimiento y evaluación de políticas. Lima – Perú. 64 p.
- MIDAGRI (2020). Estadísticas Agrarias 2011-2020-MIDAGRI Huánuco.
- MIDAGRI (2020). Producción de papa distrito Huácar, 2011-2020. Elaboración a partir de Estadísticas Agrarias 2011-2020-MIDAGRI Huánuco.
- MINAGRI (2018). Interpretado de imágenes Sentinel 2B - 2017-2018 / RapidEye 2012. Elaboración: DGSEP - DEA – MINAGRI.
- MINAM (2020). Hacia una tierra equilibrada y un Perú sostenible: Marco conceptual para la Neutralidad en la Degradación de las Tierras (NDT). Estimación de la línea base nacional de la degradación de tierras. 4 p.
- Ministerio del Ambiente. (2013). DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM.

- ONERN. (1985). Los recursos naturales del Perú. Lima, Perú. 325 pp.
- Ríos (2015) Huánuco, Realizó la investigación: “Efectos de aplicación del Bocashi en el crecimiento del Sacha Inchi (*Piukenetia volubilis* L.) y recuperación de un suelo degradado en el Distrito de Daniel Alomía Robles”, (Universidad Nacional Agraria de la Selva).
- Souza, O.; Emiliano, I. (2006). Aprovechamiento de los residuos agropecuarios tratados con úrea en la alimentación animal.
- Torres, C. S. (2020). Aplicación de abonos orgánicos en un suelo de disposición final de residuos sólidos municipales y su efecto en las propiedades físico-químicas y formación de materia seca de maíz (*Zea mays* L.). San Jerónimo de Tunán, 2017. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Continental. Facultad de Ingeniería. Huancayo. 97 p.
- Unión Europea, (2012). Gestión Integral de Residuos Ganaderos como Fertilizantes.
- USDA (2017). Manual de Reconocimiento de suelos actualizado. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.
- Zarate, R. (2019). Mejoramiento del compost mediante la adición de estiércol de vacuno y de cuy para la disminución de la concentración de metales pesados en el CEPASC, Concepción, Huancayo, 2018, Perú.

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Santiago Morales, S. (2023). *Uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (solanum tuberosum l.), en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “Uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), en la Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE				POBLACIÓN
¿Cuál será el efecto del uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) aplicados en diferentes dosis, en la recuperación físico, químico y biológico del suelo degradado por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ), en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?	Evaluar el efecto del uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) aplicados a diferentes dosis, en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa ( <i>Solanum Tuberosum L.</i> ), en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.	<p><b>Ha:</b> El uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), mejorará las propiedades físico, químicas y biológicas e incrementará el rendimiento de tubérculos por hectárea, Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.</p> <p><b>HO:</b> El uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), no mejorará las propiedades físico, químicas y biológicas y no incrementará el rendimiento de tubérculos por hectárea, Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.</p>	<p><b>Estiércol</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T1 caprino</li> <li>- T2 vacuno</li> <li>- T3 cuy</li> <li>- T0 testigo</li> </ul>	<p>Parámetros Físico</p> <p>Parámetros Químicos</p>	<p>Textura Estructura</p> <p>pH</p> <p>Materia orgánica</p> <p>N</p> <p>P</p> <p>K</p>	<p><b>Método de Investigación:</b></p> <p>Experimental</p>	Estuvo constituida por 40 plantas con 0.5 cm de separación por lado y dividido entre 4 surcos por parcela haciendo un total de 640 plantas en 16 parcelas para el experimento
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE INDEPENDIENTE				MUESTRA
¿Cuál es el estado actual de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022?	Evaluar el estado actual de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.	<p><b>Ha1:</b> El uso de 40 kg/ha de estiércol de cuy tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado e incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.</p>					
¿Cuál es el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 40 kg/ha de estiércol de cuy, en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?	Evaluar el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 40 kg/ha de estiércol de cuy, en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.	<p><b>HO1:</b> El uso de 40 kg/ha de estiércol de cuy no tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado y, no incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.</p>		Parámetros Biológicos	<p>Microorganismos aerobios viables</p> <p>Fungi (Mohos y Levaduras)</p> <p>Actinomicetos</p> <p>Lactobacillus</p> <p>Bacterias fijadoras de Nitrógeno</p>	<p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>La investigación presenta un diseño experimental completamente aleatorizado, con 4 tratamientos y 4 repeticiones y 16 unidades experimentales.</p>	Estará constituida por las muestras tomadas en los puntos elegidos en el área experimental al inicio de la investigación y de las parcelas experimentales y a la finalización de la cosecha del cultivo de papa. Se tomará un (1) kilogramo en forma aleatoria y serán llevados a los laboratorios de suelos para sus análisis respectivos. Para la papa serán las plantas de los surcos centrales de cada parcela experimental para medir la producción del tubérculo por hectárea (t/ha)
¿Cuál es el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 32 kg/ha de estiércol vacuno; en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?	Evaluar el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 32 kg/ha de estiércol vacuno; en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.	<p><b>Ha2:</b> El uso de 32 kg/ha de estiércol vacuno tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado e incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.</p> <p><b>HO2:</b> El uso de 32 kg/ha de estiércol vacuno no tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado y, no incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.</p>	<p><b>Suelos Degradados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades Físicas</li> <li>- Propiedades Químicas</li> <li>- Propiedades Biológicas</li> </ul>				
¿Cuál es el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 24 kg/ha de estiércol caprino; en la comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022?	Evaluar el estado poscosecha de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aplicando 24 kg/ha de estiércol caprino; en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.	<p><b>Ha3:</b> El uso de 24 kg/ha de estiércol caprino tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado e incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.</p> <p><b>HO3:</b> El uso de 24 kg/ha de estiércol caprino no tiene efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado y, no incrementó el rendimiento de tubérculos por hectárea en la Comunidad Atahuayón, Huácar, Ambo 2022.</p>		Estado Poscosecha	<p>Número de tubérculo por planta.</p> <p>Clasificación del tubérculo de acuerdo al peso</p> <p>Peso del tubérculo de 10 plantas (g)</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Experimental</p>	

