

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades
de papa nativa (*Solanum spp*). Vilcas Huamán
a 3836 msnm, Ayacucho**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Heber VILCA BELLIDO

ASESOR:

M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Con todo mi amor: a Dios quien inspiro mi espíritu para la realización de mi estudio, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

En memoria a mis padres, Gregorio y Bertha quienes me enseñaron a trabajar por mis sueños y quienes tuvieron fe en mí. Aunque ya no está en este plano, su amor de padres seguirá conmigo todos los días de mi vida.

Con amor y cariño a mis hermanas y hermanos: Ida, Heymar, Sadam y Margary quienes han sido una fuente constante de inspiración y motivación para mí. Gracias por ser mi apoyo incondicional en este camino hacia la culminación de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por haberme dado la oportunidad para la consecución de mis objetivos trazados.

A la Escuela Profesional de Agronomía y su plana docente, por haberme brindado sus conocimientos para formarme profesionalmente.

Al Mg. Walter Augusto Mateu Mateo, asesor del presente trabajo, por su apoyo incondicional para el desarrollo del trabajo de investigación.

Al Ing. Eduardo Robles García, al Dr. Lurquín Zambrano Ochoa y a la Ph.D Marlheni Cerda Gómez, por sus aportes para la culminación del presente trabajo.

A Ida Vilca Bellido, por acompañarme en este duro camino y apoyarme en la elaboración del presente trabajo.

A todas aquellas personas, que directa o indirectamente me apoyaron en la ejecución y culminación del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	3
1.1. De la papa	3
1.1.1. Origen y distribución.....	3
1.1.2. Principales zonas de producción de papa en el Perú.....	4
1.1.3. Clasificación taxonómica.....	5
1.1.4. Características morfológicas y botánicas de la papa	6
1.1.5. Etapas de la fisiología del cultivo.....	9
1.1.6. Requerimientos agroclimáticos del cultivo.....	11
1.1.7. Composición nutricional de la papa nativa.....	14
1.1.8. Categorización del tubérculo	17
1.1.9. Proceso productivo de la papa	17
1.1.10. Principales plagas y enfermedades de la papa.....	21
1.1.11. Fertilizantes	27
1.1.12. Clasificación de los elementos nutricionales.....	27
1.2. De las variedades cultivadas de papa.....	30
1.2.1. Variedades nativas de papa.....	30
1.2.2. Variedades nativas de papa dulce.....	30
1.2.3. Variedades nativas de papa amarga	30
1.2.4. Variedades mejoradas de papa.....	31
1.3. De la fertilización	37
1.3.1. La fertilización química	37
1.3.2. La fertilización orgánica.....	38
1.4. De la gallinaza.....	39

1.4.1. Generalidades	39
1.4.2. Ventajas y desventajas del uso de gallinaza	40
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA.....	42
2.1. Ubicación del experimento.....	42
2.2. Antecedentes del área de cultivo	42
2.3. Características climáticas	44
2.4. Materiales para la parte experimental	48
2.4.1. Material biológico	48
2.4.2. Material y equipos de campo	48
2.4.3. Material de gabinete.....	48
2.5. Análisis físico y químico del suelo	48
2.6. Análisis químico de la gallinaza	50
2.7. Factores estudiados.....	50
2.7.1. Variedades de papa nativa (V)	50
2.7.2. Niveles de gallinaza (G).....	50
2.8. Descripción de los tratamientos.....	51
2.9. Diseño experimental	51
2.10. Descripción del campo experimental	52
2.11. Instalación y conducción del experimento	55
2.11.1. Preparación del terreno.....	55
2.11.2. Demarcado del campo experimental	55
2.11.3. Surcado.....	56
2.11.4. Requerimiento de semillas y desinfección.....	56
2.11.5. Incorporación de la gallinaza	56
2.11.6. Siembra	56
2.11.7. Fertilización.....	56
2.11.8. Riegos.....	57
2.11.9. Deshierbo	57
2.11.10. Aporques.....	57
2.11.11. Control fitosanitario	57
2.11.12. Cosecha	57
2.12. Criterios o variables evaluadas	58
2.12.1. Variables de precocidad de las variedades	58

2.12.2. <i>Variables de productividad</i>	58
2.12.3. <i>Rentabilidad económica de la producción</i>	59
2.13. <i>Análisis estadístico</i>	59
CAPÍTULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
3.1. Variables de precocidad	60
3.2. Variables de productividad	61
3.2.1. <i>Altura de planta</i>	62
3.2.2. <i>Materia seca</i>	64
3.2.3. <i>Rendimiento de tubérculos de primera</i>	66
3.2.4. <i>Rendimiento de tubérculos de segunda</i>	68
3.2.5. <i>Rendimiento de tubérculos de tercera</i>	70
3.2.6. <i>Rendimiento total de tubérculos</i>	72
3.3. Rentabilidad económica de la producción	74
3.4. Merito económico de los tratamientos	75
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Contenido de nutrientes en 100g de papa cocida.....</i>	15
Tabla 1.2. <i>Aporte nutricional de la papa frente a otros alimentos.....</i>	17
Tabla 1.3. <i>Categorización de papa nativa.....</i>	17
Tabla 1.4. <i>Duración del ciclo biológico de dos especies de gorgojos.....</i>	22
Tabla 1.5. <i>Duración del ciclo biológico de dos especies de polillas.....</i>	24
Tabla 1.6. <i>Características y composición química de algunos fertilizantes</i>	38
Tabla 1.7. <i>Valor nutricional de la gallinaza de ponedoras de jaula</i>	39
Tabla 1.8. <i>Caracterización de los diferentes tipos de gallinaza</i>	40
Tabla 2.1. <i>Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2020-2021 Estación Meteorológica del Proyecto Especial Rio Cachi. Unidad Hidrológica ..</i>	45
Tabla 2.2. <i>Características Físico - químicos del suelo del campo experimental en Qenuapata</i>	49
Tabla 2.3. <i>Composición química de la gallinaza.....</i>	50
Tabla 2.4. <i>Distribución y descripción de tratamientos</i>	51
Tabla 2.5. <i>Pesos de tubérculos por categorías.....</i>	58
Tabla 3.1. <i>Variables de precocidad en los cuatro cultivares de papa nativa, producidos en Vilcas Huamán a 3837 msnm</i>	60
Tabla 3.2. <i>Análisis de variancia de la altura de planta de las diferentes variedades de papa y los niveles de gallinaza. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	62
Tabla 3.3. <i>Análisis de variancia de la materia seca de los tubérculos en los diferentes niveles de gallinaza y variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	64
Tabla 3.4. <i>Análisis de rendimiento de los tubérculos de primera categoría de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3837 msnm</i>	66
Tabla 3.5. <i>Análisis de rendimiento de los tubérculos de segunda de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	68
Tabla 3.6. <i>Análisis de rendimiento de los tubérculos de tercera de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	70
Tabla 3.7. <i>Análisis de rendimiento total de los tubérculos de las variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	72

Tabla 3.8. <i>Análisis del mérito económico del rendimiento de la producción total de los tubérculos de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3837 msnm</i>	75
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. <i>Se muestra 5 centros de riqueza de especies: a) norte de Argentina, b) Bolivia, c) sur de Perú, d) norte de Perú y e) centro de México. La mayor riqueza de especies se encuentra en el norte de Perú y el norte de Argentina</i>	4
Figura 1.2. <i>Morfología de la planta de papa.....</i>	9
Figura 1.3. <i>Requerimiento climático del cultivo de papa</i>	12
Figura 1.4. <i>Información nutricional de la papa.....</i>	16
Figura 1.5. <i>Ciclo biológico del gorgojo de los andes.....</i>	22
Figura 1.6. <i>Ciclo biológico de la polilla</i>	23
Figura 1.7. <i>Papa nativa Yuraq Sisa</i>	32
Figura 1.8. <i>Papa nativa Peruanita.....</i>	34
Figura 1.9. <i>Papa nativa Huayro</i>	35
Figura 1.10. <i>Papa nativa Chaulina.....</i>	37
Figura 2.1. <i>Área seleccionada para el cultivo de papa nativa, ubicado en Qenuapata, en el distrito de Chito, Provincia de Vilcas Huamán.....</i>	43
Figura 2.2. <i>Diagrama ombrotérmico: T° vs PP y Balance hídrico en la Estación Meteorologica de Vilcas Huamán.....</i>	46
Figura 2.3. <i>Comportamiento mensual de la humedad relativa en Vilcas Huamán .</i>	47
Figura 2.4. <i>Croquis del campo experimental.....</i>	54
Figura 2.5. <i>Croquis de la unidad experimental</i>	55
Figura 3.1. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en la altura de planta. Vilcas Huamán 3837 msnm</i>	63
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en la materia seca del tubérculo. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	65
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de primera. Vilcas Huamán 3837 msnm</i>	67
Figura 3.4. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de segunda. Vilcas Huamán 3837 msnm</i>	69

Figura 3.5. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de tercera. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	71
Figura 3.6. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento total de tubérculos. Vilcas Huamán 3837 msnm.....</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Costo de producción de papas nativas sin gallinaza	87
Anexo 2. Costo de producción de papas nativas, tratamiento de 3.0 t ha ⁻¹ de gallinaza	88
Anexo 3. Costo de producción de papas nativas, tratamiento de 6.0 t. t ha ⁻¹ de gallinaza	89
Anexo 4. Datos obtenidos de las 4 variedades de papa nativa y 3 niveles de gallinaza	90
Anexo 5. Análisis físico- Químico del suelo de la localidad Quenuapa, distrito de Vilcas Huamán - provincia de Vilcas Huamán a 3837 msnm.....	91
Anexo 6. Panel fotográfico	94

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la provincia de Vilcas Huamán a 3836 msnm, se evaluó el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum spp*), con diferentes niveles de gallinaza, en el periodo comprendido de noviembre de 2021 a junio de 2022. El objetivo de evaluar la influencia de niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa. Empleando el diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, correspondiendo a las parcelas los niveles de gallinaza: 0.0, 3.0 y 6.0 t ha⁻¹, y a las subparcelas correspondiendo las variedades de papa: Yuraq sisa, Peruanita, Huayro y Chaulina. Se determinó variables de rendimiento rentabilidad económica. Los niveles de gallinaza 6 y 3 t ha⁻¹ reportaron mayor rendimiento total de tubérculos con 22180.57 y 20555.73 kg ha⁻¹, rendimiento de categoría primera de 7716.30 y 7410.90 kg ha⁻¹. También alcanzaron mayor altura de planta con 73.70 y 70.78 cm, sin embargo, no tuvo influencia en el contenido de materia seca, cuyo promedio fue 25.23%. La variedad Peruanita reportó el mayor rendimiento total de tubérculos con 18,622.45 kg ha⁻¹, seguido de Chaulina, Huayro, Yuraq sisa con 16052.39, 15563.33 y 15404.08 kg ha⁻¹. La variedad Peruanita destacó por su mayor rendimiento de categoría primera y segunda con 7306.56 y 6058.53 kg ha⁻¹, respectivamente. El contenido de materia seca fue de 27.37, 26.33, 25.41 y 22.30 % en Chaulina, Peruanita, Huayro y Yuraq sisa, respectivamente. Peruanita y Huayro alcanzaron mayor altura con 67.42 y 65.97 cm, respectivamente. Las mejores rentabilidades económica se encontró con 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza en las variedades Peruanita, Yuraq Sisa y Huayro, con 477.08 %, 381.21 % y 353.56 %, respectivamente.

Palabras clave: Papa nativa, niveles de gallinaza, rendimiento y rentabilidad.

INTRODUCCIÓN

La papa constituye uno de los cultivos alimenticios más valiosos para la humanidad. Es superior a todos los otros cultivos en la producción de energía y proteína por unidad de tiempo y superficie y ocupa el cuarto lugar en cuanto a consumo humano. En producción mundial le sigue al trigo, arroz y maíz (Horton, 1992).

La papa al 2022 constituye uno de los cuatro cultivos más importantes del mundo con una superficie de más de 20.7 millones de hectáreas, cultivada principalmente en países en desarrollo (FAO, 2022). En América Latina, la papa es un alimento fundamental en la canasta familiar y es más importante aún para las familias de la región de la cordillera de los andes, lugar donde se cultiva mayor variedad de papas.

En la actualidad en el Perú se cultivan 270,000 ha, con una productividad promedio de 11,000 kg. ha⁻¹, mientras tanto en el departamento de Ayacucho, se cultivan en 12,000 ha, con una productividad promedio de 7,000 kg. ha⁻¹, muy por debajo del promedio nacional.

En muchas partes de la región Andina, en los últimos años el mal manejo de los suelos, la erosión y la influencia de la variabilidad climática con sus cambios bruscos de la temperatura, además, del inadecuado uso de los fertilizantes y el monocultivo han ocasionado los bajos rendimientos en la producción y degradación del suelo (Merchán, 2009).

Los cambios en los factores climáticos han venido afectando a la agricultura en Los Andes, los efectos negativos han sido: la disminución de la producción de papa en la Costa y Sierra. (MINAM, 2016).

Algunos autores sostienen que el bajo nivel de producción, es por el uso de la calidad de las semillas, es el factor principal para los bajos rendimientos de los cultivos de papa, a pesar de tener más de 3000 variedades, en nuestro país se presenta rendimientos cada vez más bajos (Ramos, 2018).

A los problemas anteriores se suman, por un lado, la pérdida de diversidad de cultivos de variedades nativas de papa por la introducción de variedades mejoradas, sobreuso de agroquímicos, entre otros (Remón & Peña, 2018), por otro lado, las variedades nativas presentan rendimientos bajos debido al ataque de enfermedades, plagas, labores de deshierbo, riego aporque inoportunos y rotaciones intensivas en parcelas pequeñas y de baja fertilidad del suelo, etc.(Mendoza-Dávalos et al., 2019).

En este escenario, se recurren a soluciones accesibles e inmediatas como a los abonos y tratamientos orgánicos, que funcionen en armonía con el medio ambiente, principalmente en zonas altoandinas donde los cultivos se realizan una vez al año y en periodos específicos, ya que se esperan la temporada de lluvias para el riego de dichos cultivos. Para contribuir con lo mencionado, se ha planteado una investigación para conocer el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa bajo tratamientos con diferentes niveles de gallinaza en zona altoandina de Ayacucho, a 3836 msnm en la provincia de Vilcas Huamán.

Por estas razones el objetivo principal y secundarios que esta investigación persigue son:

Objetivo general

Evaluar la influencia de niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa en la localidad de Quenuapata - Vilcas Huamán a 3836 msnm.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de los niveles de gallinaza en el rendimiento de papa nativa en la localidad de Quenuapata - Vilcas Huamán a 3836 msnm.
2. Determinar la respuesta de las variedades de papa nativa a la aplicación de niveles de gallinaza en la localidad de Quenuapata - Vilcas Huamán a 3836 msnm.
3. Determinar la rentabilidad de los tratamientos aplicados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. De la papa

1.1.1. Origen y distribución

Tanto la papa silvestre como la cultivada se desarrollan en un área geográfica que se extiende desde el sur occidente de Estados Unidos hasta el sur de Chile (Rodriguez et al., 2009). En la misma línea algunos autores (Spooner et al., 2014) plantean el siguiente mapa (Figura 1.1). Sin embargo, su origen radica en la cordillera de los andes centrales en América del Sur. En consecuencia el centro de mayor cantidad de especies y diversidad de variedades de papa cultivada se encuentra en un área que se extiende desde el centro de Perú hasta Bolivia (Bonavia, 2016), por esta razón se sostuvo que este lugar era el centro de origen de la papa (Vavilov, 1951). Para otros autores la mayor riqueza de especies (Figura 1.1) se encuentra en el norte de Perú y el norte de Argentina (Spooner et al., 2014).

Se cree que las primeras papas cultivadas fueron seleccionadas en las montañas de los andes centrales de Perú y Bolivia en algún momento entre 6000 y 10000 años atrás (Spooner & Hetterscheid, 2005), en el que generaciones de agricultores desarrollaron gran cantidad de variantes cultivadas ya sea de manera deliberada o inconsciente.

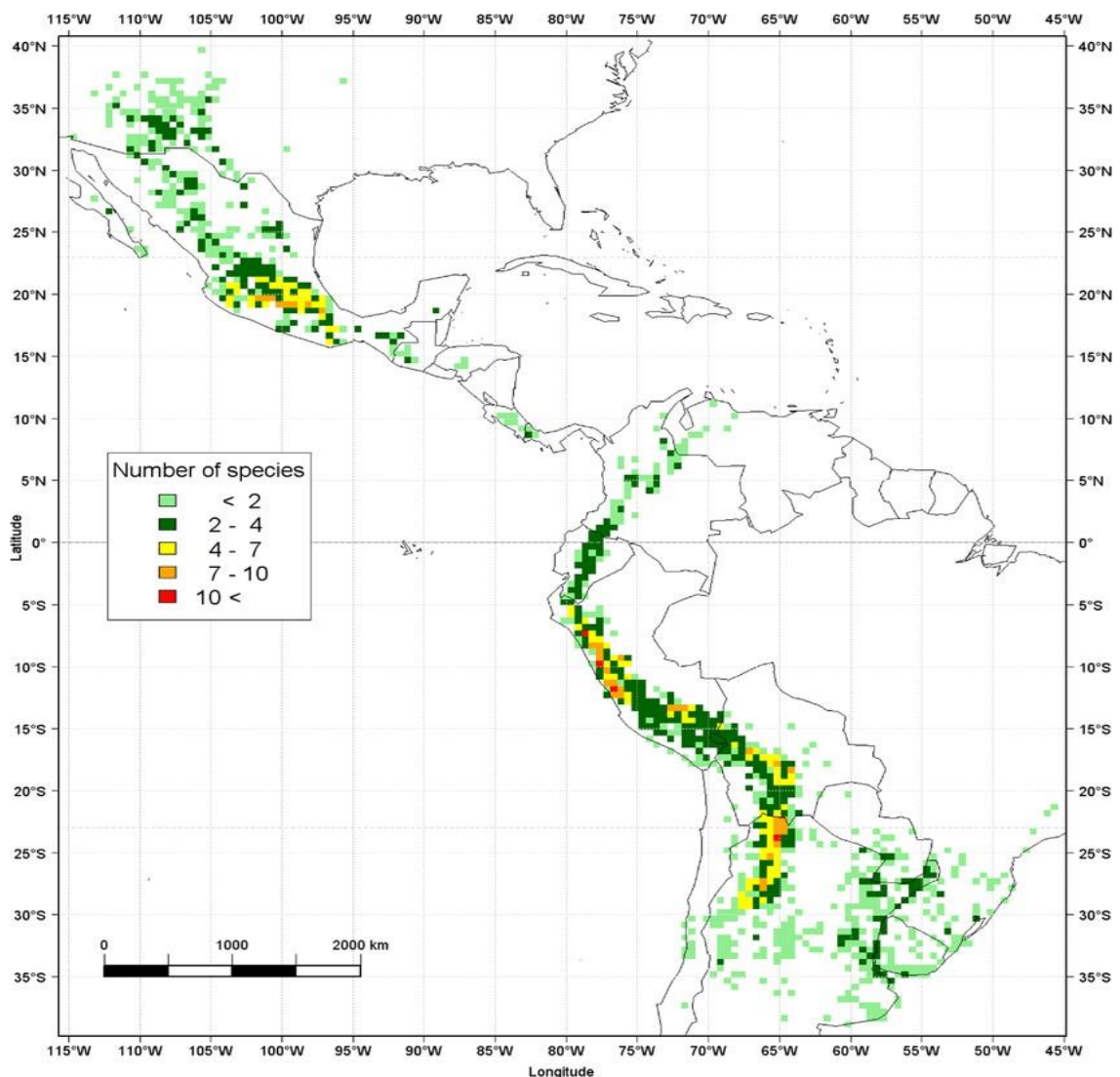
Investigaciones previas al estudio detallado de la genética de la papa sostenían que las variantes cultivadas tenían orígenes múltiples (Ochoa, 1990; Spooner, 1990), luego se determinó que la papa cultivada tuvo su origen en una región al norte del lago Titicaca, en la frontera de Perú y Bolivia (Spooner et al., 2005; van den Berg & Jacobs, 2007).

Algunos autores plantean que *Solanum stenotomum* es la primera especie domesticada, este se desarrolló en el Perú y luego fue dispersada hacia Bolivia (Hawkes,

1990; Sukhotu & Hosaka, 2006). Además, *S. stenotomum* tuvo su origen en las especies silvestres *S. bukasovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum* (Sukhotu & Hosaka, 2006). El *S. stenotomum* a su vez, habría dado origen a *S. andigena* (Rodríguez, 2010; Sukhotu & Hosaka, 2006).

Figura 1.1

Cinco centros de riqueza de especies: a) norte de Argentina, b) Bolivia, c) sur de Perú, d) norte de Perú y e) centro de México



Fuente. (Spooner et al., 2014)

1.1.2. Principales zonas de producción de papa en el Perú

Para el mes de abril de 2020 la producción fue de 1 133 033 toneladas, incrementándose en 12.2% en comparación al mismo mes del año anterior (INEI, 2020) La papa se produce en 19 regiones en el País, pero aquellos con mayor producción en este

año fueron Apurímac (131,5%), Huancavelica (64,3%), Cusco (27,0%), Puno (20,5%) y Ayacucho (18,9%), que representó el 70,9% de la producción nacional (INEI, 2020). La producción anual de la papa para el 2020 alcanzó las 5 458 076 toneladas cosechando 330 790 hectáreas (Ramos, 2021).

Durante el mes de marzo del 2021 la producción de papa registró 478 081 toneladas y la producción anual para este año alcanzó los 5.7 millones de toneladas (León Carrasco, 2022). Para marzo del 2022 la producción fue de 542 047 toneladas mostrando un crecimiento del 13.4% en comparación al año anterior (INEI, 2022). Para este mes, la mayor producción fue registrada en los departamentos de Ayacucho (31,0%), La Libertad (22,9%), Puno (21,1%) y Huánuco (14,1%), Lima (65,0%), Moquegua (38,8%), Apurímac (28,8%), Cusco (23,7%), Áncash (19,5%), Huancavelica (18,4%), Amazonas (10,3%), Arequipa (2,9%) y Tacna (1,6%) (INEI, 2022).

1.1.3. Clasificación taxonómica

La última clasificación taxonómica integral de la papa reconoce ocho especies cultivadas y 228 especies silvestres, divididas en 21 series taxonómicas, incluidas 19 series para especies tuberosas y dos series de especies no tuberosas (Spooner et al., 2014).

La clasificación sistemática de la papa según (Spooner et al., 2014) es:

Reino: Plantae

Subreino: Viridaeplantae

División: Traqueofita (Tracheophyta)

Subdivisión: espermatofitina (Spermatophytina)

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: *Solanum tuberosum* L.

Variedad: Yuraq sisa, Peruanita, Huayro, Chaulina

1.1.4. Características morfológicas y botánicas de la papa

La papa es una planta suculenta, dicotiledónea herbácea y anual, perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal y su capacidad de producción de tubérculos. Se constituye de:

a) Brote

Los brotes son tallos que se originan en los “ojos” del tubérculo. Es variable en número y tamaño de acuerdo a la variedad y condiciones de almacenamiento de la semilla. Al sembrar, los brotes aceleran su crecimiento con el fin de salir a la superficie del suelo y conseguir tallos más desarrollados. Al comercializar la semilla, se requiere que éstas tengan brotes. Se componen de: lenticelas, pelos, yema terminal, yema lateral, nudos y primordios radiculares.

b) Raíz

La raíz (Figura 1.2) es la estructura subterránea de la planta, cuya función es la absorción de agua y nutrientes en beneficio de la planta. El sistema radicular es fibroso, con capacidad de extenderse y penetrar hasta los 80cm (Otiniano, 2017).

La papa es una planta que crece a partir de una semilla o un tubérculo-semilla. Las que crecen de la semilla forman una raíz axonomorfa con ramificaciones laterales y fibrosas (Inostroza et al., 2009). Las que crecen desde un tubérculo-semilla, no presentan raíz principal y forman muchas raíces adventicias (Román & Hurtado, 2002), estas raíces surgen en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea del tallo, también pueden surgir en los estolones (Inostroza et al., 2009). Las raíces laterales fibrosas pueden llegar hasta 1.20m de profundidad, en suelos francos y profundos (Román & Hurtado, 2002).

c) Tallo

Las plantas que crecen de semilla tienen sólo un tallo principal mientras que las que crecen de tubérculos-semilla pueden producir varios tallos (Inostroza et al., 2009).

La planta de la papa presenta tres tipos de tallos (Figura 1.2), el tallo aéreo (tallo principal) en el que se desarrollan las hojas y dos tipos de tallos subterráneos: los estolones y tubérculos (Otiniano, 2017).

El tallo principal nace del brote del tubérculo-semilla, desde donde se originan los tallos secundarios de las yemas nodales (Otiniano V., 2017). El tallo estolonífero refiere a los brotes laterales que crecen de la base del tallo aéreo (Otiniano V., 2017). El tubérculo es un tallo modificado que nace al final del estolón y almacena almidón y azúcar (Otiniano, 2017).

d) Hojas

Las hojas (Figura 1.2) son estructuras que cubren el tallo y se distribuyen en espiral. Las hojas están compuestas por un raquis central y varios folíolos (Inostroza et al., 2009). Un raquis central puede contener muchos pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. El folíolo se une al raquis de dos formas: mediante un pecíolo pequeño llamado peciólulo o directamente, es decir sin peciólulo, a esto se le conoce como folíolo sésil (Inostroza et al., 2009).