*Nota.* Matriz de consistencia.

## ANEXO 2

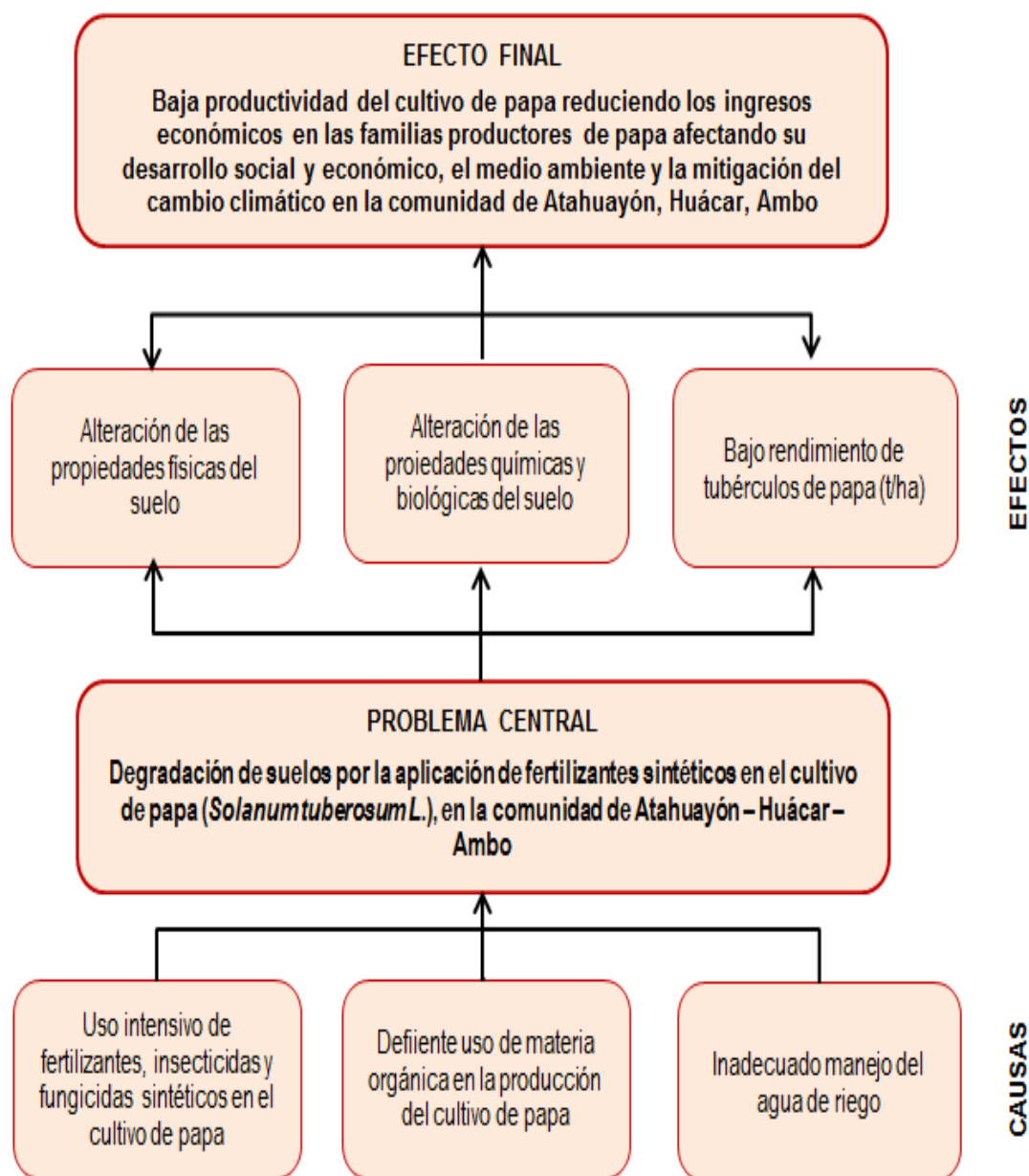
### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TÍTULO:** “Uso de tres tipos de estiércol (cuy, vacuno y caprino) en la recuperación de suelos degradados por fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), en la Comunidad de Atahuayón – Huácar – Ambo 2022.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
<b>Variable Dependiente:</b> Suelos Degradados	La degradación del suelo puede entenderse como la pérdida del equilibrio de sus propiedades, lo que limita su productividad. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.	Tiene expresión en aspectos físicos (erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad, otros) y biológicos del suelo (deficiencia de materia orgánica).	Propiedades Físicas	Textura Estructura	% %	Serán analizadas en el laboratorio de la UNAS, con diferentes instrumentos según sea el caso para la determinación de diversos indicadores.
			Propiedades Químicas	pH M.O. N P K	rangos % % ppm ppm	
			Propiedades Biológicas	Microfauna	UFC/g	
<b>Variable Independiente:</b> Estiércol	El estiércol es el estiércol que se utiliza para fertilizar los cultivos, en ocasiones está constituido por más de un desecho orgánico, como por ejemplo excremento de animales y restos de las camas, como suceden con la paja.	Se suele usar para mejorar la fertilidad del suelo, pues aumenta los microorganismos y los nutrientes que necesitan las plantas para enraizar y crecer.	Estiércol	T1 cuy T2 vacuno T3 caprino T0 sin tratamiento	kg /ha kg/ha kg/ha kg/ha	Se analizaran las muestras un antes y un después en los laboratorio de la UNAS

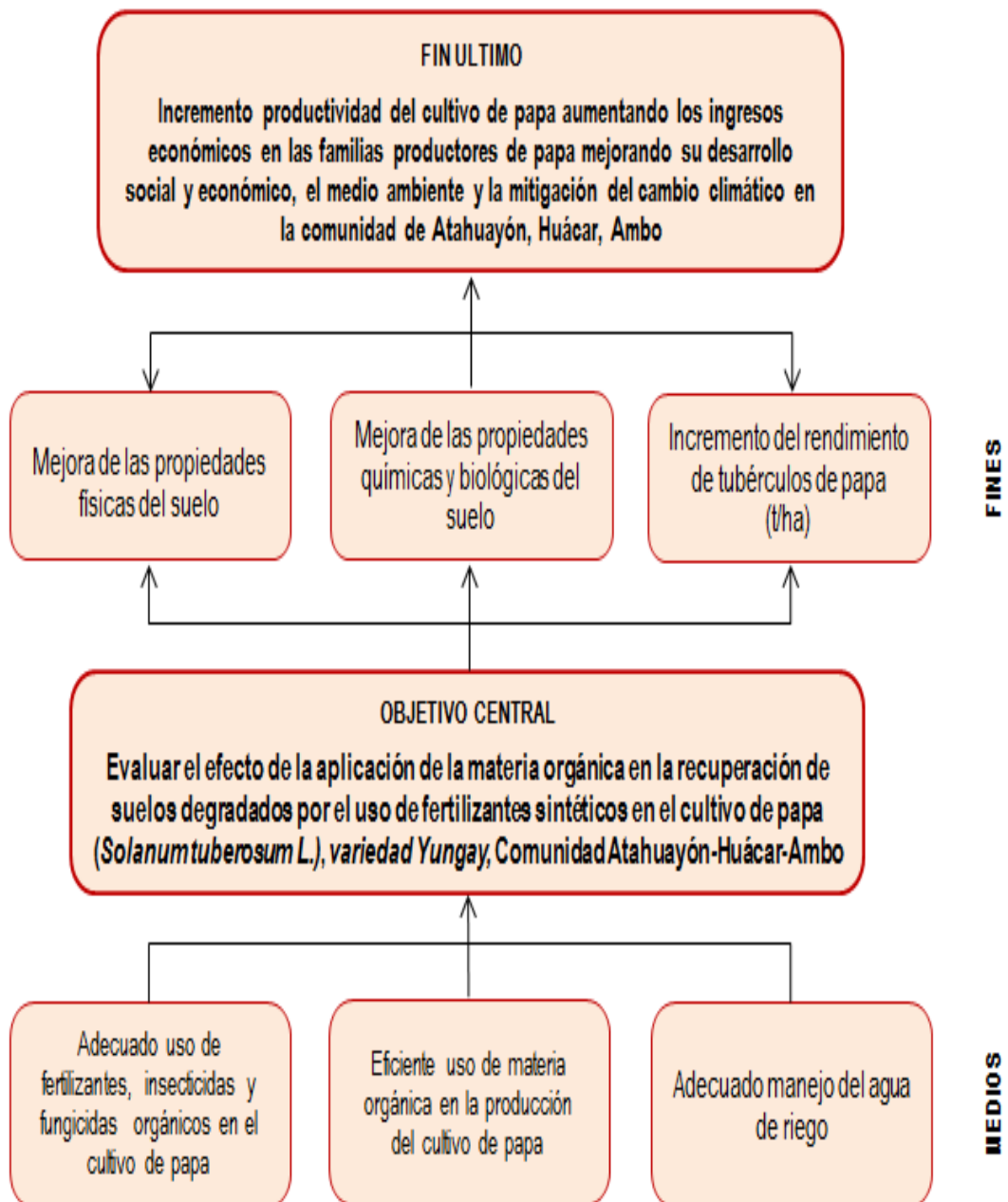
*Nota.* Operacionalización de variables.