La estructura de las hojas de las plantas es fundamental porque sirven para captar la energía del sol y transformarla en energía que alimenta a la planta.

e) Flores

El pedúnculo de la inflorescencia (Figura 1.2) se divide en dos ramas, que a su vez se subdivide en otras dos ramas, formando en su conjunto una inflorescencia cimosa (Inostroza et al., 2009). De las ramas de la inflorescencia nacen los pedicelos que sostienen los cálices, flores y frutos (Inostroza et al., 2009).

Las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo (Inostroza et al., 2009). Las flores se auto polinizan en un 98 % y un 2 % de polinización cruzada (Molina et al., 2004).

f) Frutos y semillas

Al desarrollarse el ovario se convierte en una baya (fruto de la planta) (Figura 1.2) que contiene más de 200 semillas cada una (Molina et al., 2004). El fruto mayormente tiene una forma esférica y es de color verde, aunque algunas variedades presentan frutos con puntos blancos o son pigmentados en franjas u áreas irregulares (Inostroza et al., 2009).

Las semillas (Figura 1.2) también son conocidas como semilla sexual (Molina et al., 2004; Otiniano V., 2017), éstas son planas y ovaladas. Cada semilla está envuelta por la delgada capa conocida como testa; cuya función es proteger al embrión, y un endosperma (tejido nutritivo de reserva) (Inostroza et al., 2009). Las semillas son también denominadas “semilla verdadera” o botánicas para diferenciarlas de los tubérculos-semilla, que son frecuentemente usados en la producción (Inostroza et al., 2009).

g) Estolón

Los estolones son tallos laterales de crecimiento horizontal dentro de la tierra a partir de yemas de los tallos (Inostroza et al., 2009). Las papas silvestres poseen estolones largos y las mejoradas buscan tenerlas cortas. Su función principal es formar tubérculos mediante el agrandamiento de su extremo terminal, para esto transporta sustancias (azúcares) producidos en las hojas que luego se almacenan en los tubérculos, aunque no todos los estolones logran formar tubérculos, si el estolón no es cubierto por tierra, entonces se desarrolla como un tallo vertical con follaje normal (Inostroza et al., 2009).

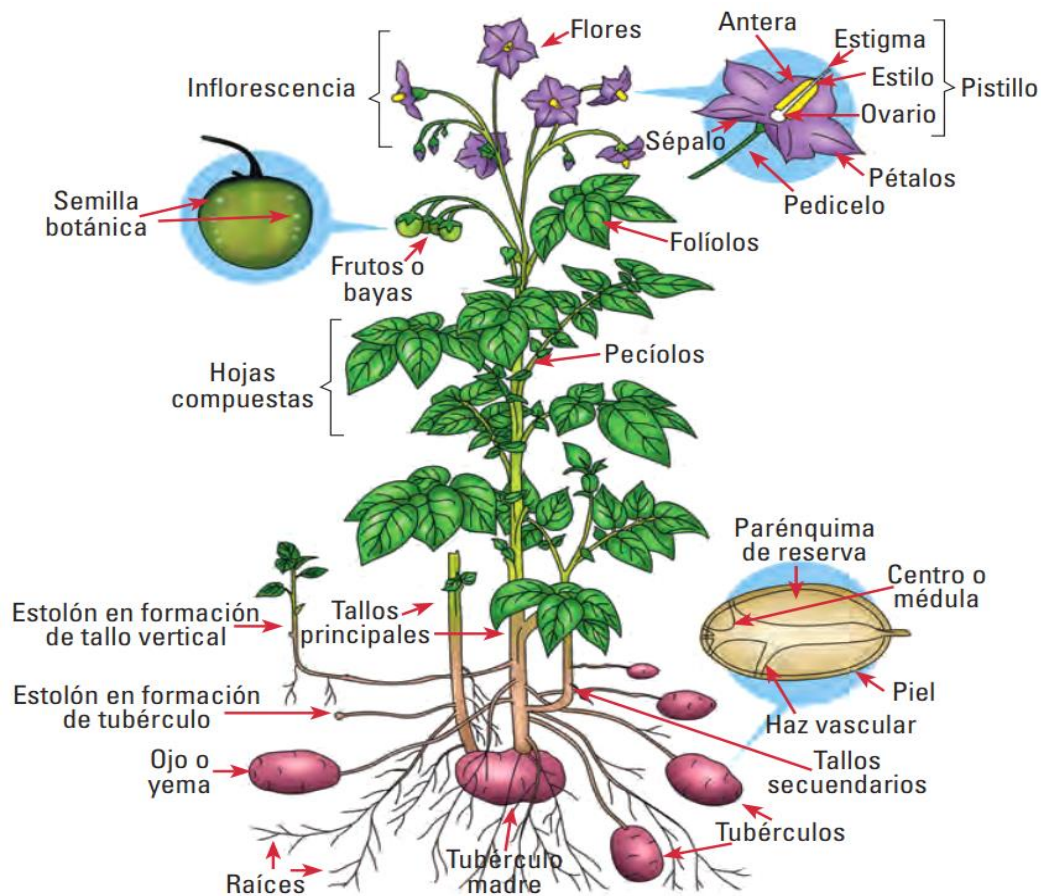
h) Tubérculo

El tubérculo (Figura 1.2) de papa es una raíz modificada y es el principal órgano de almacenamiento de la planta. Su formación comienza a partir de estolones (tallos laterales) emitidos por los tallos principales, cuando la planta comienza la floración (35 a 45 días después de la siembra) (Molina et al., 2004). El tubérculo presenta dos extremos; el basal o talón y el extremo expuesto llamado apical o distal (Inostroza et al., 2009).

Los tubérculos alcanzan su madurez fisiológica varias semanas después de la siembra: 90 días para variedades precoces, 110 a 120 días para variedades de ciclo intermedio y más de 120 para variedades tardías (Molina et al., 2004)

Figura 1.2

Morfología de la planta de papa



Fuente. (Carolla, 2006)

1.1.5. Etapas de la fisiología del cultivo

a) Estado de letargo, dormancia o reposo de la semilla

Es el tiempo que transcurre entre la cosecha y la brotación y es variable. Para el tubérculo-semilla este periodo normalmente dura de dos a tres meses, en cambio para la semilla sexual puede durar entre cuatro a seis meses, sin embargo, esta etapa de dormancia puede ser alterada por dos factores: por heridas o enfermedades y tratamiento químico (Molina et al., 2004).

b) Brotación

Los tubérculo- semilla que se encuentran en estado de letargo o dormancia (no presentan brotes) son ampliamente usados para el cultivo. Luego del periodo de letargo o dormancia comienzan a nacer los brotes en el tubérculo y la cantidad de estos depende del tamaño de la semilla, variedad y la forma de almacenamiento (en oscuridad o bajo la

luz) (Sandaña & Martínez, 2019). Los brotes ocurren cuando comienzan a emerger las yemas de los tubérculos, el cual dura un periodo de dos a tres meses (Molina et al., 2004).

Dentro de este estado fenológico ocurre también la formación de raíces y tallos, además comienza el desarrollo de hojas escama desde donde se originarán los estolones más adelante (Sandaña & Martínez, 2019).

c) Emergencia

Es cuando las plántulas emergen desde el suelo, es decir, cuando aparecen las primeras hojas sobre la superficie. Los brotes que se generaron en el tubérculo empiezan a crecer y desarrollarse en forma vertical hacia arriba (superficie del suelo), esto da origen a la emergencia del cultivo (Sandaña & Martínez, 2019).

El tiempo en días, que las plántulas tardan en emerger depende de la variedad del tubérculo, edad fisiológica, condiciones climáticas, reservas del tubérculo, entre otros (Sandaña & Martínez, 2019).

d) Elongación de estolones y tuberización

Este proceso ocurre en la tierra, bajo la superficie. Las puntas de los estolones comienzan a modificarse para ensancharse, con el fin de dar lugar a la formación de los tubérculos (Sandaña & Martínez, 2019).

En esta etapa, ocurre una rápida expansión foliar producto del crecimiento de las hojas y brotes principales y laterales (Sandaña & Martínez, 2019). Las reservas del tubérculo cultivado se consumen para favorecer el desarrollo del área foliar que viene a ser la principal fuente de fotoasimilados (sustancias sintetizadas a partir de la energía solar y CO₂) y así permitir el crecimiento de la planta (Sandaña & Martínez, 2019).

e) Floración

Tiempo después de la tuberización ocurre la floración. Comienza con la aparición del órgano floral, con algunos botones florales y primeros pétalos que permitirán la inflorescencia (Sandaña & Martínez, 2019). Tiempo después, las inflorescencias se expanden y son fecundados y luego de desarrollarse, sus pétalos se desprenden para

permitir el ensanchamiento del ovario y finalmente dar lugar a la formación del fruto (baya) (Sandaña & Martínez, 2019).

En relación al tubérculo, este ya se encuentra en la fase lineal de crecimiento hasta que la planta alcance su maduración (Sandaña & Martínez, 2019).

f) Maduración o senescencia del cultivo

Es considerado como el periodo entre el máximo desarrollo del área foliar y la senescencia total, además, la madurez fisiológica del tubérculo se alcanza en esta etapa (Molina et al., 2004).

Aquí el desarrollo del área foliar se detiene de manera considerable después de haber alcanzado la floración (área foliar máxima). Luego de algún periodo esta área foliar comienza a disminuir para dar lugar a la maduración o senescencia del cultivo (Sandaña & Martínez, 2019).

En esta etapa, las hojas y tallos se tornan amarillos y se secan poco a poco. De esta manera, la planta muere de forma natural y todos los fotoasimilados que poseía son movilizados hacia los tubérculos formados (Sandaña & Martínez, 2019).

1.1.6. Requerimientos agroclimáticos del cultivo

Los requerimientos del cultivo de papa varían de acuerdo al espacio geográfico en el que se desarrolla dicha actividad, ya que principalmente la región andina tiene gran variabilidad altitudinal por ende climática, así los puntos que se explican a continuación son referenciales.

a) Clima, agua y suelo

Para la buena producción de papa se requiere las siguientes condiciones:

- ✓ Clima: Templado y húmedo (Cahuana et al., 2012)
- ✓ Precipitación Pluvial: La demanda de agua depende de las condiciones de temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad del cultivo (INTAGRI, 2017), por ejemplo, en Puno por cada campaña agrícola se requiere de 600 a 800 mm de lluvia (Cahuana et al., 2012). En promedio, a nivel de la región andina la precipitación pluvial óptima requerida por la planta

de la papa es alrededor de 400 mm a 1 200 mm (Romero, 2019). Por otro lado, la mayor demanda de agua son en la etapa de germinación y crecimiento de los tubérculos, y en ocasiones es necesario riegos secundarios, en ausencia de precipitación (INTAGRI, 2017).

- ✓ Humedad Relativa: Normalmente alta, mayor a 80% (Cahuana et al., 2012).
- ✓ Tipos de suelo: Se desarrolla muy bien en suelo franco, franco limoso y franco arcilloso. La estructura del suelo debe ser granular, con alto contenido de materia orgánica, de buen drenaje y profundos (Cahuana et al., 2012).

De manera específica, los requerimientos climáticos (figura 1.3) del cultivo de papa en las regiones andinas de Perú y Bolivia son aproximadamente:

Figura 1.3

Requerimiento climático del cultivo de papa

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo						Crecimiento reproductivos	Maduración
	Brotamiento	Emergencia (1)	Brotos laterales (2)	Boton Floral (3)	Floración (4)	Maduración de bayas (5)		
Parte aérea								
Parte radicular	Formación de raíces y tallos	Desarrollo y crecimiento de raíces			Emisión y crecimiento de estolones	crecimiento y llenado de estolones	Maduración de tubérculos	
Ocurrencia de la fase (dds) ¹								
* Variedad Precoz		15 - 20	25 - 35	60 - 70	80 - 95			100 - 120
* Variedad semitardía		20 - 25	35 - 45	75 - 90	100 - 120			130 - 160
* Variedad tardía		25 - 30	45 - 55	95 - 105	135 - 150			180 - 200
Temperatura Óptima	17°C a 25°C	17°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C			14°C a 20°C
Temperatura Crítica	< 5°C a 30°C >	< 5°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >			< 5°C a 28°C >
Humedad óptima	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%			60% - 80%
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible			Tolerante

¹ dds: días después de la siembra

Fuente: (Romero, 2019)

b) Altitud

En el Perú, la papa se puede cultivar en diferentes niveles altitudinales, por ejemplo, la papa blanca se siembra en zonas desde la costa hasta los 4000 msnm. en la región andina (SENAMHI, n.d.). La mayor productividad se logra en los valles costeros; no obstante, la mayor superficie de áreas sembradas están en la región andina (SENAMHI, n.d.).

c) pH

El rango óptimo de pH es de 5,5 a 6,5 (Romero, 2019)

d) Temperatura

En países sub tropicales la estación de crecimiento del cultivo es en invierno. La temperatura durante la siembra es entre los 25°C a 30°C y en la cosecha entre 10°C a 20°C. La duración del cultivo es entre 90 a 100 días (Patil et al., 2016). El estrés hídrico al medio día es prominente y la temperatura de día 25°C a 30°C, y temperatura de noche entre 4°C a 15°C. (Patil et al., 2016).

En el trópico, el cultivo de papa se ve favorecida por las condiciones del clima sostenidas en tierras altas, ya que la temperatura entre los 15°C y 20°C favorece la tuberización y crecimiento del cultivo (Román & Hurtado, 2002). Aquí es necesario una variación de temperatura diurna y nocturna de por lo menos 10°C a lo largo del ciclo vegetativo, ya que influye mucho en el rendimiento y la calidad, pues las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para los tubérculos (Román & Hurtado, 2002).

e) Heladas, sequías y granizadas

Los efectos de estos 3 factores climáticos, considerados extremos para el cultivo, depende de la intensidad y duración de cada factor, además del estado fenológico del cultivo de papa. Por otro lado, cada variedad de papa responde diferente a los efectos de estos factores y tienen su propia capacidad de tolerancia y recuperación.

Estos tres factores climáticos son de los más limitantes en la región andina, por ejemplo, en Puno. Según Cahuana et al., (2020) el 80% de área sembrada está expuesta en alguna medida al efecto de las heladas, y dado que el 95% de estos cultivos son realizados en épocas de lluvia están expuestos a los efectos de granizo. En consecuencia, por efectos de las heladas las perdidas pueden ascender hasta los 90%, perdidas por sequía hasta 85% y granizo hasta 80% (Cahuana et al., 2020).

f) Viento

Es importante que los vientos sean moderados, las velocidades no deben superar los 20 km/h para evitar daños en las plantas y afectar negativamente su rendimiento (INTAGRI, 2017).

g) Fotoperíodo

Otro factor que afecta el desarrollo del cultivo de la papa es el fotoperiodo, el cual corresponde a la duración del día (horas luz) (Carolla, 2006).

Las horas de luz es fundamental en la función de los cloroplastos, porque permite un conjunto de reacciones en las que se incluyen al dióxido de carbono y agua, estas reacciones contribuyen en la formación de azúcares que favorecen la formación de los tubérculos (Molina et al., 2004), además es fundamental para la fotosíntesis.

Para Carolla (2006) en el cultivo de papa el fotoperiodo es fundamental para el inicio de la tuberización. Ella sostiene que, en general todas las variedades de papas tuberizan al mismo tiempo en ambientes de fotoperiodo menor a 12 horas.

En países sub tropicales, el fotoperiodo durante el crecimiento del cultivo es en promedio 10.3 horas de luz por día (Patil et al., 2016).

En el Perú, diversas zonas productoras presentan condiciones de 10 a 12 horas de luz por día, esta característica permite un buen desarrollo del cultivo de papa (Egúsquiza, 2000).

En Puno, según Cahuana et al., (2012) para la tuberización es necesario de 12 a 16 horas de luz por día.

1.1.7. Composición nutricional de la papa nativa

La papa presenta un alto contenido de hidratos de carbono, vitaminas, minerales, entre otros, de forma que la papa aporta gran cantidad de nutrientes, superior a la cantidad de energía, al organismo (Martínez, 2007).

Muchas investigaciones muestran el gran valor nutricional que tiene la papa (Tabla 1.1), algunos de ellos con ciertas variaciones (Figura 1.7) debido a la gran variedad de papas que se tiene actualmente.

Tabla 1.1*Contenido de nutrientes en 100g de papa cocida*

Fuente	Cantidad
Calorías	68 kcal
Proteínas	2.0 gr.
Carbohidratos	15 gr.
Grasa	0.15 gr.
Calcio	10 mg.
Fósforo	45 mg.
Hierro	0.7 mg.
Vitamina A	0.012 mg.
Vitamina B1	0.01 mg.
Vitamina B2	0.05 mg.
Acido nicotínico	1.00 mg.
Vitamina C	12.0 mg.

Fuente: Boletín de estudio de la rentabilidad – 2006, citado por Martínez, (2007).

La papa tiene un bajo contenido proteico, pero es rico en Lisina, Leucina e Isoleucina, presenta alto contenido de Tiamina, Riboflavina, Niacina y vitamina C, aunque también es pobre en Cistina y Metionina.

Según Martínez, (2007), la materia seca de la papa es en promedio 24% y el resto es agua. El 75% de dicha materia seca es almidón. Un segundo componente importante son las proteínas y aunque sólo la mitad del total del nitrógeno en la papa corresponde a proteínas, éstas son de alta calidad (Martínez, 2007). Contiene también cantidades significativas de vitamina C y otras vitaminas hidrosolubles (Tiamina y vitamina B6). Por otro lado, una ingesta diaria de 150 a 300 g de papa proporciona solo el 4 a 8% de las calorías requeridas por un adulto, y finalmente la papa cruda es virtualmente libre de grasa (Martínez, 2007).

Se debe destacar otros aportes nutricionales como la buena cantidad de otros metabolitos beneficiosos para la salud humana (Muñoz, 2014) estos son:

- **Fenoles:** La papa es una buena fuente de polifenoles, por esta razón, las papas son consideradas la tercera fuente de fenoles después de manzanas y naranjas (Muñoz, 2014). Los fenoles se encuentran tanto en la piel como en la pulpa del

tubérculo, en consecuencia, hay un creciente interés de consumir papas nativas de pulpas rojas, purpuras o más oscuras (Muñoz, 2014).

- **Flavonoides:** Es otro compuesto con actividad antioxidante, y aunque la papa no contiene tantos flavonoides en comparación a otros alimentos, su alto nivel de consumo la hace buena fuente (Muñoz, 2014). Las papas de color rojo a más oscuros son las que poseen mayor concentración, por ello se comenzó a utilizar como colorante natural y antioxidante en la industria de alimentos (Muñoz, 2014).
- **Carotenoides:** Las papas cuyas pulpas son amarillas tienen mayor concentración de estos compuestos que aquellas de pulpas blancas. La propiedades de este compuesto son: actividad pro vitamina A, activa el sistema inmune, protección de la piel ante luz ultravioleta, promueve comunicación intercelular, aumenta la agudeza mental (Muñoz, 2014).

Figura 1.4

Información nutricional de la papa



Fuente. USDA National Nutrient Database, citado por HerbaZest, (2021)

Además, si se compara los compuestos nutritivos de la papa con la pasta y el arroz, la papa contiene menor cantidad de grasas y calorías (Tabla 1.2), pero mayor contenido de vitaminas (Muñoz, 2014).

Tabla 1.2*Aporte nutricional de la papa frente a otros alimentos*

	Papa (175g)	Pasta (230 g)	Arroz (180 g)	Unidad
Energía(calorías)	126	198	248	Kcal
Carbohidratos	27	43	56	g
Grasa	0,17	1,15	2,99	g
Proteínas	3,15	6,9	4,68	g
Fibra	2,1	2,07	0,18	g
Vitamina C	0,5	0	0	mg
Vitamina B6	0,58	0,023	0,13	mg

Fuente: Muñoz, (2014).

1.1.8. Categorización del tubérculo

Consiste en separar los tubérculos de acuerdo al tamaño y peso (Tabla 1.3), según a ello se destina para el consumo (mercado), semilla y transformación (DRA-Puno, 2011).

Tabla 1.3*Categorización de papa nativa*

Categoría	Tamaño (peso) de tubérculos de papa	Destino
Gruesa (extra)	Tubérculos mayores a 121g	Mercado
Primera	Tubérculos entre 91- 120 g	Mercado
Segunda	Tubérculos entre 60- 90 g	Consumo
Tercera	Tubérculos entre 31- 60 g	Consumo y procesamiento
Cuarta	Tubérculos menores de 30 g	Transformación

Fuente:(DRA-Puno, 2011)

1.1.9. Proceso productivo de la papa**a) Preparación del terreno**

Es importante realizarlo 3 a 4 meses antes de iniciar la siembra de la papa. Esto es necesario ya que de esta manera se exponen las pupas, larvas e insectos dañinos a la radiación solar y depredadores naturales para eliminarlos, además se aprovecha para limpiar rastrojos de la campaña anterior (Otiniano, 2017).

✓ El riego o machado

Esto permite que la tierra esté más suelta y el arado sea más fácil, esto puede hacerse con las primeras lluvias o riego por inundación unos 4 a 5 días antes del barbecho (Otiniano, 2017).

✓ **Barbecho**

Se hace con yuntas (toros) o tractor para fracturar la estructura del terreno, para exponer las raíces de hierbas malas, plagas, insectos y enfermedades y eliminarlos (Otiniano, 2017).

✓ **Cruzas o mullido**

También para quebrar o desterronar la estructura de la tierra, estas se deben realizar bien profundas ya que favorecen el mejor desarrollo del cultivo. La cantidad de cruzas depende de la estructura del suelo, sin embargo, se recomienda por lo menos entre 3 a 4 de ellas (Otiniano, 2017).

✓ **Incorporación de cal agrícola**

En ocasiones es necesario la aplicación de cal de acuerdo al análisis de suelo (laboratorio). En este caso se realiza al boleado antes de realizar las cruzas y 3 a 4 meses antes de la siembra (Otiniano, 2017).

La otra forma es poner la cal en el fondo del surco, pero al final de la siembra debe regarse la tierra.

b) Siembra

Consiste en colocar las semillas en los surcos juntamente con algunas enmiendas y finalmente tapar los surcos con la tierra.

✓ **El surcado**

Es recomendable que los surcos se encuentren entre 1.0 a 1.2 m de ancho entre surco y surco y la profundidad de cada uno debe ser de 20 cm. La profundidad se puede comprobar introduciendo la palana derecha o recta en los surcos y estas deben ingresar sin dificultad (Otiniano, 2017).

✓ **El abonamiento (1era fertilización)**

Para el óptimo desarrollo del cultivo se debe agregar materia orgánica (guano) y fertilizantes al suelo, y de esta forma las plantas puedan disponer de nutrientes. Para esto se usa abono orgánico (gallinaza, humus de lombriz, compost, guano de isla, etc.) y químico (urea, fosfato di amónico, cloruro de potasio, etc.) (Otiniano, 2017).

✓ **Distancia entre semillas**

Depende mucho del uso final que se le dará al tubérculo si es para consumo o semilla, pero generalmente variará entre 25 a 40 cm entre semilla y semilla. Si es netamente para semilla la distancia disminuirá y si es para consumo entonces aumentará (Otiniano, 2017).

✓ **Siembra y primera fertilización**

Se debe colocar el abono en el fondo del surco y luego la semilla con los brotes siempre mirando hacia arriba, además la primera fertilización se pone entre golpes de tubérculo (en el intermedio de los tubérculos).

✓ **Tapado**

Es tapar con una capa de tierra los surcos que fueron abiertos para sembrar la semilla, esta capa normalmente es de 5 a 10 cm de espesor. El tapado puede realizarse con yuntas o manualmente.

c) Labores agronómicas y culturales

✓ **Deshierbo**

El deshierbo es para remover el suelo y eliminar las malezas que crecen alrededor del cultivo, además se afloja la tierra endurecida y también corregir errores de tapado de semilla en el momento de la siembra.

La eliminación de las malezas es necesario porque éstas compiten con el cultivo en la absorción de nutrientes. Es recomendable realizarlo a los 45 días después de la siembra o cuando la planta alcance alturas de 15 a 20 cm (Otiniano, 2017).

✓ **Segunda fertilización**

Al hacer el deshierbo también se realiza la segunda fertilización, para esto se suele utilizar abonos nitrogenados como por ejemplo urea, y se coloca entre golpes de planta (entre planta y planta).

✓ **Aporque**

De 3 a 4 semanas después del deshierbo se realiza el aporque, o en su defecto cuando las plantas alcanzan alturas de entre 40 a 50 cm (Otiniano, 2017). Con este

aporque se logra: restar condiciones favorables para el desarrollo de gorgojos, polillas, gusanos, etc. y de esta forma proteger a los tubérculos del daño de éstos. Además, se busca aislar los tubérculos para mitigar daños producidos por la ranca que se traslada a través del follaje (Otiniano V., 2017). También permite mayor circulación de agua que se pudo empozarse por exceso de lluvias y evitar pudrición. En caso de verdeamiento de tubérculos se agrega una capa de tierra.

✓ **Riegos**

Es recomendable regar el cultivo inmediatamente después de la siembra, antes del deshierbo, un día antes de las aplicaciones fitosanitarias, en la época de floración y llenado del tubérculo (Otiniano, 2017).

✓ **Control fitosanitario**

El primer control es normalmente a los 45 a 50 días del periodo vegetativo, cuando se pueden presentar enfermedades y plagas. El segundo control se hace durante el estado de maduración del tubérculo, normalmente contra el gorgojo de los andes, esto aproximadamente a los 60 a 90 días del periodo vegetativo (Martínez, 2007).

d) Cosecha

Se extraen los tubérculos de la tierra y se los clasifica en tres categorías: las de primera calidad generalmente para comercializar, la segunda para auto consumo o también comercialización y semilla y tercera para producción de derivados de la papa como chuño, etc.

e) Post cosecha y almacenamiento

El follaje de la planta debe ser recolectado y trasladado a otro lugar para exponerlo a la radiación, secarlo y quemarlo, de esta manera se elimina cualquier enfermedad y plaga que pudo haberse generado en el cultivo y quedado en el follaje.

Las condiciones de almacenamiento del tubérculo para consumo, industria y semilla son diferentes (Martínez, 2007). En todas las mencionadas el objetivo es reducir al máximo posible las pérdidas del tubérculo por efectos de la respiración, transpiración y brotación del tubérculo (Martínez, 2007). Por ello se debe controlar la humedad relativa, temperatura, nivel de luz, ventilación, etc.

El almacenamiento del tubérculo-semilla requiere de un ambiente que le permita conservar su vigor y capacidad de producir brotes fuertes y sanos, para esto se utilizan ambientes cerrados y con poca iluminación (Martínez, 2007).

El almacenamiento de tubérculo para consumo debe enfocarse en cuidar sus cualidades organolépticas y contenido nutricional, evitar pérdida de agua del tubérculo, y evitar desarrollo de enfermedades.

1.1.10. Principales plagas y enfermedades de la papa

a) Insectos plaga

Varias especies de insectos causan estragos en la papa, debido a sus hábitos de alimentación al ser comedores, barrenadores, minadores o picadores-chupadores tanto de las hojas de la planta como de los tallos y también de los tubérculos (Egúsquiza, 2013). De todos ellos los más comunes son:

✓ Gorgojo de los Andes

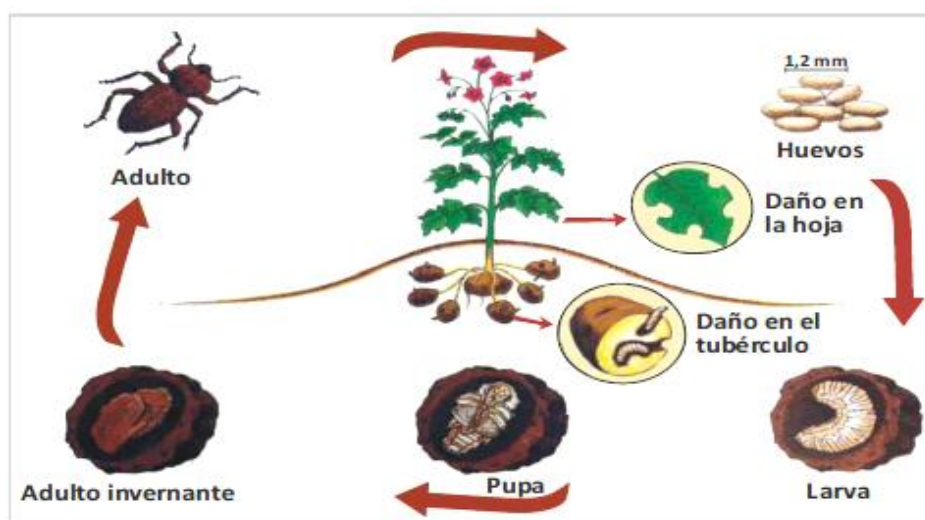
Los adultos son marrones a marrones oscuros y miden de 6 a 8 mm, además se trasladan caminando. Los huevos son blancos a crema y logran hasta 1 mm de tamaño (Egúsquiza, 2013). Las larvas son crema claro con cabeza marrón y logran medidas de 8 mm, y finalmente las pupas son blanco crema y pueden medir hasta 6 mm (Egúsquiza, 2013).

Ciclo biológico

Existe una sincronización biológica entre el insecto, la planta y el medio ambiente (Egúsquiza, 2013). Los adultos (Figura 1.5) aparecen una vez que las plantas hayan iniciado su desarrollo en campo, esto suele ocurrir en los meses de noviembre y diciembre, y al mismo tiempo que esto curre se realizan la puesta de huevos, luego las larvas aparecen al desarrollo y madurez de los tubérculos entre los meses de febrero a junio (Egúsquiza, 2013). Finalmente, en los meses de junio a setiembre, cuando no hay cultivo en campo, el gorgojo está debajo del suelo en estado de pupa (Egúsquiza, 2013).

Figura 1.5

Ciclo biológico del gorgojo de los andes



Fuente. Egúsqiza, (2013)

Los gorgojos adultos (hembras y machos) viven en grupos alrededor del cuello de la planta. Estos son de actividad nocturna (comen hojas y folíolos) por ello durante el día regresan al suelo para esconderse debajo de piedras y restos de vegetales cerca a los tallos de la planta para continuar con la cópula y puesta de huevos (Egúsqiza, 2013).

A continuación, detalles de la duración del ciclo biológico de dos especies de gorgojos (Tabla 1.4) de la sierra centro y sur del Perú.

Tabla 1.4

Duración del ciclo biológico de dos especies de gorgojos

Estados de desarrollo	<i>P.suturicallus</i> *(días)	<i>P.latithorax</i> ** (días)
Incubación	32.69	47.75
Larva	45.80	33.23
Prepupa	42.70	26.00
Adulto invernante	115.00	No registrado
Total, desarrollo	295.52	145.48

Fuente. Egúsqiza, (2013)

Manejo del gorgojo de los andes

Existen varias técnicas para manejar a estos insectos. Entre los controladores biológicos se puede emplear: el hongo *Beauveria* (hongo nativo que infecta y mata

adultos, larvas y pupas), pollos como predadores de larvas y pupas en campo y durante la selección de tubérculo, insectos Coleopteros de la familia Carabidae (predadores de huevos, larvas y pupas) (Egúsquiza, 2013).

Otras técnicas gestionadas pueden ser: remoción del suelo para destruir los focos de infestación, uso de zanjas perimetrales alrededor del almacén y control del gorgojo dentro del Cultivo (recojo manual de adultos, eliminación de plantas espontáneas, uso selectivo de insecticidas, cosecha oportuna, uso de mantas a la cosecha, soleado de tubérculos dañados, uso de almacenes de luz difusa) (Egúsquiza, 2013).

b) Polillas y pulguillas

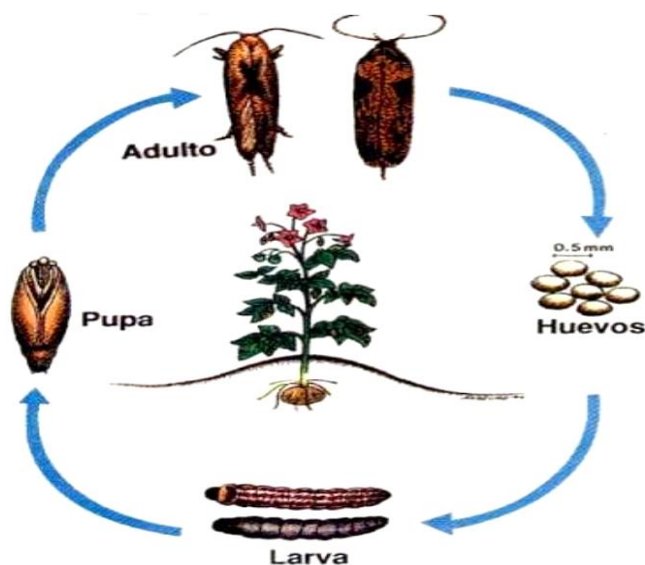
La polillas o pulguillas se dan a nivel de almacén de tubérculo. A nivel de campo también se da, sin embargo, sus efectos no son significativos, por esta razón el manejo de esta plaga es principalmente a nivel de almacén.

Ciclo biológico

Los huevos de las polillas (Figura 1.6) son depositados sobre del tubérculo, luego las larvas ingresan en el tubérculo para alimentarse luego de nacer. Las larvas ya maduras salen a la superficie del tubérculo luego de lograr la madurez para entrar en fase de pupa, finalmente ya adultos inician nuevamente el ciclo.

Figura 1.6

Ciclo biológico de la polilla



Fuente. Egúsquiza, (2013).

A continuación, la duración del ciclo biológico de dos especies de polillas (tabla 1.5):

Tabla 1.5

Duración del ciclo biológico de dos especies de polillas

Estado	<i>P. operculella</i>*	<i>S. tangolias</i>**
Huevo	5-15	12.69
Larva	11-30	33.39
Pre-pupa	-----	7.92
Pupa	6-30	19.75
Adulto	10-30	19.52
Duración	22-75	93.27

Fuente. Egúsquiza, (2013)

Manejo de la polilla

Para el manejo de la polillas se tienen las siguientes técnicas: uso de arcilla fina, Ccontay o Ceniza (Se usan mullidos y se espolvorean totalmente a los tubérculos en el almacén), feromona sexual (sustancia que captura a los machos, así las polillas hembras no se reproducen y no se forman larvas), uso de baculovirus (infecta a las larvas y no permite su desarrollo), exterminador de la polilla (bacteria que se comercializa en forma de polvo y se aplica como el Baculovirus), uso de plantas repelentes (uso de plantas con fuerte olor como son la Muña, Eucalipto, Molle o Lantana) (Egúsquiza, 2013).

c) Pulguilla saltona, Piqui piqui o Epitrix

La pulguilla es de tamaño pequeño y con cuerpo de color negro o marrón oscuro. Sus patas traseras le ayudan a dar saltos. En su estado de adultos, se alimentan de las hojas. Cuando son larvas se alimentan de tallos subterráneos, raíces y estolones de la planta (Egúsquiza, 2013).

En la tuberización las larvas raspan la superficie del tubérculo formando líneas gruesas afectando su calidad de los tubérculos (Egúsquiza, 2013).

Manejo de la polilla

Rotación de cultivos y eliminación de plantas voluntarias (Sembrar cereales después de la cosecha de papa y eliminar las plantas “huachas larvas y adultos), remoción del suelo (barbecho y la remoción o aporque del suelo durante el cultivo), riegos pesados (con canales de equico, en períodos de estiaje) (Egúsqiza, 2013).

d) Hongos patógenos

La ranca, mancha negra, roña y verruga son las enfermedades causadas por hongos más frecuentes en Ayacucho (Egúsqiza, 2013). Aquí se describirá algunos de ellos.

e) Ranca (*Phytophthora infestans*)

Es una enfermedad que afecta negativamente y a las hojas, tallos, bayas y tubérculos de la papa. En las hojas aparecen manchas húmedas de color marrón (muerte celular) y se extiende a los tallos. Después de la cosecha, las manchas incluso permanecen en el tubérculo, y las plantas que crecieron del tubérculo no recolectado son fuente de permanencia e infestación del hongo en el campo que inicia otra vez el ciclo cuando la campaña agrícola comienza (Egúsqiza, 2013).

Condiciones favorables para la ranca

Según Egúsqiza, (2013), son los siguientes:

- ✓ Humedad ambiental entre 70% a 90 % por efecto de las continuas: lluvias, lloviznas y neblina.
- ✓ Temperatura ambiental entre 15 °C a 20 °C por más de 4 h por día.
- ✓ Lluvias de día, en horas del sol. Esto crea microclimas al pie de las plantas y favorece a aparición de ranca en las hojas.
- ✓ Alta densidad de siembra.

Manejo de la ranca

Según Egúsqiza, (2013) se debe usar:

- ✓ Cuidado riguroso de los tubérculos-semilla.
- ✓ Desinfectar los tubérculos-semilla.
- ✓ Sembrar en periodos que no coincidan con periodos favorables al desarrollo de la ranca.

- ✓ Rotación de cultivos con otros como maíz, arveja, haba, etc.
- ✓ Quemar los restos de la cosecha (hojas, tallos y tubérculos).
- ✓ Orientar los surcos en dirección a la corriente del viento y a las curvas de nivel (esto evita el encharcamiento).
- ✓ Priorizar los fertilizantes con Fósforo y Potasio, no permitir altos niveles de fertilizantes nitrogenados.
- ✓ Usar fungicidas de contacto en condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la racha, y fungicida sistémico al inicio de infección.

f) La roña (*Spongospora subterranea*)

Es una enfermedad que afecta raíces, estolones y tubérculo. Los tubérculos enfermos muestran pústulas que inicialmente son lisas y blanquecinas y de 2 a 3 mm de diámetro y luego se muestran como tumores. El nivel de daño que genera depende de la variedad del tubérculo, y las condiciones del suelo en su nivel de humedad, temperatura y el grado de infección (Egúsquiza, 2013).

Es vector del virus *mop top* de la papa. Se localiza sólo en la región sierra del Perú y los daños con mayor incidencia en los cultivos está entre 3200 y 3800 m de altitud (Egúsquiza, 2013).

Ciclo de la enfermedad

Las esporas están en el suelo hasta que las raíces de alguna planta susceptible a ellas las estimula. Cuando germinan producen zoosporas primarios que infectan a las raíces, estolones o pelos radiculares, en esa infección se producen masas multi nucleares que dan origen a las zoosporas secundarias que infectan aún más las raíces y los tubérculos, además les forman lesiones y pústulas en las que se forman masas de esporas de descanso (Egúsquiza, 2013).

Esta enfermedad sobrevive incluso en el estiércol del animal que se alimentó del tubérculo infectado.

Control de la roña

Según Egúsquiza (2013) se debe tener:

- ✓ Riguroso cuidado de los tubérculos-semilla.

- ✓ Rotaciones de cultivo por más de 6 años.
- ✓ Evitar estiércol de animales que consumieron tubérculos infectados.
- ✓ Sembrar gramíneas (como pastos) u otras plantas que no sean hospedantes del hongo que origina la roña.
- ✓ Usar fungicidas y fumigantes para la desinfección de tubérculos con productos como benlate, mancozeb, Homai.

1.1.11. Fertilizantes

Los cultivos para lograr un desarrollo óptimo y obtener excelentes cosechas, no sólo requieren de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) sino también de elementos minerales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) o NPK (macro-elementos primarios), además calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) (macro-elementos secundarios) y los micro-elementos u oligoelementos (Villagarcía & Aguirre, 2014).

Un fertilizante es una sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas (Lluzar, 2019). La palabra “fertilizante” hace referencia a sustancias que contienen nutrientes que más faltan en los suelos, esto es, las sales nitro-fosfo-potásicos que contienen NPK (Villagarcía & Aguirre, 2014).

Entonces, fertilizar es enriquecer y/o hacer productivo un suelo añadiéndole nutrientes tanto macro y micro elementos. En consecuencia, los fertilizantes son añadidos al suelo, para que la falta de uno o más nutrientes no limite el desarrollo y producción del cultivo (Villagarcía & Aguirre, 2014).

1.1.12. Clasificación de los elementos nutricionales

A los macroelementos también se les conoce como macronutrientes y a los microelementos como micronutrientes.

a) Macronutrientes

Es un grupo de nutrientes importantes que las plantas usan en grandes cantidades y están presentes en sus tejidos en cantidades que llegan hasta el 4% de su peso seco (Barona et al., 2015).

Los macronutrientes son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

✓ **Nitrógeno**

Este nutriente puede ser absorbido por las raíces y también por la parte aérea. La forma de absorción de este nutriente es en forma de ion de nitrato o de amonio, por otra parte, las plantas también lo pueden absorber en forma orgánica (aminoácidos) (Barona et al., 2015).

Es parte principal de muchos compuestos orgánicos (aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, clorofila) necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La falta de este nutriente se manifiesta en la aparición de hojas pálidas, poco desarrollo de la planta y bajo rendimiento del tubérculo (Barona et al., 2015). Sin embargo, la aplicación excesiva de este nutriente retrasa el inicio de la tuberización, extiende el ciclo del cultivo, excesivo crecimiento foliar, grietas internas y externas en el tubérculo, es más susceptible a las plagas y enfermedades (Barona et al., 2015).

✓ **Fósforo**

Las plantas absorben el fósforo en forma iónica, como fosfato y en ocasiones como anión fosfato ácido. Este nutriente es indispensable porque favorece la síntesis, transporte y almacenamiento de almidones (Barona et al., 2015). La disponibilidad de fósforo al principio de la tuberización asegura buen número de tubérculos, sin embargo, su deficiencia reduce la vigorosidad madurez y rendimiento (número y tamaño), por ello es usual ver plantas enanas y hojas amarillas (Barona et al., 2015). El uso excesivo de este nutriente puede interferir en la absorción del calcio y zinc.

✓ **Potasio**

La planta de papa lo absorbe en forma de ión potasio, además lo requiere en grandes cantidades porque es importante para sus funciones metabólicas (traslado de azúcar de hojas a tubérculo, transformación de azúcar en almidón del tubérculo). Su deficiencia dificulta la absorción de nitrógeno, disminuye el rendimiento, calidad y resistencia a plagas y enfermedades (Barona et al., 2015). La forma de reconocer esta deficiencia es a través de necrosis y senescencia prematura en las hojas. Por otro lado, el uso excesivo puede disminuir la capacidad de absorción de calcio y magnesio de la planta, además, reducir la gravedad específica de los tubérculos (Barona et al., 2015).

✓ **Calcio**

También se absorbe en forma de ion calcio y es importante porque es participa como componente estructural de paredes y membranas celulares. Su deficiencia afecta el desarrollo de las raíces, puede provocar formación en los brotes y afectar también la calidad y rendimiento de los tubérculos (Barona et al., 2015). La deficiencia de calcio en los tubérculos también disminuye su capacidad de almacenamiento. Algunas formas de identificar esta deficiencia son a través de las hojas nuevas superiores enrolladas y amarillentas y quemaduras en las puntas de las hojas. Por el contrario, el exceso de este nutriente afecta la capacidad de la planta para absorber magnesio (Barona et al., 2015).

✓ **Magnesio**

Es otro nutriente que también se absorbe en forma de ión magnesio y es muy importante en el metabolismo energético. El magnesio es clave en la fotosíntesis por ello si hubiera deficiencia las consecuencias serían de consideración, además afecta la formación de los tubérculos y su rendimiento (Barona et al., 2015). Algunas formas de evidenciar la deficiencia son: inspeccionar las hojas y notar si son de color amarillo y marrón y próximos a marchitarse y morir, retraso en el crecimiento y maduración temprana del cultivo, además son tubérculos de piel agrietada (Barona et al., 2015). Por el otro lado, su exceso reduce la capacidad de la planta para absorber el calcio.

✓ **Azufre**

La planta de papa lo absorbe en forma de anión sulfato y su función es participar en la síntesis de las proteínas. Su deficiencia puede afectar reduciendo el crecimiento de las plantas, las hojas bajo estas condiciones son de color verde pálido o amarillo, además disminuye el número de hojas (Barona et al., 2015).

b) Micronutrientes

En este grupo están los nutrientes que se encuentran en los tejidos de las plantas y generalmente en cantidades que no superan los 200 PPM (partes por millón) (Barona et al., 2015).

Los micronutrientes son: hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, cloro y molibdeno.

1.2. De las variedades cultivadas de papa

1.2.1. Variedades nativas de papa

Las papas nativas son los ancestros remotos de todas las actualmente conocidas como las variedades modernas. Las variedades nativas son el resultado de un proceso de selección natural y de domesticación por los ancestros de los pobladores de los andes (incas y pre incas) que se inició hace aproximadamente 8000 años. Estas variedades conservan hasta la actualidad toda su información genética y características de su estructura interna y externa.

De manera específica, son consideradas variedades nativas de papa aquellas que fueron constituidas en forma natural, desde los silvestres diploides y la diversificación mediante poliploidización (Cahuana & Arcos, 2002). Esta diversificación pudo ocurrir en diversas formas; vía producción de gametos no reducidos, doblamiento cromosómico, mutaciones e hibridaciones naturales, etc. (Cahuana & Arcos, 2002)

1.2.2. Variedades nativas de papa dulce

Este tipo de papa presentan un sabor dulce y son aptas para el consumo en tubérculo fresco ya que contiene bajo nivel de glicoalcaloides (Cahuana & Arcos, 2002). Estas comprenden seis especies cultivadas, entre ellas se tiene:

- **Especies diploides** ($2n=2x=24$): *Solanum stenotomum*, *Solanum goniocalyx*, *Solanum phureja* y *Solanum ajanhuiri* (Cahuana & Arcos, 2002).
- **Especies triploides** ($2n=3x=36$): *Solanum x chaucha* (Cahuana & Arcos, 2002).
- **Especies tetraploides** ($2n=4x=48$): *Solanum tuberosum*, está formado por dos sub especies: *Solanum tuberosum ssp andígena* y *Solanum tuberosum ssp tuberosum* (Cahuana & Arcos, 2002).

1.2.3. Variedades nativas de papa amarga

Son aquellas papas que presentan sabor amargo debido a su alto nivel de Glicoalcaloides (contenido mayor a 20mg/100g de tubérculo fresco), por esta razón no son agradables para el consumo en fresco. Normalmente son transformados en "chuño", "Moraya" y "Tunta" (Cahuana & Arcos, 2002)

- **Especies triploides** ($2n=3x=36$): *Solanum x juzepczukii* (Cahuana & Arcos, 2002).

- **Especies pentaploides** ($2n=5x=60$): *Solanum x curtilobum* (Cahuana & Arcos, 2002).

1.2.4. Variedades mejoradas de papa

Son las variedades de papa que fueron obtenidas mediante algún procedimiento inducido, es decir, por mejoramiento genético por hibridación, selección clonal, etc., buscando mejorar diferentes características de la variedad de papa. En la mayoría de los casos el mejoramiento es realizado por el fito mejorador (Cahuana & Arcos, 2002).

A continuación, se presenta una descripción de las variedades de papa nativa que interesan a esta investigación.

a) Papa nativa Yuraq Sisa

Es la papa (Figura 1.3) de flor blanca que se desarrolla muy bien en suelos negros y turbosos (PRODERN, 2018).

✓ Información general

Según (PRODERN, 2018) se puede describir lo siguiente:

Especie	: <i>Solanum tuberosum spp. andigena</i>
Abundancia	: Común
Ploidía	: $2n=4x=48$

✓ Descripción morfológica

Según (PRODERN, 2018) se puede describir lo siguiente:

Hábito de crecimiento de la planta	: Semi erecto
Color (flor)	: Blanco
Forma (hoja)	: Disectada
Forma (tubérculo)	: Redondo
Profundidad (ojos)	: Medio
Color primario (piel de tubérculo)	: Rosado
Color primario (pulpa de tubérculo)	: Crema
Color secundario (pulpa de tubérculos)	: Ausente
Distribución de color secundario (pulpa)	: Ausente

✓ Caracteres agronómicos

Según (PRODERN, 2018) se puede describir lo siguiente:

Rendimiento (kg por planta)	: 0.7
No. tubérculos por planta	: 12
Rancha	: Susceptible
Helada	: Susceptible
Rango de adaptación	: 3000 - 4200 msnm
Ciclo Vegetativo	: 120-150 días (4-5 meses)

Figura 1.7

Papa nativa Yuraq Sisa



Fuente. (PRODERN, 2018)

b) Papa nativa Peruanita

Esta variedad de papa es altamente comercial. Su nombre es debido a su semejanza con la bandera peruana (Figura 1.7). Esa variedad también es conocido como Banderita o Peruanita Limeña CIP & FEDECH, (2006).

✓ Información general

Según (CIP, 2021) se puede describir lo siguiente:

Especie	: <i>Solanum tuberosum</i> (Grupo Goniocalyx)
Abundancia	: Escasa
Ploidía	: $2n=2x=24$

✓ Descripción morfológica

Según (CIP, 2021) se puede describir lo siguiente:

Habito de crecimiento de la planta	: Decumbente
Color de (tallo)	: Verde

Forma de alas (tallo)	: Recta
N° de folios laterales	: 6 pares
N° de Inter hojuelas	: 3 pares
Color (pedicelo)	: Completamente pigmentado
Color (cáliz)	: Pigmentado, con poco verde
Grado (floración)	: Moderado
Forma (colorada)	: Muy rotada
Color primario (flor)	: Rojo-morado intenso
Color secundario (flor)	: Ausente
Distribución de color secundario (flor)	: Ausente
Pigmentación (anteras)	: Bandas laterales pigmentadas
Pigmentación (pistilo)	: Sin antocianinas
Forma (tubérculo)	: Redondo
Profundidad (ojos)	: Medio
Color primario (piel del tubérculo)	: Amarillo intenso
Color secundario (piel del tubérculo)	: Rojo
Distribución de color secundario (tubérculo):	Manchas dispersas
Color primario (pulpa del tubérculo)	: Amarillo
Color secundario (pulpa del tubérculo)	: Ausente
Distribución de color secundario. (pulpa)	: Ausente
Color primario (brote)	: Blanco
Color secundario (brote)	: Rojo
Distribución de color secundario (brote)	: Manchas a lo largo del brote

✓ **Caracteres agronómicos**

Según (CIP, 2021) se puede describir lo siguiente:

Rendimiento (kg por planta)	: 0.4 - 0.9
No. tubérculos por planta	: 15 - 20
Rancha	: Susceptible
Helada	: Susceptible
Almacenamiento	: Corto, menor a 3 meses
Rango de adaptación	: 3000 - 4200 msnm

Figura 1.8

Papa nativa Peruanita



Fuente. (CIP, 2021)

c) Papa nativa Huayro

Sus tubérculos son harinosos. En Ayacucho es conocido sólo como Huayro (Figura 1.8) pero en otras regiones lo nombran como Yuraq Sisa Huayro o Puka Huayro Uku Ñawi (CIP & FEDECH, 2006). En Ayacucho, para referirse a sus variantes se especifican sus nombres como Yana Huayro, Qillu Huayro, Muru Huayro, etc.