### ANEXO 3 ARBOL DE CAUSA Y EFECTO



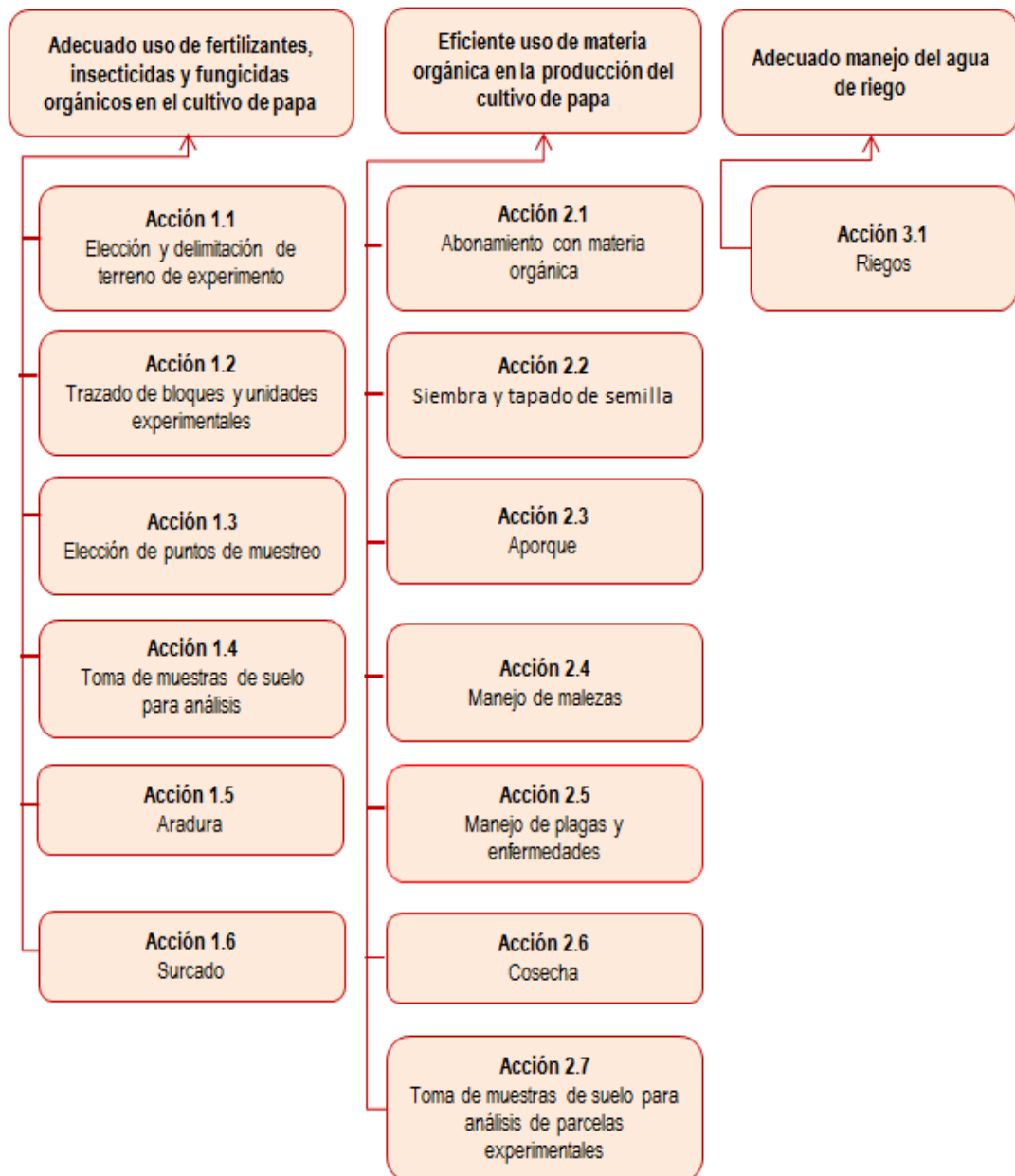


**ANEXO 4**  
**ARBOL DE MEDIOS Y FINES**



## ANEXO 5

### ARBOL DE MEDIOS Y ACCIONES



## ANEXO 6

### RESULTADO DEL PRIMER ANÁLISIS DE SUELO



# 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](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		SHERLY GISELY SANTIAGO MORALES										PROCEDENCIA: HUANUCO										
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
	CODIGO DEL LAB.	REF	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	1:1	%	%	disponible ppm	ppm		Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
1	S1014	M1	45	24	31	Franco	4.62	1.57	0.08	14.65	155	---	8.58	1.24	0.42	0.10	0.43	0.07	10.83	95	5	4

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 001-0652704

TINGO MARIA, 22 DE JULIO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI

Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

## ANEXO 7

### RESULTADOS DE LOS MUESTREOS DE SUELO CON ESTIÉRCOL



**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](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



# ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: SHERLY GISELY SANTIAGO MORALES				PROCEDENCIA: ATAHUAYON - HUACAR - AMBO - HUANUCO																										
N°	DATOS			ANÁLISIS MECÁNICO			pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES						CICe	%	%	%							
	CODIGO DEL LAB.	MUESTRA	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo								Textura	1:1	dS/cm	%	%	disponible					Ca	Mg	K	Na	Al	H	
				%	%	%													ppm											ppm
1	S1737-1	SH1	SUELO CON ESTIÉRCOL DE CUY	41	26	33	Franco	7.00	0.508	5.68	0.28	58.88	582.24	15.88	12.68	2.10	0.845	0.250	0.00	0.00	--	100	0	0						
2	S1737-2	SH2	SUELO CON ESTIÉRCOL DE CAPRINO	51	26	23	Franco Arcillo Arenoso	6.40	0.362	2.37	0.12	6.02	197.41	14.98	12.31	2.05	0.395	0.224	0.00	0.00	--	100	0	0						
3	S1737-3	SH3	SUELO CON ESTIÉRCOL DE VACUNO	51	26	23	Franco Arcillo Arenoso	6.70	0.424	5.10	0.26	46.84	384.83	13.74	11.24	1.83	0.485	0.185	0.00	0.00	--	100	0	0						

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 0662722


TINGO MARIA, 04 DE NOVIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María