✓ Información general

Según CIP & FEDECH, (2006) se puede describir lo siguiente:

Especie	: <i>Solanum x chaucha</i>
Abundancia	: Intermedia
Ploidía	: $2n=3x=36$

✓ Descripción morfológica

Según CIP & FEDECH, (2006) se puede describir lo siguiente:

Hábito de crecimiento de la planta	: Decumbente
Color primario. (flor)	: Blanco (pálido)
Grado de floración	: Moderado
Color (tallo)	: Verde
Forma (tubérculo)	: Oblongo alargado
Color primario. (piel del tubérculo)	: Rojo morado (pálido)
Color secundario. (piel del tubérculo)	: Ausente
Color primario (carne del tubérculo)	: Crema
Color secundario (carne del tubérculo)	: Rojo (con pocas manchas)
Color predominante (brote)	: Blanco

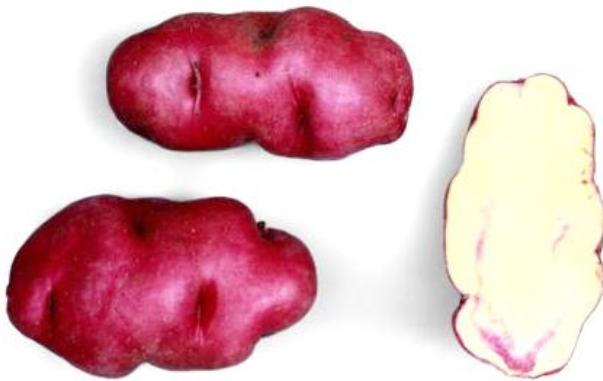
✓ Caracteres agronómicos

Según CIP & FEDECH, (2006) se puede describir lo siguiente:

Rendimiento (kg por planta)	: 0.6 - 0.9
No. tubérculos por planta	: Tolerante
Almacenamiento	: Mayor a 5 meses
Rango de adaptación	: 3.400 - 4.100 msnm

Figura 1.9

Papa nativa Huayro



Fuente. CIP & FEDECH, (2006)

d) Papa nativa Chaulina

Esta variedad (Figura 1.10) suele tener brotes más temprano que otros y también florece antes que las otras variedades. Esta variedad también es conocida en otras regiones como witu o ishku puru (CIP, 2021).

✓ Información general

Según (CIP, 2021) se puede describir lo siguiente:

Especie	: <i>Solanum tuberosum</i> (Grupo Goniocalyx)
Abundancia	: Poco frecuente
Ploidía	: $2n=2x=24$

✓ Descripción morfológica

Según (CIP, 2021) se puede describir lo siguiente:

Hábito de crecimiento de planta	: Decumbente
Color (tallo)	: Verde
Forma de alas (tallo)	: Recta

N° de folios laterales	: 5 pares
N° de Inter hojuelas	:1 par
Color (pedicelo)	: Verde
Color (Cáliz)	: Verde; con pocas manchas
Grado de floración	: Moderado
Forma (corola)	: muy rotada
Color primario (flor)	: Lila intermedia
Color secundario (flor)	: Blanco
Distribución de color secundario (flor)	: Acumen – envés
Pigmentación (anteras)	: Sin antocianinas
Pigmentación (pistilo)	: Sin antocianinas
Forma (tubérculo)	: Obovado clavado
Profundidad (ojos)	: superficial
Color primario (piel del tubérculo)	: Marrón intenso
Color secundario (piel del tubérculo)	: Ausente
Distribución de color secundario (tubérculo):	Ausente
Color primario (pulpa del tubérculo)	: Crema
Color secundario (pulpa de tubérculo)	: Ausente
Distribución de color secundario (pulpa)	: Ausente
Color primario(brote)	: Violeta
Color secundario (brote)	: Blanco
Distribución de color secundario (brote)	: En las yemas

✓ **Caracteres agronómicos**

Según (CIP, 2021) se puede describir lo siguiente:

Rendimiento (kg por planta)	: 0.84
No. tubérculos por planta	: 9 en promedio
Reacción ante la Mancha	: Resistente
Reacción ante la Helada	: Tolerante
Almacenamiento	: Mayor a 5 meses
Rango de adaptación	: 3500 – 4000 msnm

Figura 1.10

Papa nativa Chaulina



Fuente. (CIP, 2021)

1.3. De la fertilización

1.3.1. La fertilización química

Dado el empobrecimiento de la tierra por la sobreexplotación u otros factores, se originó alternativas de solución en forma de fertilizantes químicos para los agricultores con el fin de suplir los bajos niveles de elementos nutritivos del suelo. Entonces, con el fin de obtener mayor rendimiento en la producción de los cultivos, se cayó en la práctica de aplicación de grandes cantidades de fertilizantes, con fórmulas que contienen grandes cantidades de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Tabla 1.7). Con el tiempo se produjo grandes acumulaciones de restos de los fertilizantes en los suelos produciendo efectos contrarios al desarrollo, rendimiento y calidad de los cultivos.

La papa logra un adecuado desarrollo en suelos con pH entre 5.5 y 6.5, este rango favorece la disponibilidad de fósforo (P) que a su vez favorece el crecimiento y desarrollo de raíz y tubérculo (Fertilab, 2018). Como no todos los suelos de cultivo presentan estas condiciones, se utilizan los fertilizantes para suplir esas carencias.

En el cultivo de papa la fertilización química se realiza con diversos compuestos (Tabla 1.6) y todos estos representan aproximadamente el 20% del costo total de producción (Fertilab, 2018).

Tabla 1.6*Características y composición química de algunos fertilizantes*

Fertilizante	Composición (N-P-K)	Características
Fosfato monoamónico (MAP)	12-60-0	No afecta la salinidad y presenta una reacción ácida.
Fosfato diamónico (DAP)	21-52-0	Todo el N se encuentra en forma amoniacal.
Fosfato de urea	17-44-0	- Previene las precipitaciones de fósforo con calcio, por su reacción ácida. - Fácil absorción por el cultivo.
Ácido fosfórico	0-52-0	- Reduce el pH de suelo o soluciones nutritivas (acidificante). - Alta solubilidad.
Nitrato amónico	33,5-0-0	- Aporta la mitad del N de forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal. - Baja el pH y la temperatura del agua.
Urea	46-0-0	- No acidifica ni saliniza el agua. - Presenta pérdidas por lixiviación. - Se utiliza en suelos con deficiencia de Calcio o en cultivos hortícolas muy exigentes del mismo.
Nitrato cálcico	15-0-0 (30 CaO)	- Se utiliza en suelos con deficiencia de Calcio o en cultivos hortícolas muy exigentes del mismo. - Es recomendado para el aporte de potasio en fertirrigación.
Nitrato potásico	13-0-46	Produce una ligera subida del pH de la solución.

Fuente: (Fertilab, 2018).

La producción de papa actual, demanda una creciente dependencia de insumos químicos, mayormente conocidos como productos agroquímicos, en consecuencia, los costos de estos insumos tienen una tendencia al incremento, genera gran contaminación y desequilibrio en los suelos de cultivo (Abreu et al., 2017), en todo el agroecosistema y sobre todo, el impacto del excesivo uso de estos en la salud humana.

1.3.2. La fertilización orgánica

El crecimiento industrial del fertilizante químico ha excluido poco a poco al uso de fertilizantes con nutrientes orgánicos. Los fertilizantes químicos que se usan principalmente en países sub o en proceso de desarrollo, contienen excesivas dosis de N, P, y C, en comparación a los abonos orgánicos, e impactan negativamente en los suelos de cultivos.

Además, el alto costo de los fertilizantes químicos ha hecho que los agricultores busquen otras alternativas más económicas de fertilización, y en esta búsqueda siempre ha sido una buena alternativa las que provienen de fuentes naturales, los abonos orgánicos como los estiércol (Bastidas, 2009). Así, han cobrado protagonismo los fertilizantes orgánicos como la gallinaza, estiércol de chivos y ovinos, compost, biochar, humus de lombriz, etc. Entre ellos, la gallinaza es uno de los favoritos por presentar un pH, casi neutro y otras bondades.

1.4. De la gallinaza

1.4.1. Generalidades

Es un abono orgánico concentrado que contiene un conjunto de nutrientes indispensables para las plantas. La composición de sus nutrientes depende de la dieta, tipo de ave y tipo de alojamiento de las gallinas. La gallinaza obtenida de crianza en jaula, son una mezcla de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y son recolectados para secarlo (Estrada, 2005).

La calidad de este abono depende de factores como: tipo de alimento, edad de las gallinas, cantidad de alimento desperdiciado, cantidad de plumas, temperatura y ventilación del galpón, tipo de tratamiento para el secado de la gallinaza y tiempo de permanencia del abono en el galpón ya que de excederse, éstos empiezan a descomponerse y producir compuestos amoniacales reduciendo así su contenido de nitrógeno (Estrada, 2005).

El valor nutricional de la gallinaza depende también del uso que se le dará, ya sea como fertilizante u otro. La composición de la gallinaza (Tabla 1.8) cambia de acuerdo al momento de recolección y al tipo de almacenamiento (Estrada, 2005).

Tabla 1.7

Valor nutricional de la gallinaza de ponedoras de jaula

Tipo	Humedad (%)	Nitrógeno (%)	Ácido fosfórico (%)	Potasio (%)
Fresca	70.0 – 80.0	1.1 – 1.6	0.9 – 1.4	0.4 – 0.6
Acumulado en foso profundo	12.0 – 25.0	2.5 – 3.5	2.0 – 3.0	1.4 – 2.0
Secado industrialmente	7.0 – 15.0	3.6 – 5.5	3.1 – 4.5	1.5 – 2.4

Fuente: (Estrada, 2005).

Se tienen 3 tipos de abono provenientes de estas aves (Tabla 1.7):

- ✓ La gallinaza de jaula. Son compuestos (heces, plumas, desperdicios, etc.) recolectados de gallinas criadas en jaulas, que por estas características tienen diferente contenido de nitrógeno, fibra y minerales (Tabla 1.7), además influye considerablemente el tipo de ave, dieta y edad de la cama.
- ✓ La gallinaza de piso. Son compuestos recolectados de los desechos generados por gallinas criadas en piso (concreto o tierra), con camas construidas con aserrín, paja, etc.
- ✓ La pollinaza. Son compuestos recolectados de los desechos generados por aves (pollos) de engorde, para la explotación de su carne.

Tabla 1.8

Caracterización de los diferentes tipos de gallinaza

Composición	Gallinaza de jaula	Gallinaza de piso	Pollinaza
pH	9.00	8.00	9.50
Humedad (%)	57.8	34.8	25.8
Cenizas (%)	23.70	14.00	39.00
Potasio (%K ₂ O)	1.90	0.89	2.10
Carbono Orgánico (%)	19.8	24.4	23.0
M.O (%)	34.1	42.1	39.6
Nitrógeno (%N)	3.20	2.02	2.30
Relación C/N	6.20	12.10	10.00
Fósforo (%P ₂ O ₅)	7.39	3.60	4.60

Fuente: (Estrada, 2005).

La gallinaza tiene diferentes usos: en el desarrollo del compostaje, biogás, alimento para ganado y fertilizantes. En los fertilizantes su utilidad proviene del aporte de materia orgánica que entrega al suelo, y es una de las mejores opciones por las ventajas que presenta su uso además de su costo bajo.

1.4.2. Ventajas y desventajas del uso de gallinaza

Dentro de las ventajas de la aplicación de la gallinaza en el cultivo de papa según (Bastidas, 2009) se tienen:

- ✓ La gallinaza, es un abono rico en elementos nutritivos fundamentales para el desarrollo de las plantas (Tabla 1.8), es una muy buena fuente de materia orgánica y diferente macro y micro nutrientes esenciales.
- ✓ Tiene la capacidad de mejorar las propiedades físicas del suelo: disminuye su densidad, aumenta su capacidad de retención de humedad, aumenta la tasa de infiltración, mejora la porosidad, etc.
- ✓ La descomposición de la materia orgánica contribuye a la formación de agregados al suelo que mejora también su estructura, lo cual, contribuye a la mejor infiltración del agua en el suelo, y mejora también la circulación del aire.

Dentro de las desventajas, según (Bastidas, 2009) se tienen:

- ✓ Hay una posibilidad de contribuir a la concentración de sales en el suelo debido al alto contenido de elementos como el calcio y magnesio en la gallinaza, ya que el estiércol podría estar contaminada con sustancias que contengan estas sales.
- ✓ Puede favorecer el desarrollo de organismos (enfermedades y plagas) ya que ingresa al suelo como un excelente sustrato y mientras mayor sea su composición proteica, más favorable podría resultar para el ciclo de vida de estos organismos.
- ✓ Otro problema es la dosificación de la gallinaza que se debe aplicar al suelo, ya que para saberlo siempre es necesario conocer datos sobre las condiciones del suelo (en el laboratorio), condiciones medio ambientales, composición química del fertilizante y cuidar de su porcentaje de sales, procedencia, entre otros.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

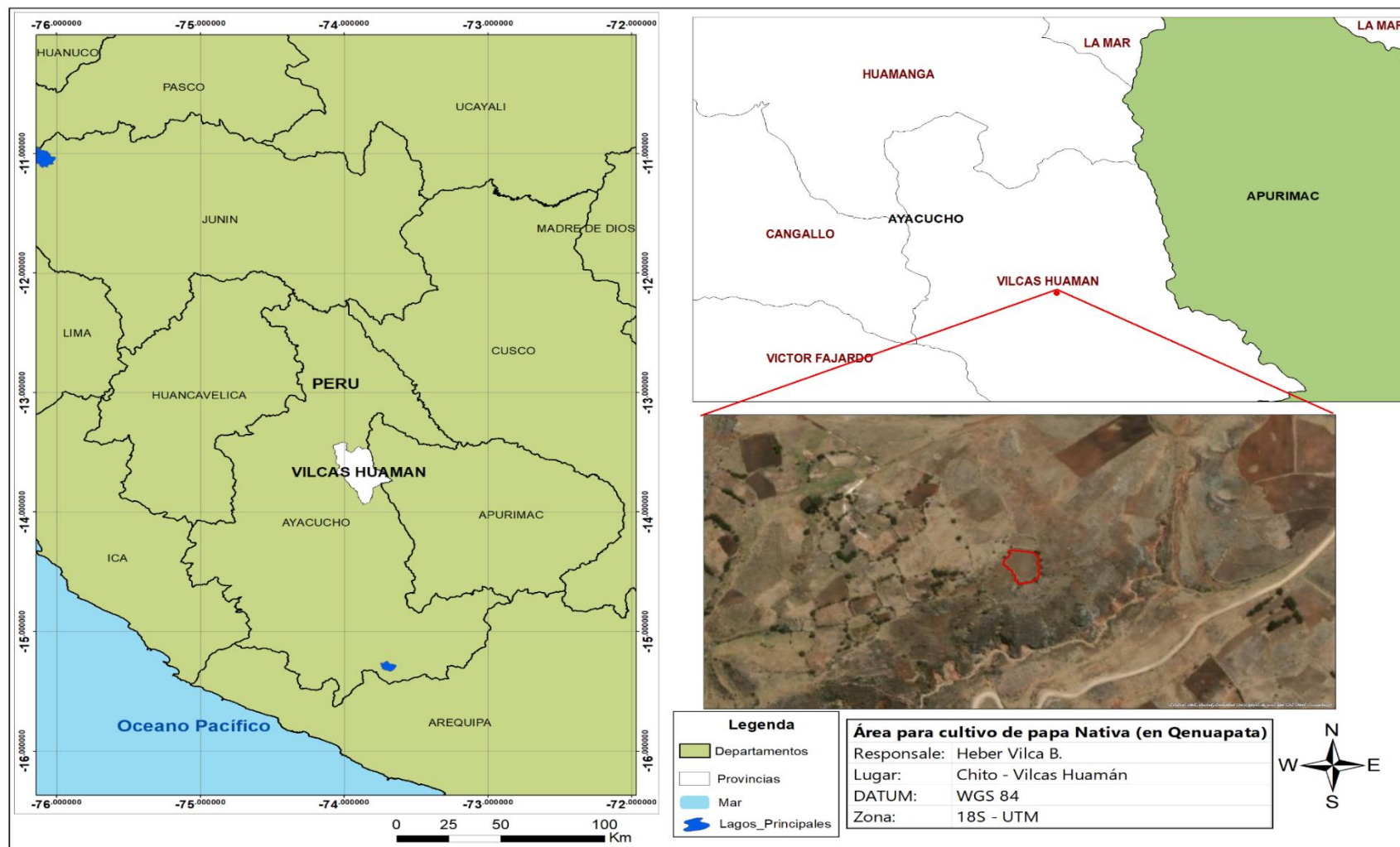
El presente trabajo experimental se ejecutó en la localidad de Qenuapata perteneciente a la comunidad campesina San Juan de Chito, ubicado geográficamente en las coordenadas UTM Datum WGS-84 Zona 18 Sur, Latitud -13.623988° y Longitud -73.912220° y una altitud promedio de 3836 msnm, distrito de Vilcas Huamán, provincia de Vilcas Huamán y departamento de Ayacucho (Figura 2.1).

2.2. Antecedentes del área de cultivo

El terreno donde se ejecutó el presente trabajo experimental se cultivó anteriormente al experimento tubérculos de diferentes especies, como Occa, Mashua, Olluco, Maca, Quinoa dado que las características del suelo y clima que presenta el campo experimental son favorables. para estos cultivos. (Figura 2.1)

Figura 2.1

Área seleccionada para el cultivo de papa nativa, ubicado en Qenuapata, en el distrito de Chito, Provincia de Vilcas Huamán



2.3. Características climáticas

Para conocer las condiciones climáticas del lugar donde se instaló el experimento, se tomó los datos meteorológicos de la estación que se encuentra en la provincia de Vilcas Huamán, cuyos datos se reportan al SENAMHI de manera diaria y son de acceso libre (SENAMHI, n.d.). Los datos de precipitación están disponibles desde el año 1965, los de temperatura desde el 2002 y para el resto de los factores se implementó desde el año 2017. La tabla 2.1 presenta un resumen de los factores más importantes para un ciclo hidrológico.

El Área donde se experimentó (Quenuapata) se encuentra en la zona sur de la ciudad del distrito de Vilcas Huamán determinado como una Región alto Andina, de precipitación anual que varía de 600 mm a 1000 mm por año; siendo los meses de mayo hasta octubre son de escasa precipitación, en los meses de junio a agosto la temperatura son las más frías que llegan por debajo de 0 °C, pero en los meses de noviembre a abril son los más lluviosos la temperatura anual de esta zona se encuentra 09 °C. En la campaña donde se ejecutó el experimento se presentó un promedio de la temperatura máxima de 19.64°C con una temperatura mínima promedio anual de 1. 38°C. La precipitación total fue de 684.9 mm. Estos valores mostrados son los más apropiados para el cultivo de la papa nativa que se condujo exclusivamente bajo el régimen de lluvias.

El Ministerio de Agricultura y Riegos, (2014) explica que la papa alcanza su máximo crecimiento y desarrollo entre 15 y 18°C. la formación de estolones y tubérculos es más exigente y requiere de 4 a 8 °C para las papas andinas.

La temperatura media para la tuberización es de 10 a 20°C, cuando la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis e incrementa la respiración y por consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos.

Basantes (2010) manifiesta que las temperaturas mayores a 35 °C traen como resultado la detención del crecimiento en el cultivo de la papa, hay mayor pérdida de agua de la normal o de la que aprovecha y el proceso de respiración es mayor a la fotosíntesis, por lo que la planta seguirá gastando fotoasimilados en la respiración, hasta agotarlos y producirá la muerte.

Tabla 2.1

Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2020-2021 Estación Meteorológica del Proyecto Especial Rio Cachi. Unidad Hidrológica

Estación: Vilcas Huamán			Distrito: Vilcas Huamán				Provincia: Huamanga				Altitud: 3600 msnm				
Año			2020 - 2021												
Mes	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total	Prom	
T° Máxima (°C)	20.1	18.9	19.3	19.6	19.9	19.6	18.6	19.8	19.2	19.8	20.1	20.6		19.6	
T° Mínima (°C)	3.56	2.66	2.22	1.66	0.11	2.4	1.8	0.74	-0.74	-0.2	0.9	1.2		1.4	
T° Media (°C)	11.8	10.8	10.8	10.6	10.0	11.0	10.2	10.3	9.2	9.8	10.5	10.9		10.5	
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96			
ETP (mm)	56.8	53.5	51.6	52.7	49.6	49.3	50.6	49.3	45.8	47.0	52.1	54.1	612.4	51.03	
Precipitación (mm)	26.5	45.1	61.4	95.9	127.5	134.5	122	42.9	12.8	0.0	0.0	13.3	681.9		
ETP Ajust. (mm)	33.5	31.5	30.5	31.1	29.3	29.1	29.8	29.1	27.0	27.8	30.7	31.9			
H del suelo (mm)	-7.0	13.6	30.9	64.8	98.2	105.4	92.2	13.8	-14.2	-27.8	-30.7	-18.6			
Déficit (mm)	-7.0								-14.2	-27.8	-30.7	-18.6			
Exceso (mm)		13.6	30.9	64.8	98.2	105.4	92.2	13.8							

Figura 2.2

Diagrama ombrotérmico: T° vs PP y Balance hídrico en la estación de Vilcas Huamán

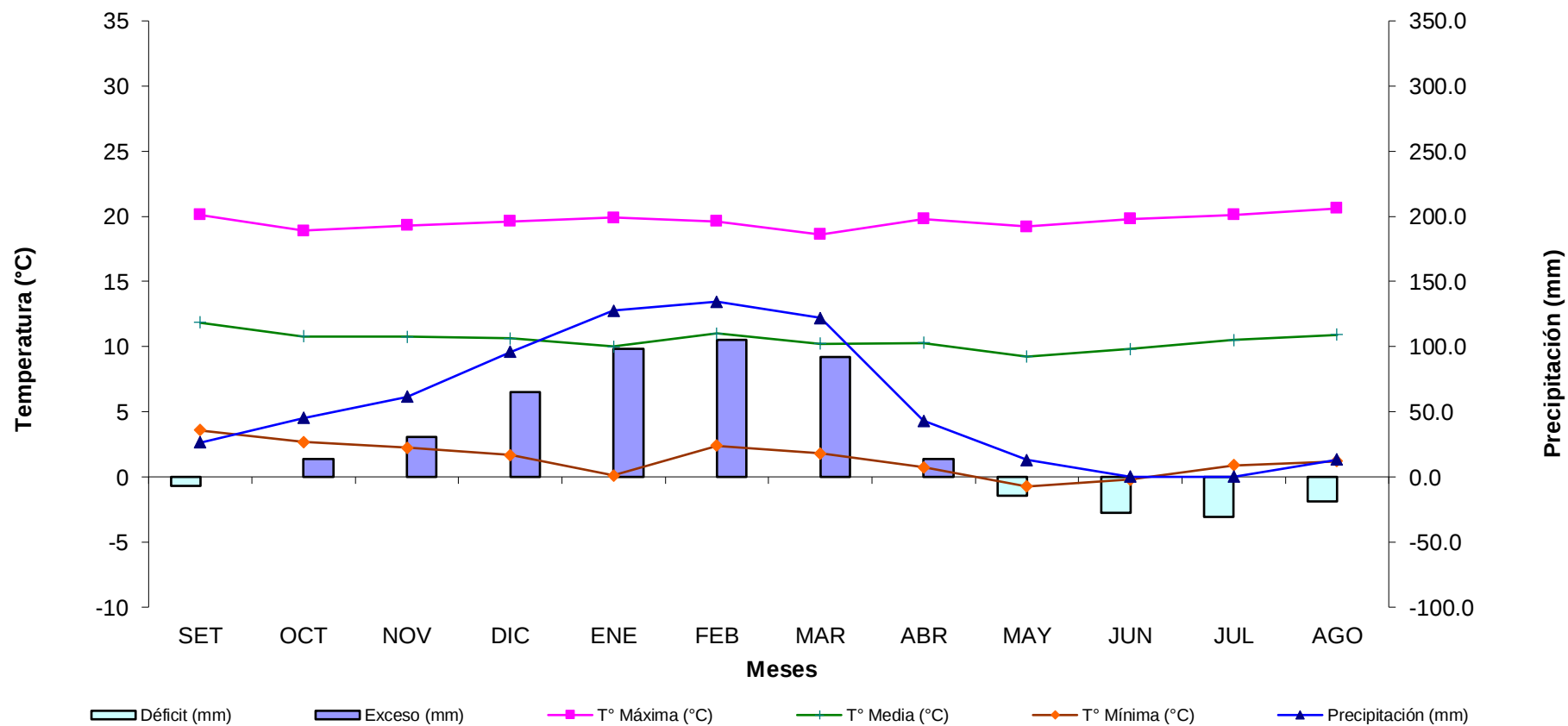
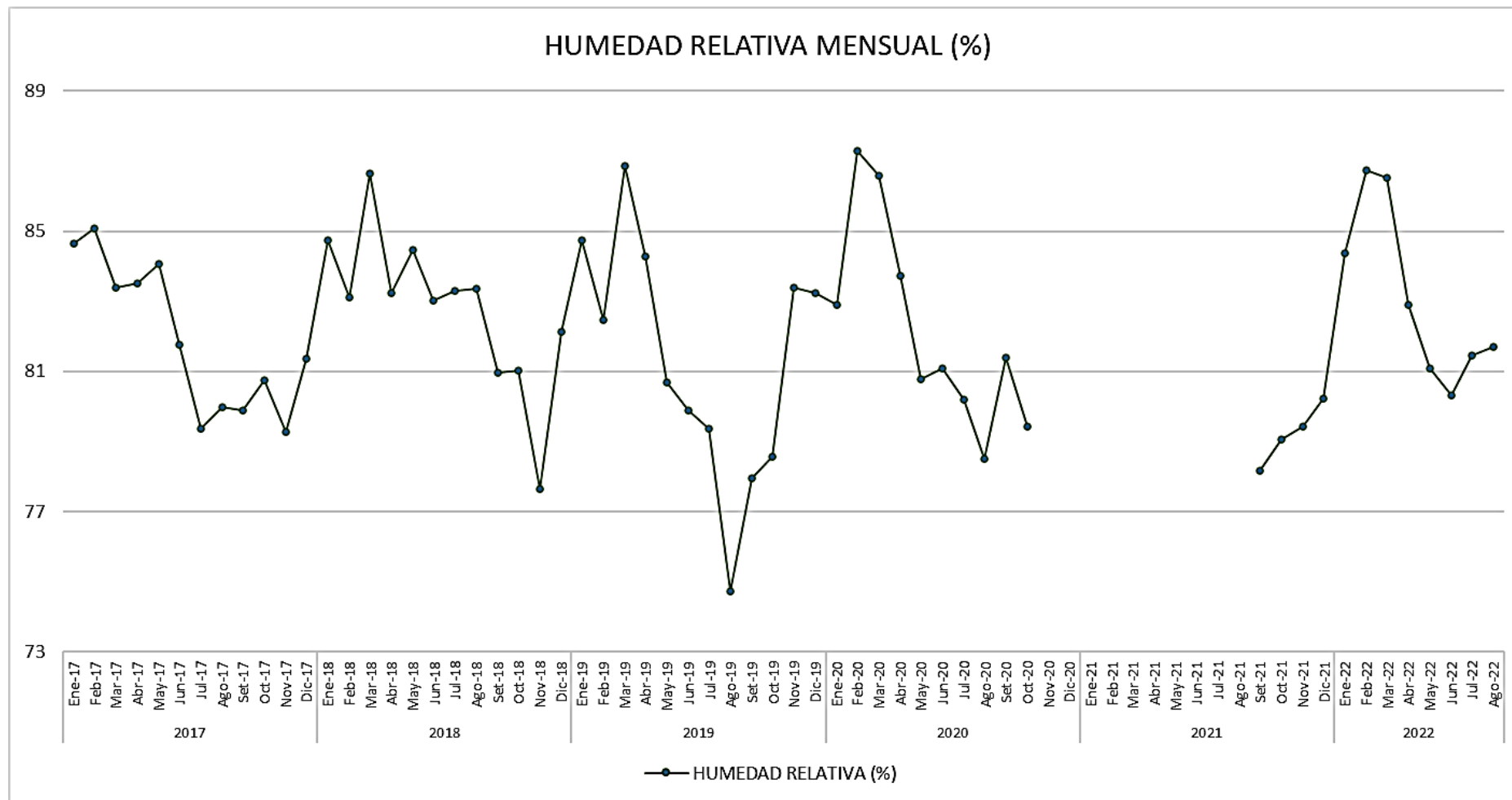


Figura 2.3

Comportamiento mensual de la humedad relativa en Vilcas Huamán



Fuente: (SENAMHI, n.d.)

2.4. Materiales para la parte experimental

2.4.1. Material biológico

Se usó como material biológico del cultivo a los tubérculos como semilla. Las variedades de papa nativa (*Solanum spp.*) utilizadas fueron:

- Papa nativa Yuraq Sisa.
- Papa nativa Peruanita.
- Papa nativa Huayro.
- Papa nativa Chaulina.

Para la fertilización del cultivo de papa se usó:

- Abono gallinaza

2.4.2. Material y equipos de campo

Durante el desarrollo de la experimentación en campo, se utilizó los siguientes:

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| - Tractor | - Cordel |
| - Libreta de campo | - Escala |
| - Picos | - Estacas |
| - Lampas | - Mochila fumigadora |
| - Rastrillo | - Mantas |
| - Letreros en forma de carteles | - Costales |
| - Cinta métrica o wincha | - Cámara fotográfica |

2.4.3. Material de gabinete

Para el pre procesamiento y procesamiento de datos de campo se utilizó

- | | |
|------------------|----------------|
| - Balanza | - Lapiceros |
| - Cámara digital | - Borrador |
| - Calculadora | - Regla |
| - Laptop | - USB |
| - Impresora | - Sobre manila |

2.5. Análisis físico y químico del suelo

La parcela elegida para la instalación del experimento se ubica en el predio Qenuapata de la comunidad de Chito, distrito de Vilcas Huamán; el muestreo de suelo se hizo siguiendo el protocolo establecido para este fin, luego del cual se llevó para su

análisis la muestra de suelo al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolas Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Tabla 2.2

Características Físico - químicos del suelo del campo experimental en Qenuapata

Tipo de análisis	Grupos	Componentes	Contenido	Calificación o interpretación
Análisis Químicos	Elementos comunes	pH	4.88	Fuertemente ácido
		C.E. (1:1) (dS/m)	0.230	Baja
		M.O. (%)	2.98	Medio
		N-total (%)	0.15	Medianamente rico
	Elementos disponibles	P (ppm)	9.3	Bajo
		K (ppm)	105.5	Medio
	Cationes Cambiales (Cmol(+)/Kg)	Ca^{++}	2.48	
		Mg^{++}	1.04	
		K^{+}	0.54	
		Na^{+}	0.26	
		Al^{+}	1.7	
		H^{+}	0.2	
		C.I.C	11.2	
Análisis Físicos	Análisis mecánicos (%)	Arena (%)	38.0	
		Limo (%)	36.6	
		Arcilla (%)	25.4	
		Clase Textural (%)	Fr	Franco

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería.

El resultado de análisis de suelo (tabla 2.2) indica que el suelo es de textura media, de reacción fuertemente ácida, muy ligeramente salino, materia orgánica y nitrógeno total medio, nivel bajo de fósforo, potasio disponible medio, bajo en bases cambiables y fertilidad potencial bajo.

2.6. Análisis químico de la gallinaza

Fue necesario conocer las características químicas del abono gallinaza, para ello se utilizó una muestra que también fue analizada en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Tabla 2.3

Composición química de la gallinaza

Componentes	Contenido
pH	9.82
C.E. (1:1) (mS/cm)	180.6
M.O. total (%)	37.30
N-total (%)	1.61
P₂O₅ (%)	8.20
K₂O (%)	0.37
CaO (%)	15.3
MgO (%)	3.52
SO₄⁼ (%)	1.97
Humedad (%)	18.6

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería.

Según los resultados del análisis de la gallinaza se cataloga como un abono de calidad media a baja.

2.7. Factores estudiados

Los factores considerados para el estudio respectivo mencionan a continuación:

2.7.1. Variedades de papa nativa (V)

- v₁ : Peruanita
- v₂ : Huayro
- v₃ : Yuraq Sisa
- v₄ : Chaulina

2.7.2. Niveles de gallinaza (G)

- g₁ : 0 t/ha de gallinaza
- g₂ : 3 t/ha de gallinaza
- g₃ : 6 t/ha de gallinaza

Los niveles de gallinaza contemplados en el experimento se ha tomado en base a antecedentes de otras investigaciones. No se conoce la extracción por tonelada de éstas variedades de papa nativa. Por otro lado, la respuesta de las variedades de papa nativa no es optima a los fertilizantes químicos.

2.8. Descripción de los tratamientos

Luego de realizar la combinación de los factores en estudio, resultó los siguientes tratamientos que a continuación se muestra (Tabla 2.4).

Tabla 2.4

Distribución y descripción de tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T ₁	D1 x V1	0 gallinaza con Peruanita
T ₂	D1 x V2	0 gallinaza con Huayro
T ₃	D1 x V3	0 gallinaza con Yuraq Sisa
T ₄	D1 x V4	0 gallinaza con Chaulina
T ₅	D2 x V1	3 t/ha gallinaza con Peruanita
T ₆	D2 x V2	3 t/ha gallinaza con Huayro
T ₇	D2 x V3	3 t/ha gallinaza con Yuraq Sisa
T ₈	D2 x V4	3 t/ha gallinaza con Chaulina
T ₉	D3 x V1	6 t/ha gallinaza con Peruanita
T ₁₀	D3 x V2	6 t/ha gallinaza con Huayro
T ₁₁	D3 x V3	6 t/ha gallinaza con Yuraq Sisa
T ₁₂	D3 x V4	6 t/ha gallinaza con Chaulina

2.9. Diseño experimental

El trabajo experimental se condujo bajo el diseño de Parcelas Dividas (DPD), asignando las dosis de gallinaza en las parcelas y las variedades de papa en las sub parcelas, con tres repeticiones, haciendo un total de 36 unidades experimentales (12 tratamientos por bloque o repetición).

En cuanto al modelos aditivo lineal, a cada observación le corresponde una ecuación lineal de la siguiente forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_i + (\alpha\beta)_{ik} + (\delta)_j + (\beta\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijl} : Variable de respuesta al i – *ésimo* de nivel de gallinaza, en la j – *ésimo* variedad de papa y la k -ésimo bloque.

μ : Es la media general.

α_k : Efecto de bloque.

β_i : Efecto del i – *ésimo* nivel de gallinaza.

$(\alpha\beta)_{ik}$: Error de parcela.

$(\delta)_j$: Efecto de la j – *ésimo* variedades de papa.

$(\beta\delta)_{ij}$: Efecto de la interacción del i – *ésimo* nivel de gallinaza en la j – *ésimo* variedad de papa.

ε_{ijk} : Error de las sub parcelas

2.10. Descripción del campo experimental

El campo experimental presenta las siguientes características:

a) Bloques

- ✓ Número de bloques del experimento : 03
- ✓ Largo del bloque : 60.0 m
- ✓ Ancho de bloque : 2.40 m
- ✓ Área del bloque : 144.0 m²

b) Calles

- ✓ Largo de la calle : 60.0 m
- ✓ Ancho de la calle : 0.80 m
- ✓ Número de calles : 02 unidades
- ✓ Área de la calle : 48.0 m²

c) Parcelas

- ✓ Número de parcelas por bloque : 03
- ✓ Largo de parcelas : 20.0 m
- ✓ Ancho de la parcela : 2.4 m
- ✓ Número total de parcelas : 36 unidades
- ✓ Área de las parcelas : 48.0 m²

d) Sub parcelas

- ✓ Número de sub parcelas por una parcela : 4 unidades
- ✓ Número de sub parcelas por bloque : 12.0 unidades
- ✓ Largo de las sub parcelas : 5.0 m
- ✓ Ancho de las sub parcelas : 2.4 m
- ✓ Número de surcos por sub parcelas : 03
- ✓ Distanciamiento entre surcos : 0.80 m
- ✓ Distanciamiento entre plantas : 0.30 m
- ✓ Número de golpes por surco : 15.0
- ✓ Número de tubérculos por surco : 30.0
- ✓ Número de tubérculos por sub parcelas : 90.0
- ✓ Área total de las Sub parcelas : 12.0 m²

e) Área total del experimento

- ✓ Área total de las calles : 96.0 m²
- ✓ Área total de bloques : 432.0 m²
- ✓ Área total del experimento : 528.0 m²

f) Croquis del campo experimental y distribución de los niveles

Figura 2.4
Croquis del campo experimental

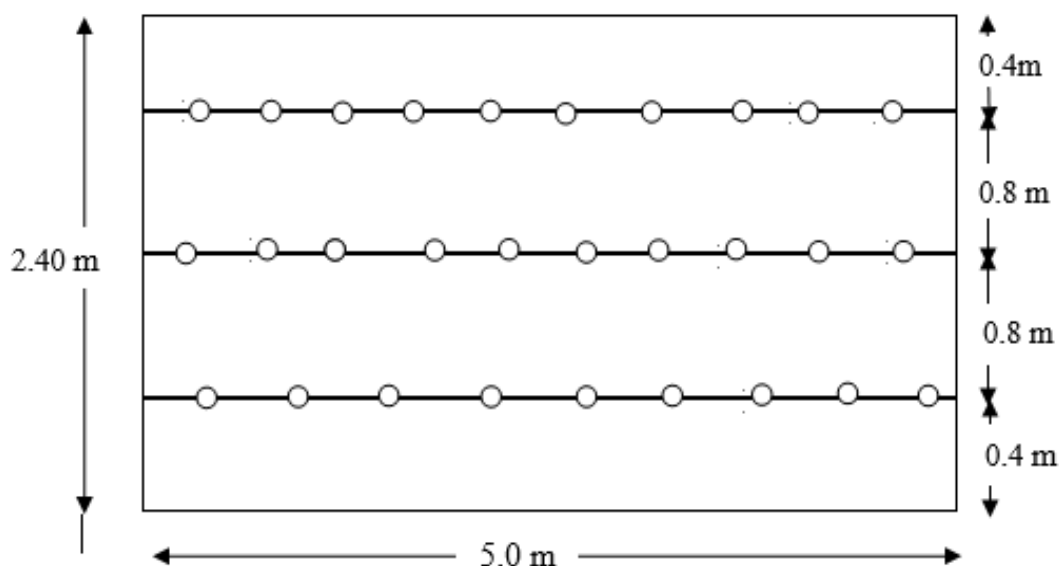
BLOQUE I	D1				D3				D2			
	D1V4	D1V2	D1V1	D1V3	D3V1	D3V3	D3V4	D2V2	D2V2	D2V4	D2V1	D2V3
BLOQUE II	D3				D2				D1			
	D3V1	D3V3	D3V4	D3V2	D2V2	D2V4	D2V1	D2V3	D1V3	D1V4	D1V1	D1V2
BLOQUE III	D2				D1				D3			
	D2V4	D2V1	D2V3	D2V2	D1V4	D1V3	D1V2	D1V1	D3V1	D3V4	D3V2	D3V3

g) Unidad experimental

La unidad experimental fue formada por 3 surcos de 5 m de largo cada uno, con 2.40 m de ancho y 0.80 m de distancia entre surcos, además se consideró una densidad de siembra de 2,880 kg/ha. (Figura 2.5)

Figura 2.5

Croquis de la unidad experimental



2.11. Instalación y conducción del experimento

2.11.1. Preparación del terreno

El terreno fue preparado el 30 de octubre de 2021 con tractor agrícola, utilizando arado de discos y rastra, se buscó dejar el terreno desterronado, mullido y nivelado. El arado quedó una profundidad de 0.20 m, y con la ayuda de lampas se trabajó en los bloques para deshacerlos y con ello mejorar la estructura y aireación de la tierra. Se aprovechó el momento para eliminar las malezas y piedras del campo experimental y adyacentes. Esta actividad se realizó una semana antes de la siembra.

2.11.2. Demarcado del campo experimental

Para el demarcado del campo experimental se utilizó el croquis experimental y previo a una limpieza y nivelación del terreno se procedió a marcar, delimitando los tres bloques con sus respectivas, parcelas, subparcelas y calles, mediante el uso de cordel, wincha, estacas y yeso. Toda esta actividad se llevó a cabo el mismo día que se realizó la siembra de las semillas, el 06 de noviembre de 2021.

2.11.3. Surcado

Después de la demarcación del terreno, se llevó a cabo la apertura de surcos a una profundidad de 0.20m en forma manual utilizando azadones y picos según al distanciamiento que se determinó, de surco a surco fue de 0.80 m.

2.11.4. Requerimiento de semillas y desinfección

Los tubérculos-semilla seleccionados antes de la siembra de cada variedad fueron expuestos al aire libre para el verdeo, que es recomendable para el brotamiento uniforme y vigoroso. Los tubérculos-semilla fueron expuestos a luz del día en un patio, se formaron cada capa de 10 cm que fue volteado periódicamente hasta cumplir las dos semanas. Al final, el peso promedio de tubérculos fue de 50 gramos.

2.11.5. Incorporación de la gallinaza

Se introdujo la gallinaza al momento de la siembra el 06 de noviembre 2021 de acuerdo a los tratamientos establecidos, la gallinaza se puso en el fondo del surco antes de introducir las semillas de papa.

2.11.6. Siembra

Como ya se mencionó se realizó la siembra el 06 de noviembre del 2021, esto consistió en distribuir las semillas en el fondo del surco a una distancia de 0.30 m entre semilla y semilla, y una vez terminada esta etapa se cubrieron las semillas con la tierra removida de cada surco.

2.11.7. Fertilización

La fertilización del cultivo consistió en la aplicación de los niveles crecientes de gallinaza al fondo del surco según los tratamientos que se detalla en la tabla 2.4; a continuación, se complementó con la aplicación, en todos los tratamientos, de “abono de arranque” cuya fórmula de fertilización fue 27-13-15 de NPK, para lo cual se utilizó como fuente de fertilizantes: Urea Agrícola (46% de N), fosfato di amónico (18% N y 46% P) y cloruro de potasio (60% K). El abono de arranque se aplicó para ayudar el crecimiento inicial del cultivo y contribuir con la descomposición de la gallinaza. El abono de arranque y la gallinaza se cubrieron con una capa de suelo de 1 a 2 cm antes de realizar la siembra de tubérculos - semilla de papa nativa.

2.11.8. Riegos

El cultivo se condujo bajo riego natural por lluvia, ya que el sembrío dura de noviembre a junio y éste incluye la época de lluvias o avenida.

2.11.9. Deshierbo

Se realizó dos momentos de deshierbo; el primer deshierbo se realizó el 20 de diciembre de 2021 para el que se utilizó los azadones, con la finalidad de eliminar malezas que compiten con las plantas de papa por los nutrientes que posee el suelo. El segundo deshierbo coincidió con el primer aporque.

2.11.10. Aporques

Una vez realizada la siembra y deshierbo, 55 días después se ejecutó el aporque utilizando para ello azadones. Se acumuló la tierra de los laterales de los surcos hacia el cuello de la planta a manera de camellón, ya que esto contribuiría en el mejor desarrollo de tubérculos y, evitar turbamiento de las mismas plantas por efectos diversos como vientos, lluvias intensas y otros.

2.11.11. Control fitosanitario

Esta actividad se realizó para prevenir y controlar básicamente el ataque de insectos y enfermedades en el cultivo. Se aplicó un producto para insectos masticadores que es el Ciclón 12.5 ml/mochila de 20 litros, a los 30 días de haber realizado la siembra. Esta actividad se volvió a realizar después de un mes con el mismo producto. El 25 de enero de 2022 se aplicó el fungicida Galben 73 para el control de la Mancha, la concentración fue de 5 cucharas / mochila de 20 litros.

2.11.12. Cosecha

La cosecha de las 4 variedades de tubérculos de las parcelas experimentales se realizó cuando las plantas llegaron al estado de madurez de cosecha, en ese momento el follaje de la planta se tornó en un color verde amarillento, con pocas hojas y tallos mayormente pegados al suelo, además la piel del tubérculo estuvo bien adherida a ella.

La cosecha se hizo en forma manual y se usó para este fin un zapapico. Esto consistió en remover la tierra del rededor de los tallos y arrancar los mismos para separar y limpiar los tubérculos de la tierra. Una vez cosechada los tubérculos, se procedió con la

selección de los mismos según su tamaño para su pesado y clasificación respectiva según la Tabla 2.5. Esta labor de la cosecha se realizó el 25 de junio del 2022.

Tabla 2.5

Pesos de tubérculos por categorías

Variedades	Categorías de tubérculos		
	Primera (g)	Segunda (g)	Tercera (g)
Peruanita	150 - 210	80 - 149	40 -79
Huayro	110 - 140	60 - 109	30 - 59
Yuraq Sisa	100 - 150	60 - 99	30-59
Chaulina	150 - 200	100 - 149	30 -99

2.12. Criterios o variables evaluadas

2.12.1. Variables de precocidad de las variedades

- Brotamiento: se registró cuando se observó en campo el brotamiento a flor de tierra del 50% mas 1 de plantas por parcela.
- Formación de estolones: se registró cuando se observó en campo, luego de descubrir el suelo del pie de la planta que el 50% mas 1 de plantas presentan estolones desarrollados.
- Inicio de floración: Se registró cuando se observó en campo que el 50% mas 1 de plantas de la parcela presentan en su inflorescencia al menos una flor abierta.
- Plena floración: Se registro cuando se observó en campo que la totalidad de plantas de la parcela presentan inflorescencias con flores abiertas.
- Madurez fisiológica: Se registró cuando se observó en campo que al menos el 50% de plantas de papa presentaron follaje amarillento luego de culminar con la floración y formación de bayas.
- Madurez de cosecha: Se registró cuando se observó en campo que más del 50% de plantas de la parcela empiezan a secarse y los tubérculos presentan la piel bien adherida.

2.12.2. Variables de productividad

- Altura de la planta: Con una cinta métrica graduada en cm se midió el espacio entre la base de la planta hasta el ápice o punto de mayor crecimiento en 5 plantas al azar por parcela, al momento de plena floración.

- **Materia seca:** En la cosecha se separó tres tubérculos de tamaño mediano de cada parcela y luego de realizar el lavado, se pesó y a continuación se realizó el corte en rodajas para llevar a la estufa a 50 °C para su deshidratación hasta peso constante y posterior pesado. Por diferencia se obtuvo el porcentaje de materia seca.
- **Rendimiento total de tubérculos:** Se cosecharon todas las plantas de la parcela y luego se pesaron los tubérculos en una balanza graduada para obtener el rendimiento total, a continuación, se separaron los tubérculos por categorías y nuevamente se pesaron para determinar el rendimiento por categorías.

2.12.3. Rentabilidad económica de la producción

Se averiguaron previamente los costos de producción que se incurrieron en el cultivo y el valor de la cosecha del producto en la localidad de Vilcas Huamán y luego mediante la formula respectiva se calculó la rentabilidad del cultivo de papa.

$$\text{Rentabilidad} = (\text{utilidad/costo de producción}) * 100$$

2.13. Análisis estadístico

Con los datos de campo ordenados de las variables evaluadas se realizó el respectivo análisis de variancia (ANVA) y la prueba de contraste de Tukey de los caracteres que resultaron significativos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

Dada la importancia de la precocidad en la producción de papa, estas variables fueron evaluadas y los resultados se muestran en la tabla 3.1. El análisis fue basado en el estado fenológico del cultivo para las condiciones del terreno en Vilcas Huamán.

Cada variable de precocidad fue evaluada en el entorno de estadística descriptiva, considerando el criterio de inicio y fin del estado fenológico. Estos valores se determinaron en número de días después de la siembra (dds.).

Tabla 3.1

Variables de precocidad días después de siembra de cuatro cultivares de papa nativa, producidos en Vilcas Huamán a 3836 msnm

Fenología	Peruanita	Wayro	Yuraq Sisa	Chaulina
Brotamiento	25-30	25-33	25-35	25-35
Formación estolones	45-50	45-50	45-50	45-50
Inicio floración	80-85	83-88	83-89	83-89
Plena floración	96-102	96-103	96-102	96-103
Madurez fisiológica	130-135	135-145	135-145	135-145
Madurez de cosecha	165-170	170-175	170-175	170-175

Según la tabla 3.1, las cuatro variedades de papa evaluadas presentaron comportamiento de desarrollo semitardío, con periodos vegetativos que llegaron hasta los 175 días. Este periodo se extiende unos días más del promedio de 145 dds. presentado por Egúsquiza (2000).

Se observó que las variedades evaluadas no muestran diferencia significativa en el ciclo vegetativo. Los brotes en las semillas se dieron entre 25 a 35 días después de la siembra y la plena floración entre los 96 a 103 días después de la siembra. La madurez fisiológica se alcanzó entre los 130 a 145 días después de la siembra dependiendo de la variedad. Se evaluó que la variedad peruanita mostró una ligera precocidad a la madurez fisiológica, por lo que fue la primera en alcanzar la etapa de madurez de cosecha entre los 165 a 170 días después de la siembra.

Se informa que, durante la floración, un fenómeno atmosférico como lo es la helada afectó al cultivo de manera leve interrumpiendo dicho proceso de floración. Frente a esto se procedió a fumigar las plantas con un abono foliar con el objetivo de recuperar el follaje y seguir con el proceso de desarrollo del cultivo.

El amplio periodo que el cultivo demoró en su desarrollo podría deberse a varios factores como por ejemplo, los lentos procesos fisiológicos de la planta debido a las temperaturas mínimas (en promedio 1.4°C), ya que la temperatura del suelo influye en la velocidad de emergencia y crecimiento de los brotes (Huamán Z., 1986; Montesdeoca & Méndez, 2015), por otro lado se tiene que, a partir de la segunda semana del mes de diciembre las lluvias se intensificaron de manera gradual hasta el momento de máxima avenida en el mes de febrero, esto pudo variar la cantidad de días de floración y madures fisiológica por la disponibilidad de humedad en estas dos etapas.

Un caso particular se presentó en Campanayocc (Ayacucho) a 3400 msnm, aquí una variedad nativa logró la madurez fisiológica en 105 a 120 dds (Arquiñigo, 2014). En Vinchos, a 4300 msnm 10 accesiones de papa nativa lograron su madurez fisiológica entre los días 150 a 160 dds. En el caso de este estudio a 3836 msnm, se logró la madurez fisiológica entre los 130 a 145 dds. Esto parece indicar que conforme aumenta la altitud, las papas nativas logran la madurez fisiológica en más días, siempre considerando la variabilidad climática conforme el nivel de altitud.

3.2. Variables de productividad

Estas variables se evaluaron utilizando la técnica de análisis de varianza ANVA o ANOVA, ya que se necesitó saber si nuestras variables de interés (variable respuesta),

está incidida o determinada, en su comportamiento, por una o varias variables normalmente conocidas como factores. El nivel de significancia fue al 5% (0.05).

3.2.1. *Altura de planta*

La Tabla 3.2 muestra que el factor bloque no tiene efectos sobre la altura de plantas en las diferentes variedades de papa ya que el p-valor es mayor a 0.05. El factor Gallinaza sí presentó efecto sobre la altura de las plantas ya que el p-valor es menor que 0.05 (alta significancia estadística), esto significa que, al menos los promedios de las alturas de las plantas para dos tratamientos con gallinaza son distintos del resto. En términos sencillos, el efecto de los niveles de gallinaza en la altura de la planta es significativa para al menos dos tratamientos.