  
 Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

## ANEXO 8

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRIMER MUESTREO DE SUELO



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

#### SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Recibo N° : 001- 0653759

**Muestra** : Suelo  
**Procedencia** : Atahuayon Distrito: Huacar - Provincia Ambo – Departamento Huánuco  
**Atención a** : Sherly Gisely Santiago Morales  
**Fecha recepción** : 07 de Julio del 2022  
**Análisis solicitados:**  
- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables  
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)  
- Enumeración de Actinomicetos  
- Enumeración de Lactobacillus  
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

#### RESULTADOS:

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	28 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)	Ausencia	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	228 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	5 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

#### CONCLUSIONES:

La muestra analizada presenta un número alto de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), actinomicetos, un número moderado de fungí (mohos y levaduras), bacterias fijadoras de nitrógeno.

Tingo María, 27 de Julio de 2022.



  
Dr. M**cb**lgo. B**tc**nlg**o**. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General



## ANEXO 9

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CON ESTIÉRCOL DE CUY



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Recibo N° : 001- 0662189

**Muestra 03** : Suelo con estiércol de cuy  
**Procedencia** : Atahuayon Distrito: Huacar - Provincia Ambo – Departamento Huánuco  
**Atención a** : Sherly Gisely Santiago Morales  
**Fecha recepción** : 31 de Octubre del 2022  
**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

#### RESULTADOS:

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	62 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)	8 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	254 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	Ausencia	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	72 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

#### CONCLUSIONES:

La muestra analizada presenta un número alto de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), actinomicetos y bacterias fijadoras de nitrógeno, y un número moderado de fungí (mohos y levaduras).

Tingo María, 14 de Noviembre de 2022.



Dr. M<sup>c</sup>lgo. B<sup>c</sup>nlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General

## ANEXO 10

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CON ESTIÉRCOL VACUNO



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

#### SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Recibo N° : 001- 0662189

**Muestra 02** : Suelo con estiércol vacuno  
**Procedencia** : Atahuayon Distrito: Huacar - Provincia Ambo – Departamento Huánuco  
**Atención a** : Sherly Gisely Santiago Morales  
**Fecha recepción** : 31 de Octubre del 2022  
**Análisis solicitados:**  
- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables  
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)  
- Enumeración de Actinomicetos  
- Enumeración de Lactobacillus  
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

#### RESULTADOS:

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	320 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)	18 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	208 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	Ausencia	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	356 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

#### CONCLUSIONES:

La muestra analizada presenta un número alto de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), actinomicetos y bacterias fijadoras de nitrógeno, y un número moderado fungí (mohos y levaduras).

Tingo María, 14 Noviembre de 2022.



*[Firma]*  
Dr. Mchgo. Btcnlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General

## ANEXO 11

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CON ESTIÉRCOL VACUNO



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
**Laboratorio de Microbiología General**  
Tingo María

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Recibo N° : 001- 0662189

**Muestra 01** : Suelo con estiércol caprino  
**Procedencia** : Atahuayon Distrito: Huacar - Provincia Ambo – Departamento Huánuco  
**Atención a** : Sherly Gisely Santiago Morales  
**Fecha recepción** : 31 de Octubre del 2022

**Análisis solicitados:**

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de Lactobacillus
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno

**RESULTADOS:**


Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de microorganismos Aerobios Viables	45 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	3 - 7 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Fungí (Mohos y Levaduras)	116 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	1 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Actinomicetos	6 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Enumeración de Lactobacillus	4 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2 - 3 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Bacterias fijadoras de Nitrógeno	16 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	Presencia

**CONCLUSIONES:**

La muestra analizada presenta un número alto de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), fungí (mohos y levaduras), y un número moderado de actinomicetos, *Lactobacillus* y bacterias fijadoras de nitrógeno.