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la altura de planta de las diferentes variedades de papa y los niveles de gallinaza. Vilcas Huamán 3837 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	0.10	0.05	0.04	0.9632 ns
Gallinaza (G)	2	4112.62	2056.31	1529.33	<0.0001 **
Error (a)	4	5.38	1.34		
Variedades (V)	3	236.26	78.75	24.25	<0.0001 **
Inter (G x V)	6	28.08	4.68	1.44	0.2536 ns
Error (b)	18	58.45	3.25		
Total	35	4440.89			

C.V. = 2.80 %

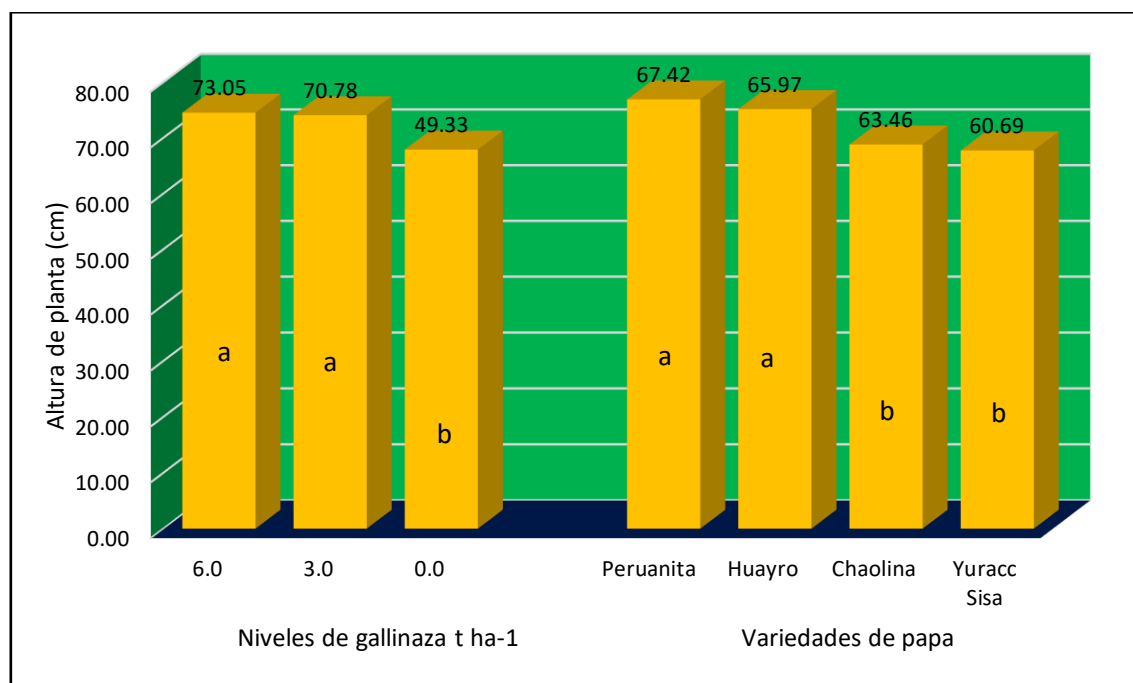
El factor variedades Tabla 3.2 también resultó significativo con un p-valor bastante menor a 0.05, entonces el factor variedades es importante para la altura de las plantas, es decir, que al menos el promedio de las alturas de dos variedades es diferente del resto. La interrelación entre gallinaza y variedades no tuvo efecto en la altura de las plantas. En conclusión, hay una alta significancia estadística en los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares de las papas nativas. El coeficiente de variación es un valor que indica buena precisión casi homogénea del experimento mostrándonos, un valor de 2.80 %.

Dado el resultado de la Tabla 3.2, requiere el análisis independiente de los factores tratamiento con niveles de gallinaza (G) y variedades (V), para determinar cuáles tratamientos y variedades presentaron diferencia significativa respecto al resto, para ello se utilizó la prueba Tukey para comparar medias por pares. En este caso en la Figura 3.1 se muestra dos análisis de Tukey, para niveles de gallinaza y variedades de papa.

La Figura 3.1 muestra que los tratamientos con 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ mostraron mayor diferencia significativa con respecto a 0.0 t ha⁻¹. Los dos tratamientos agrupados en “a” fueron igualmente significativos y mejores que el agrupado en “b”. En otros términos, según la prueba de Tukey hay una mayor altura de planta cuando se incorpora 6.0 y 3.0 t. ha⁻¹ de gallinaza sin diferencia estadística entre ellos, llegando a una altura de planta de 73.05 cm y 70.78 cm. Con respecto a los cultivares de papa nativa, la variedad Peruanita y Huayro (grupo “a”) son las de mayor altura de planta con valores de 67.42 cm y 65.97 cm sin diferencia estadística entre estos cultivares.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en la altura de planta. Vilcas Huamán 3836 msnm.



Diferentes tratamientos con abonos orgánicos como la gallinaza resultaron en beneficios en diferentes aspectos de las plantas, tal es el caso de la altura de las plantas.

En caso de la papa, se encontró que hay un efecto significativo de la gallinaza en la altura de la planta, (Luna et al., 2016), este resultado es independiente de la variedad de papa (Carire, 2019), aunque no necesariamente es el que obtiene mayores alturas de planta respecto a otros abonos orgánicos (Campos, 2018), razón por la cual muchas veces se suele mezclar con otros abonos orgánicos. Otros cultivos como la quinua y girasol también mostraron mayor altura de planta con la aplicación de tratamientos con gallinaza (Ayala, 2013; Bautista Arango, 2015).

3.2.2. *Materia seca*

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la materia seca de los tubérculos en los diferentes niveles de gallinaza y variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	8.92	4.46	122.97	0.0003 **
Gallinaza (G)	2	1.06	0.53	14.55	0.0146 *
Error (a)	4	0.15	0.04	0.25	
Variedades (V)	3	127.66	42.55	299.21	<0.0001**
Inter (G x V)	6	2.21	0.37	2.59	0.0548 ns
Error (b)	18	2.56	0.14		
Total	35	142.55			

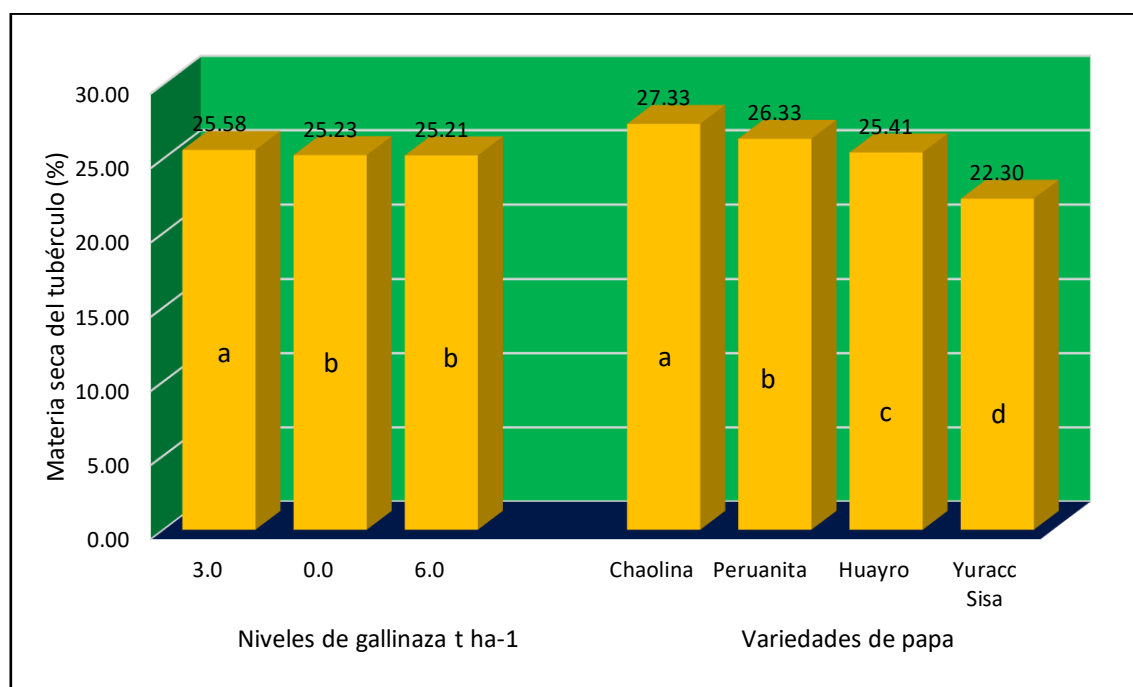
C.V. = 1.49 %

La materia seca es una característica de calidad en las papas nativas, por ello la necesidad de analizarla. Según la Tabla 3.3, el tratamiento con los niveles de gallinaza presentó influencia sobre la cantidad de materia seca de los tubérculos (p-valor < 0.05), aunque con un bajo nivel de significancia estadística. En adición, se observó que el factor variedades presentó influencia sobre la cantidad de materia seca de los tubérculos con el más alto nivel de significancia en esta tabla 3.3. Esto es, los promedios de la cantidad de materia seca de los tubérculos para al menos dos variedades son distintos del resto. Por otro lado, la interacción entre los factores gallinaza y variedades no fue significativo. El coeficiente de variación que es una medida de buena precisión, proporcionó buena confianza (C.V. = 1.49 %) en los resultados. Dado que se observó significación estadística en los diferentes niveles de gallinaza y alta significación estadística en las variedades de

papa nativa, se sigue con la prueba de Tukey para estos factores para determinar cuáles tratamientos y variedades presentaron diferencia significativa respecto al resto.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en la materia seca del tubérculo. Vilcas Huamán 3836 msnm.



En la figura 3.2 de la prueba de Tukey, para el factor niveles de gallinaza, se observa que no existe una respuesta de los niveles de tratamiento con gallinaza en la cantidad de materia seca, esto puede ser debido a que el nivel de significancia del tratamiento con gallinaza en la Tabla 3.3 fue baja, entonces se concluye que los tratamientos con gallinaza no presentaron influencia sobre la cantidad de materia seca de los tubérculos. Para el factor variedades, el cultivar Chaulina es la que muestra mayor porcentaje de materia seca conjuntamente con el cultivar Peruanita (grupo *a*) los que sin diferencia estadística tienen 27.33 y 26.33 % de materia seca; la diferencia encontrada se atribuye mayormente a las características varietales.

En otras investigaciones en esta línea, se demostraron que la materia seca fue mayor con el uso de la gallinaza, por ejemplo, En México se determinó que el tratamiento de los cultivos de papa con gallinaza mostró mayor producción de materia seca en comparación a la vermicomposta (Romero-Lima et al., 2000), en el mismo sentido, el

compost presentó mayor cantidad de materia seca en un estudio realizado en el Centro Superior de Ciencias Agrarias de la Universidad de La Laguna (González et al., 1998).

En nuestro experimento, no hubo buena respuesta a la aplicación de niveles de gallinaza, posiblemente se atribuye a que la gallinaza utilizada es de calidad media a baja, con bajo contenido de nitrógeno y potasio. Así mismo, el periodo de descomposición y mineralización fue corto, que no permitió la influencia de los macronutrientes contenidos.

3.2.3. Rendimiento de tubérculos de primera

Tabla 3.4

Análisis de rendimiento de los tubérculos de primera categoría de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

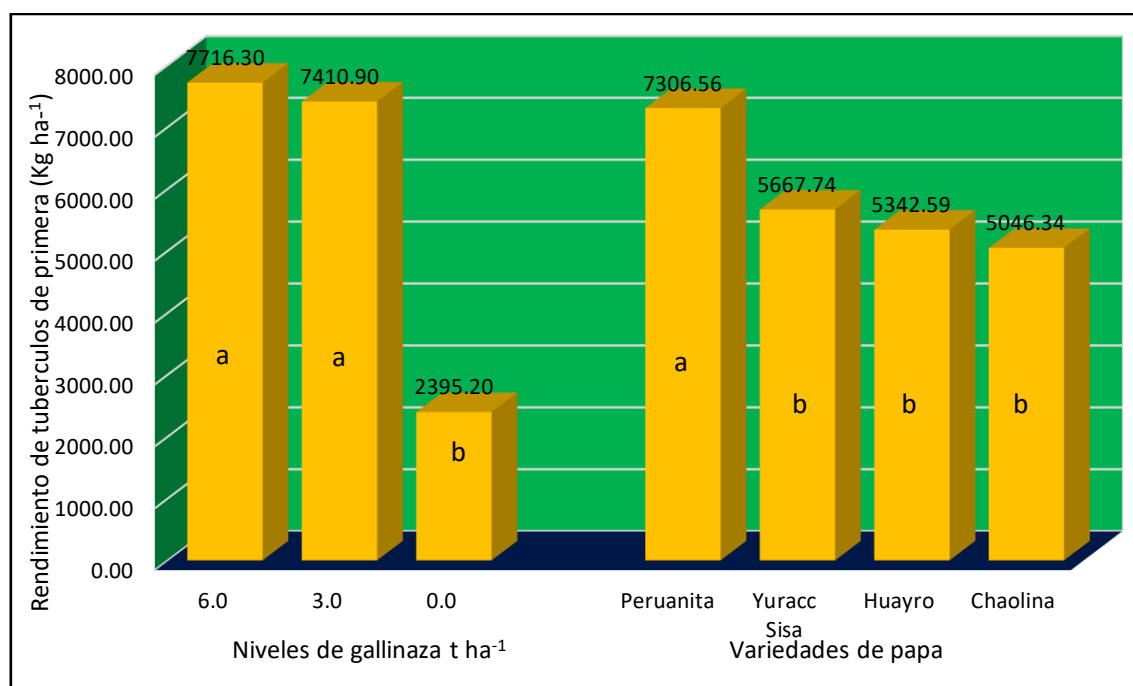
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	14613104.99	7306552.49	14.24	0.0120 *
Gallinaza (G)	2	214262496.03	107131248.01	238.19	< 0.0001 **
Error (a)	4	1799089.83	449772.46		
Variedades (V)	3	27519853.63	9173284.54	4.77	0.0129 *
Inter (G x V)	6	18016426.96	3002737.83	1.56	0.2155 ns
Error (b)	18	34624771.50	1923598.42		
Total	35	310835742.93			

C.V. = 23.75 %

La tabla 3.4, muestra el análisis de varianza para los tubérculos de primera categoría de las cuatro variedades nativas, donde se observa alta significación estadística para los niveles de gallinaza, esto significa que el tratamiento con diferentes niveles de gallinaza influye de manera altamente significativa en el rendimiento de tubérculos de primera categoría. El factor variedades presenta significación estadística, esto implica que las variedades de papa sí influyen en el rendimiento de los tubérculos de primera categoría. La interacción de gallinaza y variedades sigue siendo no significativo. Por otra parte, se tiene un coeficiente de variación de regular precisión que puede ser explicado por las características del suelo y la variabilidad de los factores climáticos.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de primera. Vilcas Huamán 3836 msnm.



La Figura 3.3 de la prueba de Tukey de los efectos principales, revela el rendimiento de tubérculos de la categoría primera donde los niveles de 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ muestra los más altos valores de la productividad, pero sin diferencia estadística entre ellos reportando 7716.30 y 7410.90 t ha⁻¹, respectivamente mostrando una buena respuesta al abonamiento, los tratamientos con gallinaza (grupo “a”) presentaron diferencia significativa respecto al resto. Los tubérculos de esta categoría tienen peso en promedio 150 gr a más y varían de acuerdo a la variedad Tabla 2.5, por ejemplo, la Peruanita puede sobrepasar los 210 gr. Son papas de gran tamaño y de regular apreciación en la cocina y para fines industriales. Para el rendimiento en esta categoría se destaca el cultivar Peruanita que supera a las demás variedades con una productividad de 7306.56 kg ha⁻¹.

Estudios similares determinaron que, dentro del abonamiento orgánico, la gallinaza obtiene mejores resultados en el rendimiento. En el Marañón, en el cultivo de papa variedad Amarilis se encontró que el tratamiento con gallinaza presentó mejores resultados que el estiércol de ovino y vacuno, en el rendimiento de papas extra y de primera categoría (Campos, 2018).

Igualmente, otras investigaciones obtuvieron similares resultados, donde el abonamiento con gallinaza resultó significativo en el rendimiento de papa de primera categoría. A la altitud de 3850 msnm, la gallinaza también presentó influencia significativa en el rendimiento de tubérculos de primera categoría en la variedad Amarilla Tumbay (Alcarraz, 2010), en esta investigación los tratamientos con gallinaza y cal presentaron el rendimiento más alto.

En esta línea también, el comportamiento de la gallinaza en conjunto con la fertilización nitrogenada a 2750 msnm se determinó que hay una alta significación estadística de los tratamientos con gallinaza y del abonamiento nitrogenado para el rendimiento de la papa de primera categoría, con estos tratamientos se obtuvo el mayor rendimiento (Martinez, 2012).

3.2.4. Rendimiento de tubérculos de segunda

Tabla 3.5

Análisis de rendimiento de los tubérculos de segunda categoría de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	1132996.74	566498.37	0.16	0.8555 ns
Gallinaza (G)	2	234504496.96	117252248.48	33.60	0.0032 **
Error (a)	4	13957584.15	3489396.04		
Variedades (V)	3	8939113.64	2979704.55	3.54	0.0358 *
Inter (G x V)	6	12095317.28	2015886.21	2.39	0.0707 ns
Error (b)	18	15164399.39	842466.63		
Total	35	285793908.15			

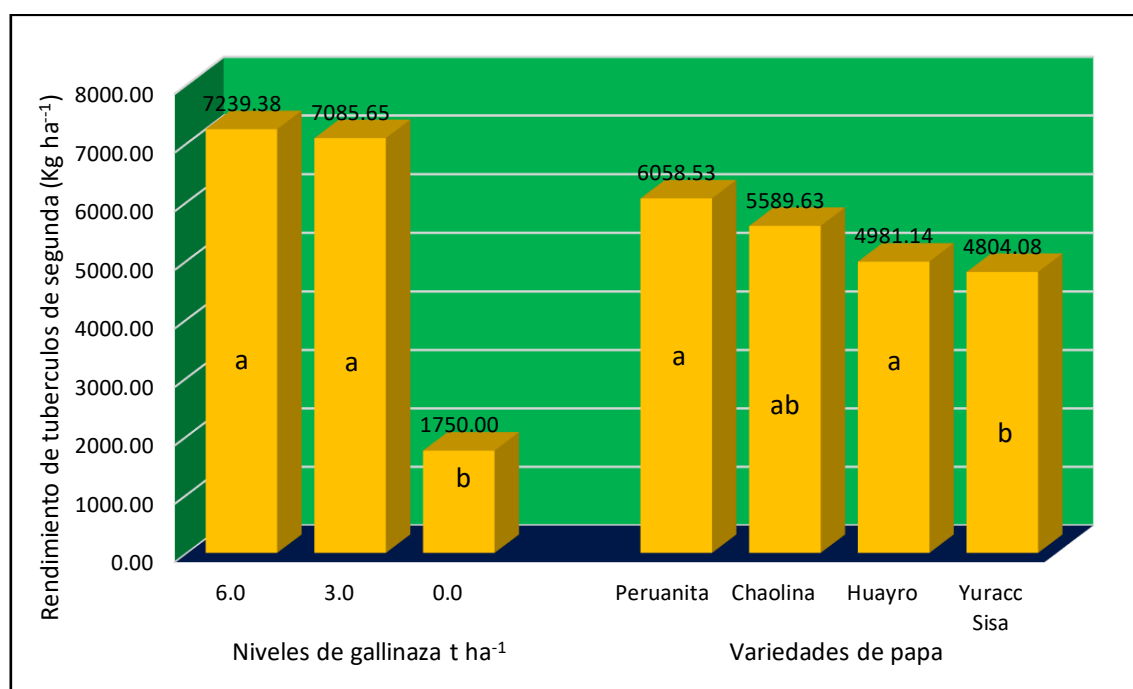
C.V. = 17.13 %

La Tabla 3.5 muestra el ANVA del rendimiento de los tubérculos de segunda categoría. Se observa en los efectos principales G y V lo siguiente: alta significación estadística para los niveles de gallinaza, esto significa que el tratamiento con diferentes niveles de gallinaza influye de manera altamente significativa en el rendimiento de tubérculos de segunda categoría, y una significación estadística para las diferentes variedades de papa nativa.

El coeficiente de variación es un valor de regular precisión explicada del mismo modo que con los resultados en la categoría primera por las características del suelo y la variabilidad de los factores climáticos.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de segunda. Vilcas Huamán 3836 msnm.



La Figura 3.4 muestra que los tratamientos con 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ mostraron mayor diferencia significativa con respecto a 0.0 t ha⁻¹. Los dos tratamientos agrupados en “a” fueron igualmente significativos y mejores que el agrupado en “b”. Es decir, según la prueba de Tukey hay mejor rendimiento en la producción de tubérculos de segunda categoría cuando se incorpora 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza. Estos niveles de gallinaza muestran los más altos valores de la productividad, pero sin diferencia estadística entre ellos mismos (grupo “a”) reportando 7239.36 y 7085.65 t ha⁻¹ respectivamente.

Los tubérculos de esta categoría pesan en promedio 110 gr y pueden alcanzar los 149 gr dependiendo la variedad Tabla 2.5. Son de tamaños medianos y de buena apreciación en la cocina y para fines industriales. En el rendimiento de esta categoría se destaca la variedad Peruanita con 6058.53 kg ha⁻¹, seguido de las variedades Chaolina y Huayro sin diferencia estadística en el rendimiento de ellos y con una productividad de

5589.63 y 4981.14 kg ha⁻¹. El rendimiento más bajo lo presentó la variedad Yuraq Sisa con 4804.08 kg ha⁻¹.

Los resultados de Alcarraz (2010) mostraron que en la categoría segunda de la variedad de papa Amarilla Tumbay, la gallinaza no presentó influencia sobre su rendimiento, por el contrario fue el testigo que superó el rendimiento de todos los tratamientos tanto con gallinaza y con cal.

Otra investigación en Ayacucho demostró que los tratamientos con gallinaza y fertilización nitrogenada en papa variedad Canchan resultaron con alta significación estadística en el rendimiento de papa en la categoría segunda (Martinez, 2012).

3.2.5. Rendimiento de tubérculos de tercera

Tabla 3.6

Análisis de rendimiento de los tubérculos de tercera categoría de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	1055040.16	527520.08	0.15	0.8670 ns
Gallinaza (G)	2	155474739.55	77737369.78	21.79	0.0071 **
Error (a)	4	14267512.47	3566878.12		
Variedades (V)	3	4319534.25	1439844.75	2.14	0.1304 ns
Inter (G x V)	6	7001754.06	1166959.01	1.74	0.1698 ns
Error (b)	18	12097810.59	672100.59		
Total	35	194216391.08			

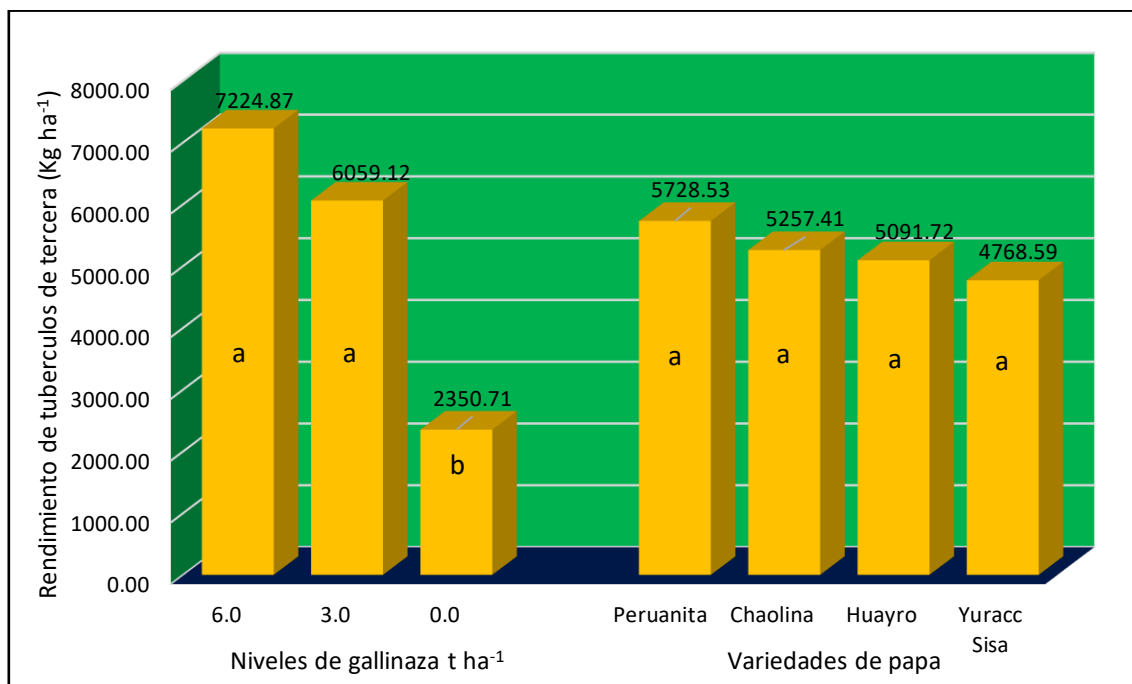
C.V. = 15.73%

En la Tabla 3.6, el ANVA muestra alta significación estadística en el efecto principal niveles de gallinaza en la categoría tercera, esto es, que el tratamiento con gallinaza sí tiene influencia altamente significativa en el rendimiento de los tubérculos de tercera categoría. El efecto principal variedades resultó no significativa y la interacción entre gallinaza y variedades (G x V) tampoco resultó significativa. Los tubérculos de tercera categoría son apreciados en la cocina y comercialización principalmente para preparar derivados de la papa.