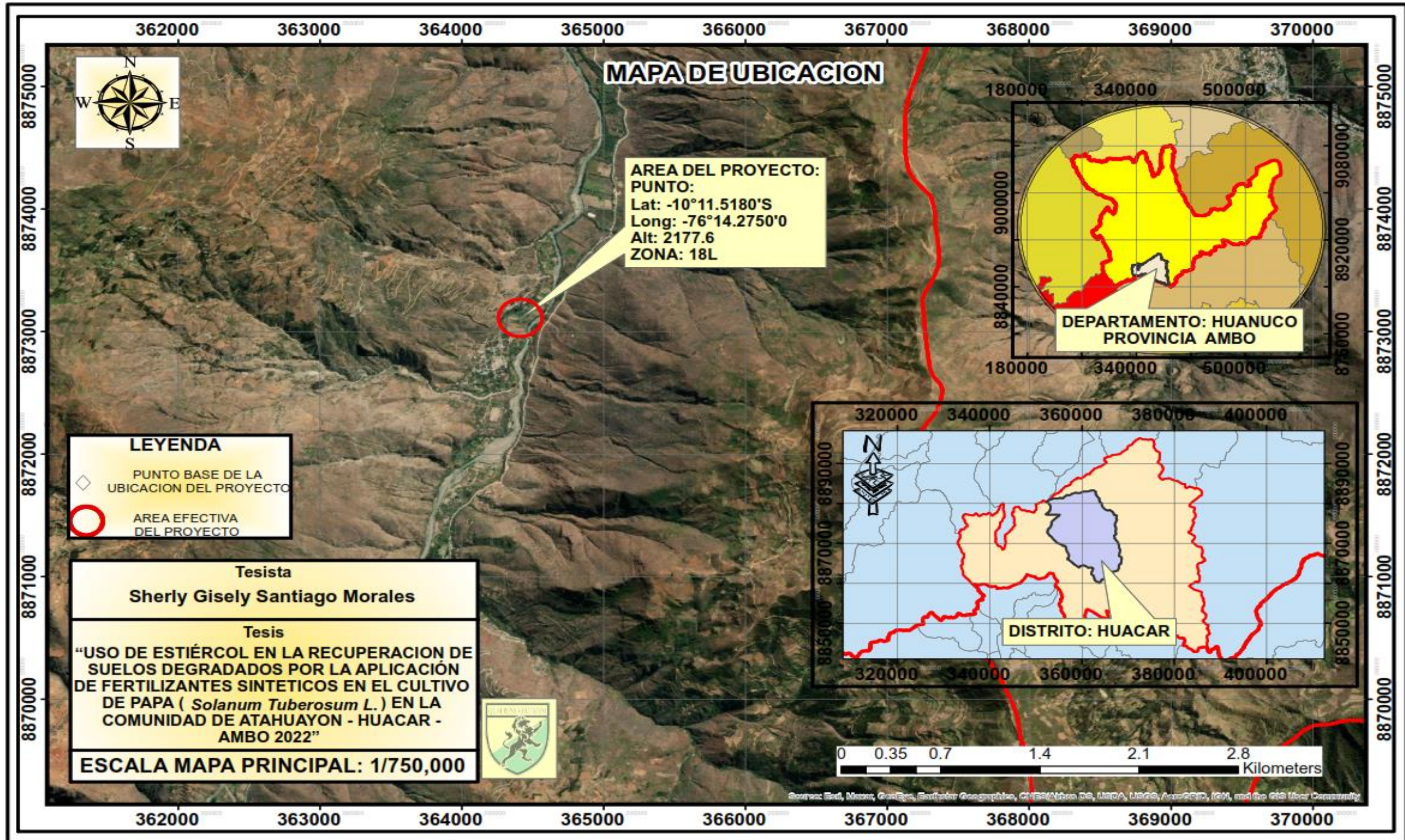
Tingo María, 14 de Noviembre de 2022.



  
Dr. Mcdlgo. Bctnlgo. César S. López López  
Laboratorio Microbiología General



ANEXO 12  
 MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO





**ANEXO 13**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**

**Fotografía 1**

*Toma de muestra inicial del suelo junto al asesor*



**Fotografía 2**

*Arado y surcado del terreno a sembrar*





### Fotografía 3

Localización y enmarcado de las parcelas donde se trabajó



### Fotografía 4

Cernido y pesado de la toma de muestra para el laboratorio





**Fotografía 5**  
*Delimitación de las parcelas*



**Fotografía 6**  
*Siembra de la papa variedad yungay con los estiércoles*





**Fotografía 7**

*Preparado y dosificación del biol para ser utilizado*



**Fotografía 8**

*Toma de datos y limpieza de malezas*





**Fotografía 9**

*Visita de uno de los supervisores al proyecto*



**Fotografía 10**

*Cosecha del tubérculo junto al asesor del proyecto*





**Fotografía 11**  
*Peso del tubérculo de 10 plantas*



**Fotografía 12**  
*Muestras finales de suelo*



### Fotografía 13

Visitas a la UNAS para el análisis de los muestreos de suelo