El coeficiente de variación es un valor de regular precisión que también puede ser explicada por la variabilidad de los factores climáticos y la característica del suelo.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de tercera. Vilcas Huamán 3836 msnm.



La figura 3.5 de la prueba de Tukey presenta el efecto principal de los niveles de Gallinaza, donde los niveles de 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ (grupo “a”) presentan diferencia significativa respecto del resto, y son los de mayor rendimiento, con valores de 7224.87 y 6059.12 kg ha⁻¹ (sin diferencia significativa entre ellos mismos) respectivamente en la categoría tercera. Por otro lado, en el efecto principal variedades, la correspondiente a Peruanita y Chaolina (grupo a) mostraron diferencia significativa respecto del resto (grupo “b”). Estas variedades presentaron mayor rendimiento de tubérculos con 5728.53 y 5257.41 kg ha⁻¹ (no hay diferencia significativa entre estos mismos promedios) respectivamente.

Esta categoría de tercera en las papas nativas es de gran importancia en la comercialización y preparación de alimentos de las amas de casa, así como también en el uso de semilla en la agricultura del poblador andino.

Estudios similares presentaron resultados diferentes, en Andahuaylas los tratamientos con gallinaza y cal en papa de variedad Amarilla Tumbay no presentaron influencia significativa en el rendimiento de papa de tercera categoría, al contrario el máximo rendimiento se obtuvo en cultivos del testigo, es decir sin ningún tratamiento (Alcarraz, 2010). Otras investigaciones tampoco encontraron significancia estadística de los tratamientos con gallinaza sobre el rendimiento de las papas en la categoría tercera, tal resultado se encontró en Ayacucho en el cultivo de papa de la variedad Canchan, aquí los tratamientos y los bloques no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre el testigo y los tratamientos (Martínez, 2012).

3.2.6. Rendimiento total de tubérculos

Tabla 3.7

Análisis de rendimiento total de los tubérculos de las variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	29465277.22	14732638.61	3.20	0.1481 ns
Gallinaza (G)	2	1785316180.57	892658090.29	193.76	<0.0001**
Error (a)	4	18428493.21	4607123.30		
Variedades (V)	3	60753977.09	20251325.70	6.91	0.0027 **
Inter (G x V)	6	45638522.51	7606420.42	2.60	0.0543 ns
Error (b)	18	52722350.57	2929019.48		
Total	35	1992324801.16			

C.V. = 10.43%

La Tabla 3.7 del ANVA para el rendimiento total, muestra alta significación estadística en los tratamientos con los diferentes niveles de gallinaza y las variedades de papa nativa, esto indica que los factores tratamiento con gallinaza y variedades de papa influyen de manera significativa en el rendimiento total de los tubérculos de este estudio.

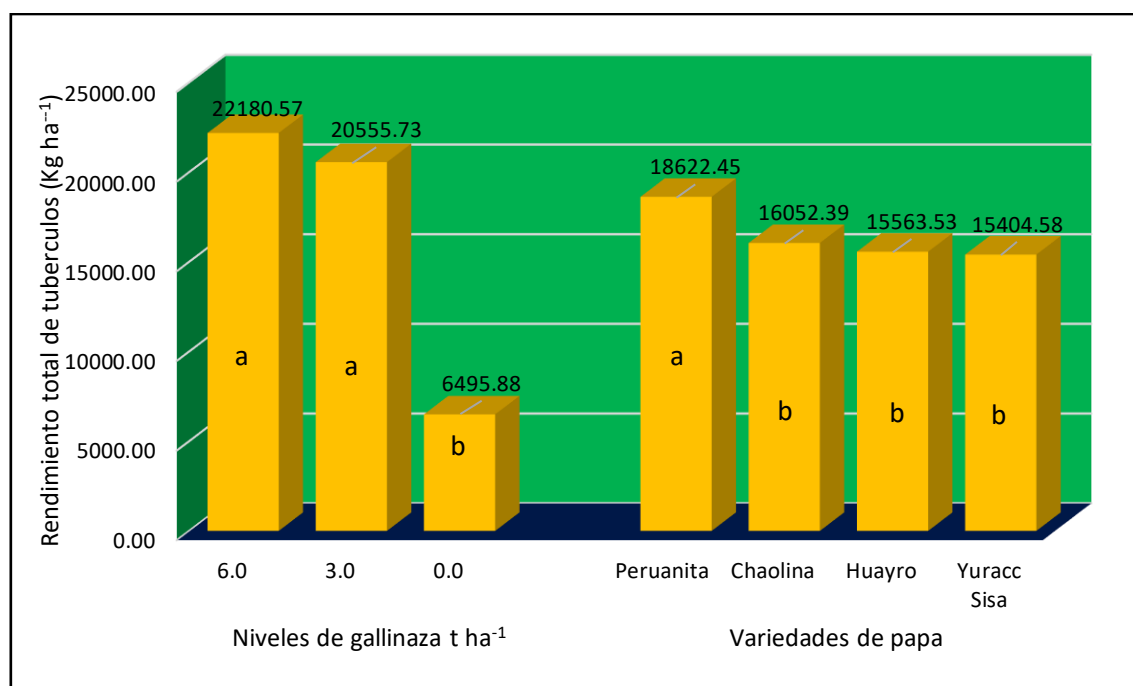
El coeficiente de variación presenta un valor de buena precisión e indica buena confianza en los resultados.

La Figura 3.6 muestra los resultados de la prueba de Tukey que indica que los tratamientos con gallinaza tanto con 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ presentaron diferencia

estadísticamente significativa respecto de 0.0 t ha^{-1} y fue agrupado en el grupo “a” porque no hay diferencia significativa entre ellos mismos que lograron 22180.57 y 20555.73 kg ha^{-1} respectivamente. Esto significa que hay mayor respuesta del rendimiento total de tubérculos si se agregan estos tratamientos.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento total de tubérculos. Vilcas Huamán 3836 msnm.



Respecto al factor variedades de papa, la variedad Peruanita presenta diferencia estadísticamente significativa respecto del resto. Esto significa que el cultivar Peruanita supera estadísticamente en rendimiento total a las demás variedades con una productividad de $18622.45 \text{ kg ha}^{-1}$. En el experimento se comprueba que aun siendo bajo el contenido de nitrógeno y potasio en la gallinaza, existe respuesta a la aplicación de este insumo, sin embargo no existe diferencia entre los niveles 3 y 6 t ha^{-1} de gallinaza. Esta respuesta se puede atribuir más que nada al efecto mejorar de la gallinaza en las propiedades físicas y químicas del suelo, además en la retención de agua. Sin embargo, se puede también deducir que debido al corto periodo del cultivo la descomposición y mineralización fue incompleta y como tal existe una respuesta a la aplicación de la gallinaza, pero no a los niveles.

También se puede apreciar el efecto superlativo de la aplicación de la gallinaza (materia orgánica) en el rendimiento de tubérculos de papa, pues la sola incorporación de 3 t ha^{-1} , ha promovido a un incremento del 293 % del rendimiento de tubérculos, lo cual avala la importancia del uso de la materia orgánica en los cultivos.

3.3. Rentabilidad económica de la producción

El análisis económico del rendimiento de la producción de tubérculos se muestra en la Tabla 3.8, para este análisis se consideró los diferentes tratamientos realizados con gallinaza, los costos de producción para cada uno de los tratamientos, el rendimiento, el valor de venta considerando precios de mercado, la utilidad y la rentabilidad, cada uno de ellos para las tres categorías de papa (primera, segunda y tercera), y las diferentes variedades estudiadas.

Con los resultados de la Tabla 3.8 se puede sostener que los tratamientos realizados con 3.0 t ha^{-1} gallinaza” presentaron mayor beneficio en cuanto a la rentabilidad en tres variedades. El tratamiento con 3.0 t ha^{-1} de gallinaza para la papa Peruanita generó la rentabilidad más alta, esta alcanzó los 477.08% y excedió en 23.5% al tratamiento con 6.0 t ha^{-1} gallinaza para la papa Peruanita que sólo alcanzó los 453.58%.

Los tratamientos constituidos para 3.0 t ha^{-1} de gallinaza en las variedades Huayro y Yuraq Sisa alcanzaron los 353.56% y 381.21% de rentabilidad, resultaron superiores a los tratamientos constituidos por 6.0 t ha^{-1} de gallinaza en 17.5% y 60.26% respectivamente. Un caso resultó diferente, el tratamiento constituido de 6.0 t ha^{-1} gallinaza para la variedad Chaulina logró una rentabilidad de 339.01%, superior al tratamiento formado por “ 3.0 t ha^{-1} gallinaza” en 20.72%.

Bajo las condiciones ambientales y de suelo en las que se encuentra el área experimental de este trabajo de investigación, la Tabla 3.8, permite sostener que sin tratamiento alguno la variedad Chaulina es la más rentable, esta alcanzó los 75.54%, seguido de la variedad Peruanita y Huayro, la menos rentable fue la variedad Yuraq Sisa.

3.4. Merito económico de los tratamientos

Tabla 3.8

Análisis del mérito económico del rendimiento de la producción total de los tubérculos de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 386 msnm

Tratamientos	Costo	Rendimiento kg/ha			Valor de venta (kg)			Valor de	Utilidad	Rentabilidad
	Prod.	Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera	Venta S/.	Bruta S/.	%
Sin Gallinaza - Peruanita	7900.0	2912	1333	2000	3.0	2.0	1.0	13401.93	5501.93	69.64%
Sin Gallinaza - Huayro	7900.0	1944	1917	3278	3.0	2.0	1.0	12944.44	5044.44	63.85%
Sin Gallinaza - Yuraq Sisa	7900.0	1750	2056	2569	3.0	2.0	1.0	11930.56	4030.56	51.02%
Sin Gallinaza - Chaulina	7900.0	2974	1694	1556	3.0	2.0	1.0	13867.91	5967.91	75.54%
3.0 t ha ⁻¹ Gallinaza - Peruanita	8800.0	9344	8545	5660	3.0	2.0	1.0	50783.16	41983.16	477.08%
3.0 t ha ⁻¹ Gallinaza - Huayro	8800.0	7194	6015	6300	3.0	2.0	1.0	39913.71	31113.71	353.56%
3.0 t ha ⁻¹ Gallinaza - Yuraq Sisa	8800.0	7875	6204	6315	3.0	2.0	1.0	42346.88	33546.88	381.21%
3.0 t ha ⁻¹ Gallinaza - Chaulina	8800.0	5230	7579	5961	3.0	2.0	1.0	36809.26	28009.26	318.29%
6.0 t ha ⁻¹ Gallinaza - Peruanita	9700.0	9664	8297	8112	3.0	2.0	1.0	53697.20	43997.20	453.58%
6.0 t ha-1 Gallinaza - Huayro	9700.0	6889	7012	7608	3.0	2.0	1.0	42297.69	32597.69	336.06%
6.0 t ha-1 Gallinaza - Yuraq Sisa	9700.0	7378	6153	6390	3.0	2.0	1.0	40831.81	31131.81	320.95%
6.0 t ha-1 Gallinaza - Chaulina	9700.0	6934	7496	6789	3.0	2.0	1.0	42583.53	32883.53	339.01%

CONCLUSIONES

1. Los niveles de gallinaza 6 y 3 t ha⁻¹ reportaron mayor rendimiento total de tubérculos con 22 180.57 y 20 555.73 kg ha⁻¹, rendimiento de categoría primera de 7 716.30 y 7 410.90 kg ha⁻¹, así como rendimiento de categoría segunda y tercera. También alcanzaron mayor altura de planta con 73.70 y 70.78 cm, sin embargo, no tuvo influencia en el contenido de materia seca, cuyo promedio fue 25.23%.
2. La variedad Peruanita reportó el mayor rendimiento total de tubérculos con 18,622.45 kg ha⁻¹, seguido de Chaulina, Huayro, Yuraq sisa con 16 052.39; 15 563.33 y 15404.08 kg ha⁻¹. La variedad Peruanita destacó por su mayor rendimiento de categoría primera y segunda con 7 306.56 y 6 058.53 kg ha⁻¹, respectivamente. El contenido de materia seca fue de 27.37; 26.33; 25.41 y 22.30 correspondientes a las variedades Chaulina, Peruanita, Huayro y Yuraq sisa, respectivamente. Las variedades que alcanzaron mayor altura fueron Peruanita y Huayro con 67.42 y 65.97 cm, respectivamente.
3. Las mejores rentabilidades y utilidades brutas se encontraron con 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza en las variedades Peruanita, Yuraq Sisa y Huayro, con 477.08 %, 381.21 % y 353.56 %, respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Utilizar las variedades de papa Peruanita y Yuraq Sisa aplicando 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza que reportaron mayor rendimiento y índices de rentabilidad.
- Continuar las investigaciones con otras variedades de papa nativa utilizando gallinaza y otros abonos orgánicos, para brindar otras opciones a los agricultores de las zonas alto andinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu Cruz, E., González Oramas, G., Liriano González, R., Veliz Alonso, J., Ost, P., & Monzón Cepero, Z. (2017). Respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la combinación del fertilizante ecológico HerbaGreen con fertilizante químico. *Centro Agrícola*, 44(1), 80–89. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Alcarraz, O. (2010). *Efecto del encalado y gallinaza en el rendimiento de papa (Solanum tuberosum) variedad Amarilla Tumbay en Andahuaylas, Apurímac a 3850 msnm*. UNSCH.
- Arquiñigo, Y. (2014). *Niveles de Guano de islas y densidades en el rendimiento de papa variedad "Mama Lucha" (Solanum phureja L.) Campanayoc. 3400 msnm. Ayacucho*. UNSCH.
- Ayala, W. (2013). *Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento del girasol aceitero (Helianthus annus L.) en Canaán a 2750 msnm – Ayacucho*. UNSCH.
- Barona, D., Mateus-Rodríguez, J., & Montesdeoca, F. (2015). La planta de papa: Ecofisiología y nutrición mineral. En: Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía: diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú. In J. Andrade-Piedra, P. Kromann, & V. Otazú (Eds.), *Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía: diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú*. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). <https://doi.org/10.4160/9789290604556>
- Bastidas, J. (2009). Ventajas y desventajas en el uso y manejo del fertilizante orgánico gallinazo. Microcuenca La Coneja, Parroquia General Ribas, Municipio Boconó, estado Trujillo, Venezuela. AGORA - Trujillo. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/30864/articulo2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bautista Arango, R. (2015). *Niveles de gallinaza en el rendimiento de dos variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Manallasacc 3580 msnm - Chiara - Ayacucho*. UNSCH.
- Bonavia, D. (2016). LA PAPA: APUNTES SOBRE SUS ORÍGENES Y SU DOMESTICACIÓN. *Journal de La Société Des Américanistes*, 79(1993), 173–

187. <http://www.jstor.org/stable/24605665>
- Cahuana, R., Arcos, J., Barreda, W., Canihua, J., Quenallata, J., & Holguín, V. (2012). *Programa Nacional de Innovación Agraria en Raíces y Tuberosas*. Editorial Pacífico S.R.L. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/59>
- Cahuana, Rodolfo, & Arcos, J. (2002). *Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno* (D. E. Farfán Loaiza & N. De La Riva Aragón (eds.); 1st ed.). https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/898/1/Cahuana-Variedades_nativas_Papa.pdf
- Cahuana, Rodolfo, Barreda, W., Roldán, A., & Holguín, V. (2020). *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS SEMILLA DE BUENA CALIDAD DE PAPA*. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1121>
- Campos, W. (2018). *Efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Amarilis, en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco - Marañón - 2015*. Hermilio Valdizán - Huánuco.
- Carire, B. (2019). *Influencia de la gallinaza descompuesta en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum L.) variedad Canchan INIA – CCARANCALLA - ANDAHUAYLAS - APURÍMAC – 2017*. Universidad Tecnológica de los Andes.
- Carolla, M. (2006). Antecedentes para la producción de papas en Magallanes. In INIA Kampenaike (Ed.), *Boletín N°396. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike* (Issue December). La Prensa Austral. https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29376/Boletin_INIA_396.pdf?sequence=1
- CIP. (2021). Catálogo - Línea de Base de la Diversidad de Papa Nativa del Microcentro Yauli - Paucará, Huancavelica, Perú. In *Centro Internacional de la Papa (CIP); Grupo Yanapai; Gobierno Regional de Huancavelica; (AGUAPAN), Asociación de Guardianes de Papa Nativa del Centro del Perú*. International Potato Center. <https://doi.org/10.4160/9789290606000>
- CIP, C. I. de la P., & FEDECH, F. D. de C. C. (2006). *Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú* (Rosa Ng Yi). <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/003524.pdf>
- Cotrina, V. (2017). *Efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola en Purupampa Panao -2017* [Universidad Nacional

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7687/PIDS00352G24.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- De Almeida, F., Goncalves, G., Arzuaga, J., Torres, W., Cabrera, J., & Hernández, A. (2015, December). *Principales problemáticas que afectan el desarrollo del cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en diferentes municipios de la provincia Huambo, Angola*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000400013
- Delgado-Londoño, D. M. (2017). Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos*, 1(17), 77. <https://doi.org/10.21501/21454086.1907>
- Egúsqiza, B. R. (2000). *La papa: producción, transformación y comercialización* - B. R. Egúsqiza - Google Libros (2000 International Potato Center (ed.)). Universidad Nacional Agraria La Molina. https://books.google.com.pe/books/about/La_papa.html?hl=es&id=6ciGbBX0uFwC&redir_esc=y
- Egúsqiza Bayona, R. (2013). Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa. *Guía Técnica*. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032-d-papa.pdf>
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza . *Revista Lasallista de Investigación*, 2, 43–48. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>
- FAO. (2022). *Comité de Agricultura. Propuesta para un día internacional d la papa*. <https://www.fao.org/3/nj015es/nj015es.pdf>
- Fertilab. (2018). *Dosis de fertilización NPK en papa*. <http://conpapa.org.mx>.
- González, C. J., Alvarez, C. E., Pomares, F., & Benitez, M. (1998). Efectos de fertilizacion en papas con compost, gallinaza y combinaciones de ambos. *La Laguna*, 2(3), 285–290.
- Hawkes, J. G. (1990). *The potato: evolution, biodiversity and genetic resources*. Belhaven Press. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19901615687>
- HerbaZest, equipo E. de H. . (2021, February 4). *Papa*. Uno de Los Cultivos Más Apreciados Alrededor Del Mundo, Las Papas o Patatas Son Un Ingrediente Común En Muchas Recetas Culinarias y Ofrecen Una Serie de Beneficios Para La Salud. <https://www.herbazest.com/es/hierbas/papa>

- Huamán Z. (1986). *Botánica sistemática y morfología de la papa*. Boletín de Información Técnica Del CIP 11. https://books.google.com.pe/books?id=96eF-eD6OHkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- INEI. (2020, April). *Instituto Nacional de Estadística e Informatica*. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-crecio-122-en-abril-del-2020-12263/>
- INEI. (2022, May 24). *Producción de papa alcanzó 542 mil 47 toneladas en marzo del presente año y creció en 13,4%*. Noticias- Instituto Nacional de Estadística e Informática - Gobierno Del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/610004-produccion-de-papa-alcanzo-542-mil-47-toneladas-en-marzo-del-presente-ano-y-crecio-en-13-4>
- Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (2009). I. BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA DE LA PAPA. In *Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias* (No. 193). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- INTAGRI. (2017). *Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de la Papa. Serie Hortalizas*. Núm. 10. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>
- León Carrasco, J. C. (2022, May 24). *Producción nacional de papa alcanzó los 5.7 millones de toneladas en 2021, confirmando su posición como líder en Latinoamérica*. Agraria.Pe. <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-papa-alcanzo-los-5-7-millones-de-tone-28049>
- Lluzar Martí, P. (2019). Fertilizantes en Perú. *Fichas Sector Peru*, 1–11. <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2019819665.html>
- Luna, R., Espino, S., Trávez, R., Ulloa, C., Espinoza, A., & Bejarano, A. (2016). Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencia y Tecnología*, 9(1), 11–14.
- Martinez, A. M. (2012). *Niveles de gallinaza y fertilización nitrogenada en el cultivo de papa var. canchan, 2750 msnm.-Ayacucho*. UNSCH.

- Martínez Alca, A. (2007). *Conociendo la cadena productiva de la papa en Ayacucho*. (M. Jerí Pérez, R. Sarmiento, C. Ruiz Arce, W. Castillo, & J. Sauñe Medina (eds.)). Solid Perú. <https://vdocuments.mx/conociendo-la-cadena-productiva-de-la-papa-en-ayacucho-peru.html>
- Mendoza-Dávalos, K., Sanabria-Quispe, S., Pérez-Porras, W., & Cosme-DeLaCruz, R. (2019). Enmiendas orgánicas y su efecto en las propiedades de suelos alto andinos cultivados con papa nativa (*Solanum goniocalyx* Juz.et Buk.). *Agroindustrial Science*, 10(3), 235–239. http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/20.500.12955/1467/6/Mendoza-et-al_2021_Enmiendas_Papa.pdf
- Merchán, M. (2009). Elaboración de herramientas de aprendizaje para el manejo integrado de suelos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo el enfoque de gestión de conocimientos. Cotopaxi y Tungurahua. [UUniversidad Central del Ecuador]. In *INIAP* (Vol. 12). <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- MINAM. (2016). *El Perú y el Cambio Climático. Tercera comunicación nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicación.pdf>
- MINAM. (2019). *Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad* (MINAM). www.minam.gob.pe
- Molina, J. de D., Mairena, B., & Aguilar, L. (2004). *Guía MIP en el cultivo de la papa*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10M722.pdf>
- Montesdeoca, F., & Méndez, B. (2015). Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de la Sierra Ecuatoriana. Quito:UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4541>
- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola*, 36–37. https://web.inia.cl/wp-content/uploads/2014/09/revista_agricola_octubre_36-37.pdf
- Ochoa, C. M. (1990). *The potatoes of South America. Bolivia*. Cambridge University Press.
- Otiniano V., R. (2017). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú*. (No. 2017–16974).

<https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>

- PRODERN. (2018). *LA PAPA NATIVA EN APURÍMAC. .Identificación participativa de variedades en los distritos de Huayana y Pomacocha* (I. Arbulú, F. Prins, G. Maraví, R. Pacheco, & F. Leguía (eds.)). PRODERN. https://prodern.minam.gob.pe/sites/default/files/documents/Papas_nativas_ApurimacFinal.pdf
- Ramos, E. (2018, May 2). *La semilla es el factor principal para nuestros bajos rendimiento de papa*. Agraria,Pe. <https://agraria.pe/noticias/la-semilla-es-el-factor-principal-para-nuestros-bajos-16499>
- Ramos, E. (2021, March 25). *Perú produjo 5.4 millones de toneladas de papa en 2020*. Agraria.Pe. <https://www.agraria.pe/noticias/peru-produjo-5-4-millones-de-toneladas-de-papa-en-2020-23985>
- Rasch, D., & Schott, D. (2018). *Mathematical statistics*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://www.wiley.com/en-us/Mathematical+Statistics-p-9781119385233>
- Remón, Y., & Peña, G. (2018). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum* spp.) del distrito de Vilcashuamán, Ayacucho- Perú, mediante AFLP. *Revista Peruana de Biología*, 25(3), 259–266. <https://doi.org/10.15381/RPB.V25I3.15209>
- Rodriguez, F., Wu, F., Ané, C., Tanksley, S., & Spooner, D. M. (2009). Do potatoes and tomatoes have a single evolutionary history, and what proportion of the genome supports this history? *BMC Evolutionary Biology*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-191/FIGURES/7>
- Rodríguez, L. E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000100002
- Román, M., & Hurtado, G. (2002). *Guía técnica: Cultivo de la papa*. <http://istphuancane.pe.tripod.com/docs/agrop/papa.pdf>
- Romero-Lima, M. del rosario, Trinidad-Santos, A., García-Espinosa, R., & Ferrera-Cerrato, R. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 34(3), 261 a 269. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234302>
- Romero Rodríguez, I. (2019). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de papa. Ficha técnica N° 01*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419894/ficha->

tecnic-01-cultivo-de-la-papa.pdf

- Sandaña, P., & Martínez, C. (2019). *Antecedentes para la producción de papas en Magallanes. Cap. II: Morfología y fisiología de la planta*. https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29376/Boletin_I_NIA_396.pdf?sequence=1
- Senamhi. (n.d.). *Ficha técnica Agroclimática. Papa mejorada. Solanum tuberosum L.* Retrieved August 1, 2022, from <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2253264/PAPA.pdf>
- SENAMHI. (n.d.). *Descarga de datos Meteorológicos a nivel nacional*. Datos / Descarga de Datos Meteorológicos. Retrieved August 18, 2022, from <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- Spooner, D. M. (1990). The potato: Evolution, biodiversity and genetic resources. J.G. Hawkes. *American Potato Journal* 1990 67:10, 67(10), 733–735. <https://doi.org/10.1007/BF03044023>
- Spooner, D. M., Ghislain, M., Simon, R., Jansky, S. H., & Gavrilenko, T. (2014). Systematics, Diversity, Genetics, and Evolution of Wild and Cultivated Potatoes. *Botanical Review*, 80(4), 283–383. <https://doi.org/10.1007/S12229-014-9146-Y>
- Spooner, D. M., & Hetterscheid, W. L. A. (2005). Origins, Evolution, and Group Classification of Cultivated Potatoes. In H. C. T.J. Motley, N. Zerega (Ed.), *Darwin's Harvest (pp.285-307)*. Columbia University Press, NY. <https://doi.org/10.13140/2.1.4715.3601>
- Spooner, D. M., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R., & Bryan, G. J. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(41), 14694–14699. https://doi.org/10.1073/PNAS.0507400102/SUPPL_FILE/07400DATASET.TXT
- Sukhotu, T., & Hosaka, K. (2006). Origin and evolution of Andigena potatoes revealed by chloroplast and nuclear DNA markers. *Canadian Science Publishing*, 49(6), 636–647. <https://doi.org/10.1139/G06-014>
- Tinoco, P. (2014, May 30). *Logran gran rendimiento de papa con abono orgánico en Huancavelica | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina*. ANDINA. <https://andina.pe/agencia/noticia-logran-gran-rendimiento-papa-abono-organico-huancavelica-508128.aspx>

- van den Berg, R. G., & Jacobs, M. J. (2007). Molecular Taxonomy. *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives*, 55–76. <https://doi.org/10.1016/B978-044451018-1/50046-4>
- Vavilov, N. I. (1951). *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants* (Vol. 13). Chronica Botanica.
- Villagarcía, S., & Aguirre, G. (2014). Manual de uso de fertilizantes para las condiciones del Perú. *Fondo Editorial - UNALM*, 168. <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/MANUAL-DE-USO-DE-FERTILIZANTES.pdf>
- Virupaksh U. Patil, S. Sundaresha, Prashant G. Kavar, Vinay Bhardwaj, Bir Pal Singh, & M. Nagesh. (2016). *Series of Crop Specific Biology Documents: Biology of Solanum tuberosum (Potato)*. <https://es.scribd.com/document/481065420/biologia-papa>.

ANEXOS

Anexo 1. Costo de producción de papas nativas sin gallinaza

RUBROS	Unida de Medida	Cantidad por (ha)	Precio Umitario (S/.)	Costo Total/ha (S/.)
I - COSTOS DIRECTOS				7,500.00
INSUMOS				2,920.00
Semillas				2,250.00
Semillas	Kg	1,500.0	1.50	2,250.00
Fertilizantes				245.00
Urea	Kg	50.00	2.00	100.00
Fosfato Diamónico	Kg	25.00	3.80	95.00
Cloruro de Postasio	Kg	25.00	2.00	50.00
Plaguicidas				425.00
Tifon (insecticida)	Kg.	2	90.00	180.00
Coraza (fungicida)	kg	1	85.00	85.00
Abono foliar	Kg	2	80.00	160.00
MANO DE OBRA	Jornal	78	50.00	3,900.00
Siembra				300.00
Siembra	Jornal	5	50.00	250.00
Desinfección de Semilla	Jornal	1	50.00	50.00
Labores culturales				1,650.00
Deshierbos	Jornal	10	50.00	500.00
Aplicación de Abonos	Jornal	4	50.00	200.00
Aplicación de Pesticidas	Jornal	4	50.00	200.00
Aporque del Cultivo	Jornal	15	50.00	750.00
Cosecha				1,950.00
Corte de Follaje	Jornal	5	50.00	250.00
Escarbo	Jornal	20	50.00	1,000.00
Ensayado y Carguío	Jornal	6	50.00	300.00
Selección	Jornal	6	50.00	300.00
Guardanía	Jornal	2	50.00	100.00
MECANIZACION				480.00
Prep. Terreno				
Aradura	hr. - maq.	4	60.00	240.00
Pasada de Rastra y Nivelado	hr. - maq.	2	60.00	120.00
Surqueo	hr. - maq.	2	60.00	120.00
OTROS GASTOS				200.00
Transporte	Global	1.00	200.00	200.00
II - COSTOS INDIRECTOS (VARIABLE)				400.00
Costos financieros AGRICULTORES	Ha		200.00	200.00
Asistencia Técnica	Ha.		100.00	100.00
Gastos Operativos	Ha.		100.00	100.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA (EN NUEVOS SOLES)				7,900.00

Anexo 2. Costo de producción de papas nativas, tratamiento de 3.0 *t. ha*⁻¹ de gallinaza

R U B R O S	Unida de Medida	Cantidad por (ha)	Precio Umitario (S/.)	Costo Total/ha (S/.)
I - COSTOS DIRECTOS				8,400.00
INSUMOS				3,820.00
Semillas				2,250.00
Semillas	Kg	1,500.0	1.50	2,250.00
Fertilizantes				1,145.00
Urea	Kg	50.00	2.00	100.00
Fosfato Diamónico	Kg	25.00	3.80	95.00
Cloruro de Postasio	Kg	25.00	2.00	50.00
Gallinaza	kg	3,000.00	0.30	900.00
Plaguicidas				425.00
Tifon (insecticida)	Kg.	2	90.00	180.00
Coraza (fungicida)	kg	1	85.00	85.00
Abono foliar	Kg	2	80.00	160.00
MANO DE OBRA	Jornal	78	50.00	3,900.00
Siembra				300.00
Siembra	Jornal	5	50.00	250.00
Desinfección de Semilla	Jornal	1	50.00	50.00
Labores culturales				1,650.00
Deshierbos	Jornal	10	50.00	500.00
Aplicación de Abonos	Jornal	4	50.00	200.00
Aplicación de Pesticidas	Jornal	4	50.00	200.00
Aporque del Cultivo	Jornal	15	50.00	750.00
Cosecha				1,950.00
Corte de Follaje	Jornal	5	50.00	250.00
Escarbo	Jornal	20	50.00	1,000.00
Ensacado y Carguío	Jornal	6	50.00	300.00
Selección	Jornal	6	50.00	300.00
Guardianía	Jornal	2	50.00	100.00
MECANIZACION				480.00
Prep. Terreno				
Aradura	hr. - maq.	4	60.00	240.00
Pasada de Rastra y Nivelado	hr. - maq.	2	60.00	120.00
Surqueo	hr. - maq.	2	60.00	120.00
OTROS GASTOS				200.00
Transporte	Global	1.00	200.00	200.00
II - COSTOS INDIRECTOS (VARIABLE)				400.00
Costos financieros AGRICULTORES	Ha.		200.00	200.00
Asistencia Técnica	Ha.		100.00	100.00
Gastos Operativos	Ha.		100.00	100.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA (EN NUEVOS SOLES)				8,800.00

Anexo 3. Costo de producción de papas nativas, tratamiento de 6.0 $t. ha^{-1}$ de gallinaza

R U B R O S	Unida de Medida	Cantidad por (ha)	Precio Umitario (S/.)	Costo Total/ha (S/.)
I - COSTOS DIRECTOS				9,300.00
INSUMOS				4,720.00
Semillas				2,250.00
Semillas	Kg	1,500.0	1.50	2,250.00
Fertilizantes				2,045.00
Urea	Kg	50.00	2.00	100.00
Fosfato Diamónico	Kg	25.00	3.80	95.00
Cloruro de Postasio	Kg	25.00	2.00	50.00
Gallinaza	kg	6,000.00	0.30	1,800.00
Plaguicidas				425.00
Tifon (insecticida)	Kg.	2	90.00	180.00
Coraza (fungicida)	kg	1	85.00	85.00
Abono foliar	Kg	2	80.00	160.00
MANO DE OBRA	Jornal	78	50.00	3,900.00
Siembra				300.00
Siembra	Jornal	5	50.00	250.00
Desinfección de Semilla	Jornal	1	50.00	50.00
Labores culturales				1,650.00
Deshierbos	Jornal	10	50.00	500.00
Aplicación de Abonos	Jornal	4	50.00	200.00
Aplicación de Pesticidas	Jornal	4	50.00	200.00
Aporque del Cultivo	Jornal	15	50.00	750.00
Cosecha				1,950.00
Corte de Follaje	Jornal	5	50.00	250.00
Escarbo	Jornal	20	50.00	1,000.00
Ensacado y Carguío	Jornal	6	50.00	300.00
Selección	Jornal	6	50.00	300.00
Guardianía	Jornal	2	50.00	100.00
MECANIZACION				480.00
Prep. Terreno				
Aradura	hr. - maq.	4	60.00	240.00
Pasada de Rastra y Nivelado	hr. - maq.	2	60.00	120.00
Surqueo	hr. - maq.	2	60.00	120.00
OTROS GASTOS				200.00
Transporte	Global	1.00	200.00	200.00
II - COSTOS INDIRECTOS (VARIABLE)				400.00
Costos financieros AGRICULTORES	Ha.		200.00	200.00
Asistencia Técnica	Ha.		100.00	100.00
Gastos Operativos	Ha.		100.00	100.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA (EN NUEVOS SOLES)				9,700.00

Anexo 4. Datos obtenidos de las 4 variedades de papa nativa y 3 niveles de gallinaza

	Parcela	sub parcela						
Bloque	Gallinaza	variedad	altura	MS	primera	segunda	tercera	total
I	0	PERUANITA	51.2	26.6	4568.6	1250.0	2250.0	8068.6
I	0	HUYARO	52.3	25.8	1500.0	2166.7	3000.0	6666.7
I	0	YSISA	47.6	23.3	2500.0	1916.7	3500.0	7916.7
I	0	CHAULINA	47.9	27.8	6256.8	1750.0	1375.0	9381.8
I	3	PERUANITA	72.6	27.6	8547.6	7500.0	7750.0	23797.6
I	3	HUYARO	71.5	26.4	8333.3	4583.3	7666.7	20583.3
I	3	YSISA	68.5	22.6	8457.6	6666.7	6587.9	21712.2
I	3	CHAULINA	69.8	28.6	6879.8	8333.3	7083.3	22296.5
I	6	PERUANITA	75.6	26.9	10568.0	8567.9	6548.6	25684.5
I	6	HUYARO	73.5	26.1	8166.7	7897.6	6833.3	22897.6
I	6	YSISA	70.5	22.9	6789.6	7500.0	5879.8	20169.4
I	6	CHAULINA	71.2	27.8	8333.3	7500.0	6789.6	22622.9
II	0	PERUANITA	50.7	25.8	1666.7	1000.0	1583.3	4250.0
II	0	HUYARO	50.8	25.3	2083.3	2000.0	2666.7	6750.0
II	0	YSISA	45.8	22.1	1666.7	2500.0	2041.7	6208.3
II	0	CHAULINA	47.5	26.4	1000.0	1750.0	1041.7	3791.7
II	3	PERUANITA	74.6	26.2	9567.8	8567.9	5666.7	23802.4
II	3	HUYARO	72.6	25.1	5833.3	6583.3	4775.0	17191.7
II	3	YSISA	67.8	21.8	6666.7	5687.6	6478.6	18832.9
II	3	CHAULINA	70.3	27.2	6666.7	5833.3	6548.9	19048.9
II	6	PERUANITA	76.8	25.2	9166.7	8758.6	9536.6	27461.9
II	6	HUYARO	72.6	24.8	5833.3	7458.3	7833.3	21125.0
II	6	YSISA	70.3	22.3	7845.8	5833.3	6874.9	20554.0
II	6	CHAULINA	72.3	26.4	6789.9	10000.0	7000.0	23789.9
III	0	PERUANITA	50.8	26.5	2500.0	1750.0	2166.7	6416.7
III	0	HUYARO	51.8	24.8	2250.0	1583.3	4166.7	8000.0
III	0	YSISA	46.8	21.6	1083.3	1750.0	2166.7	5000.0
III	0	CHAULINA	48.7	26.8	1666.7	1583.3	2250.0	5500.0
III	3	PERUANITA	75.8	26.9	9916.8	9567.8	3564.8	23049.4
III	3	HUYARO	73.8	25.6	7416.7	6878.9	6458.3	20753.9
III	3	YSISA	60.4	21.8	8500.0	6256.8	5879.2	20636.0
III	3	CHAULINA	71.6	27.2	2145.0	8568.9	4250.0	14963.9
III	6	PERUANITA	78.7	25.2	9256.8	7564.5	8250.0	25071.3
III	6	HUYARO	74.8	24.8	6666.7	5678.9	8156.8	20502.4
III	6	YSISA	68.5	22.3	7500.0	5125.6	6416.7	19042.3
III	6	CHAULINA	71.8	27.8	5678.9	4987.9	6578.8	17245.6

Anexo 5. Análisis físico- Químico del suelo de la localidad Qenuapa, distrito de Vilcas Huamán - provincia de Vilcas Huamán a 3837 msnm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
Ayacucho – Perú
“Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional”

Región : Ayacucho
Provincia : Vilcashuamán
Distrito : Vilcashuamán
Comunidad : CC. PP. San Juan de Chito - Qenuapata 3836msnm
Proyecto : “Instalación papa nativa”
Solicitante : Sr. Hebert Vilca Bellido

HR. 00213

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H2O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO3 (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)						C. I. C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺	
01	38.0	36.6	25.4	Fr	4.88	0.230	0.0	2.98	0.15	9.3	105.5	2.48	1.04	0.54	0.26	1.7	0.2	

Ayacucho, 30 de Noviembre del 2018.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Giron Molina
C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 ó en el extracto de la pasta de saturación (es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo; agua relación 1:2.5 ó en suspensión suelo: KCl 1N, relación 1:2.5
4. Calcareo total (CaCO_3): método volumétrico o gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. $\% \text{M.O} = \% \text{C} \times 1.724$.
6. Nitrógeno total: método del semi micro- kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método Bray Kurtz I y método del Olsen modificado, extracción con $\text{NaHCO}_3 = 0.5\text{M}$, pH: 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de sodio ($\text{CH}_3\text{-COONa}$)N, pH 4.8
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)N; pH: 7.0
10. Ca^{+2} , Mg^{+2} , cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)N; pH: 7.0, cuantificación por complexometría EDTA.
11. $\text{AL}^{+3} + \text{H}^+$: método de Yuan. Extracción con KCl N
12. Iones solubles:
 - a) Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - b) Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- solubles: volumetría y colorimetría, SO_4^{2-} turbidimetría con Cloruro de Bario.
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1ppm = 1mg/kilogramo

1 milimho/cm (mmho/cm) = 1 deciSemens/metro

1 miliequivalente/ 100g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1:1) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACIÓN

Salinidad	
Clasificación del Suelo	CE (es)
* muy ligeramente salino	< 2
* ligeramente salino	2 – 4
* moderadamente salino	4 – 8
* fuertemente salino	> 8

Reacción o pH	
Clasificación del Suelo	pH
* Fuertemente ácido	< 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 – 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
* Neutro	7.0
* Ligeramente alcalino	7.1 – 7.8
* Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
* Fuertemente alcalino	> 8.4

	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible
Clasificación	%	ppm P	ppm K
* bajo	< 2.0	< 12.0	< 100
* medio	2 – 4	12.0 – 18.0	100 - 240
* alto	> 4.0	> 18.0	> 240

Relaciones Catiónicas			
Clasificación	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
* Normal	5 - 8	14 - 16	1.8 - 2.5
* defc. Ca	< 5	< 14	
* defc. K		> 16	> 2.5
* defc. Mg	> 8		< 1.8

Distribución de Cationes %		% Calcareo Total	
Ca^{+2}	60 – 75	< 1 %	Nivel bajo
Mg^{+2}	15 – 20	1 a 5 %	Nivel Medio
K^+	3 – 7	5 – 15 %	Nivel alto
Na^+	< 15	> 15 %	Nivel muy alto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
Ayacucho – Perú
“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

Región : Ayacucho
Provincia : Vilcashuamán
Distrito : Vilcashuamán
Comunidad : CC. PP. San Juan de Chito
Proyecto : “Instalación papa nativa”
Solicitante : Sr. Hebert Vilca Bellido
Procedencia : Pisco

HR. 0008

ANALISIS FISICO - QUIMICO

Muestra	Humedad (%)	pH	C.E.(1:1) mS/cm	% M.O. total	%N-Total	% P ₂ O ₅	%K ₂ O	%CaO	%MgO	%SO ₄ ⁻
01	18.6	9.82	180.6	37.3	1.61	8.20	0.37	15.3	3.52	1.97

Ayacucho, 29 de Noviembre del 2018.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120

Anexo 6. Panel fotográfico



Foto 1. Pesado de urea en gramos para el abonamiento del experimento.



Foto 2. Preparación del Campo Experimental.



Foto 3. Marcado y surcado del Campo Experimental



Foto 4. Distribución de niveles de gallina en el Campo Experimental.



Foto 5. Incorporación de Niveles de Gallinaza en las Unidades Experimentales



Foto 6. Selección de Papas Nativas para su siembra en la Unidad Experimental



Foto 7. Siembra y abonamiento de papas Nativas en la Unidad Experimental.



Foto 8. Medida de altura de planta en el Campo Experimental.



Foto 9. Muestreo de papa en inicio de Madurez Fisiológica las plantas.



Foto 10. Muestreo de papa en inicio de Madurez fisiológico las Plantas.



Foto 11. Cosecha de Papas Nativas del Campo Experimental.



Foto 12. Selección de papas nativas según el Rendimiento 1°, 2° y 3°.



Foto 13. Pesado de papas nativas en kg. Según su Rendimiento.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Bach. HEBER VILCA BELLIDO

R.D. N° 230-2024-UNSCH-FCA-D

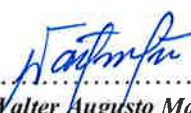
En la ciudad de Ayacucho a los trece días del mes de setiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, Ph.D. Marhleni Cerda Gómez y el Ing. Eduardo Robles García; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de Gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum spp*). Vilcas Huamán a 3836 msnm, Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **HEBER VILCA BELLIDO**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	16	15	16	16
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	16	14	16	15
Ph.D. Marhleni Cerda Gómez	15	13	14	14
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita a la sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente


.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor


.....
Ph.D. Marhleni Cerda Gómez
Jurado


.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum spp*). Vilcas Huamán a 3836 msnm, Ayacucho

Autor : Heber Vilca Bellido
Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **diez (10 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2554588175

Ayacucho, 17 de diciembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de Originalidad de
Trabajos de Investigación y Tesis

Niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum spp*). Vilcas Huamán a 3836 msnm, Ayacucho

por Heber Vilca Bellido

Fecha de entrega: 04-nov-2024 12:00a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2507583992

Nombre del archivo: Tesis_Heber_Vilca_Bellido_3-11-24.docx (14.97M)

Total de palabras: 22830

Total de caracteres: 122536

Niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum spp.*). Vilcas Huamán a 3836 msnm, Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.agrobanco.com.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
4	solid.alligence.com Fuente de Internet	1%
5	bibliotecadigital.ciren.cl Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.udea.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	vsip.info Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	pdffox.com Fuente de Internet	<1 %
12	colposdigital.colpos.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	siga.regionlambayeque.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
19	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	dniproavia.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

NIVELES DE GALLINAZA EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE PAPA NATIVA (*Solanum spp*). VILCAS HUAMÁN A 3836 MSNM, AYACUCHO.

CHICKEN MANURE LEVELS IN THE YIELD OF FOUR VARIETIES NATIVE POTATO (*Solanum spp*). VILCAS HUAMÁN AT 3836 METERS ABOVE SEA LEVEL, AYACUCHO.

Heber Vilca Bellido,
heber.vilca.01@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistema de producción agrícola

RESUMEN

El objetivo de la investigación es evaluar la influencia de niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa. Empleando el diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, correspondiendo a las parcelas los niveles de gallinaza: 0.0, 3.0 y 6.0 t ha⁻¹ y a las subparcelas correspondiendo las variedades de papa: Yuraq sisa, Peruanita, Huayro y Chaulina. Se determinó variables de rendimiento rentabilidad económica. Los niveles de gallinaza 6 y 3 t ha⁻¹ reportaron mayor rendimiento total de tubérculos con 22180.57 y 20555.73 kg ha⁻¹, rendimiento de categoría primera de 7716.30 y 7410.90 kg ha⁻¹. También alcanzaron mayor altura de planta con 73.70 y 70.78 cm, sin embargo, no tuvo influencia en el contenido de materia seca, cuyo promedio fue 25.23%. La variedad Peruanita reportó el mayor rendimiento total de tubérculos con 18,622.45 kg ha⁻¹, seguido de Chaulina, Huayro, Yuraq sisa con 16052.39, 15563.33 y 15404.08 kg ha⁻¹. La variedad Peruanita destacó por su mayor rendimiento de categoría primera y segunda con 7306.56 y 6058.53 kg ha⁻¹, respectivamente. El contenido de materia seca fue de 27.37, 26.33, 25.41 y 22.30 % en Chaulina, Peruanita, Huayro y Yuraq sisa, respectivamente. Peruanita y Huayro alcanzaron mayor altura con 67.42 y 65.97 cm, respectivamente. Las mejores rentabilidades económica se encontró con 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza en las variedades Peruanita, Yuraq Sisa y Huayro, con 477.08 %, 381.21 % y 353.56 %, respectivamente.

Palabras clave: Papa nativa, niveles de gallinaza, rendimiento y rentabilidad.

ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the influence of chicken manure levels on the performance of four native potato varieties. Using the experimental design of divided plots with three repetitions, the plots correspond to the poultry manure levels: 0.0, 3.0 and 6.0 t ha⁻¹ and the subplots correspond to the potato varieties: Yuraq sisa, Peruanita, Huayro and Chaulina. Economic profitability performance variables were determined. Chicken manure levels 6 and 3 t ha⁻¹ reported higher total tuber yield with 22180.57 and 20555.73 kg ha⁻¹, first category yield of 7716.30 and 7410.90 kg ha⁻¹. They also reached greater plant height with 73.70 and 70.78 cm, however, it had no influence on the dry matter content, whose average was 25.23%. The Peruanita variety reported the highest total tuber yield with 18,622.45 kg ha⁻¹, followed by Chaulina, Huayro, Yuraq sisa with 16052.39, 15563.33 and 15404.08 kg ha⁻¹. The Peruanita variety stood out for its highest yield in the first and second categories with 7306.56 and 6058.53 kg ha⁻¹, respectively. The dry matter content was 27.37, 26.33, 25.41 and 22.30% in Chaulina, Peruanita, Huayro and Yuraq sisa, respectively. Peruanita and Huayro reached the highest height with 67.42 and 65.97 cm, respectively. The best economic returns were found with 3.0 t ha⁻¹ of chicken manure in the Peruanita, Yuraq Sisa and Huayro varieties, with 477.08%, 381.21% and 353.56%, respectively.

Keywords: Native potato, chicken manure levels, yield and profitability.

INTRODUCCIÓN

La papa constituye uno de los cultivos alimenticios más valiosos para la humanidad. Es superior a todos los otros cultivos en la producción de energía y proteína por unidad de tiempo y superficie y ocupa el cuarto lugar en cuanto a consumo humano. En producción mundial le sigue al trigo, arroz y maíz (Horton, 1992). La papa al 2022 constituye uno de los cuatro cultivos más importantes del mundo con una superficie de más de 20.7 millones de hectáreas, cultivada principalmente en países en desarrollo (FAO, 2022). En América Latina, la papa es un alimento fundamental en la canasta familiar y es más importante aún para las familias de la región de la cordillera de los andes, lugar donde se cultiva mayor variedad de papas. En la actualidad en el Perú se cultivan 270,000 ha, con una productividad promedio de 11,000 kg. ha⁻¹, mientras tanto en el departamento de Ayacucho, se cultivan en 12,000 ha, con una productividad promedio de 7,000 kg. ha⁻¹, muy por debajo del promedio nacional. En muchas partes de la región Andina, en los últimos años el mal manejo de los suelos, la erosión y la influencia de la variabilidad climática con sus cambios bruscos de la temperatura, además, del inadecuado uso de los fertilizantes y el monocultivo han ocasionado los bajos rendimientos en la producción y degradación del suelo (Merchán, 2009). Los cambios en los factores climáticos han venido afectando a la agricultura en Los Andes, los efectos negativos han sido: la disminución de la producción de papa en la Costa y Sierra. (MINAM, 2016). Algunos autores sostienen que el bajo nivel de producción, es por el uso de la calidad de las semillas, es el factor principal para los bajos rendimientos de los cultivos de papa, a pesar de tener más de 3000 variedades, en nuestro país se presenta rendimientos cada vez más bajos (Ramos, 2018). A los problemas anteriores se suman, por un lado, la pérdida de diversidad de cultivos de variedades nativas de papa por la introducción de variedades mejoradas, sobreuso de agroquímicos, entre otros (Remón & Peña, 2018), por otro lado, las variedades nativas presentan rendimientos bajos debido al ataque de enfermedades, plagas, labores de deshierbo, riego oportuno e inoportuno y rotaciones intensivas en parcelas pequeñas y de baja fertilidad del suelo, etc. (Mendoza-Dávalos et al., 2019).

En este escenario, se recurren a soluciones accesibles e inmediatas como a los abonos y tratamientos orgánicos, que funcionen en armonía con el medio ambiente, principalmente en zonas altoandinas donde los cultivos se realizan una vez al año y en periodos específicos, ya que se esperan la temporada de lluvias para el riego de dichos cultivos. Para contribuir con lo mencionado, se ha planteado una investigación para conocer el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa

bajo tratamientos con diferentes niveles de gallinaza en zona altoandina de Ayacucho, a 3836 msnm en la provincia de Vilcas Huamán

Por estas razones el objetivo principal y secundarios que esta investigación persigue son:

Objetivo general

Evaluar la influencia de niveles de gallinaza en el rendimiento de cuatro variedades de papa nativa en la localidad de Qenuapata - Vilcas Huamán a 3836 msnm.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de los niveles de gallinaza en el rendimiento de papa nativa en la localidad de Qenuapata - Vilcas Huamán a 3836 msnm.
2. Determinar la respuesta de las variedades de papa nativa a la aplicación de niveles de gallinaza en la localidad de Qenuapata - Vilcas Huamán a 3836 msnm.
3. Determinar la rentabilidad de los tratamientos aplicados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo experimental se ejecutó en la localidad de Qenuapata perteneciente a la comunidad campesina San Juan de Chito, ubicado geográficamente en las coordenadas UTM Datum WGS-84 Zona 18 Sur, Latitud -13.623988° y Longitud -73.912220° y una altitud promedio de 3836 msnm, distrito de Vilcas Huamán, provincia de Vilcas Huamán y departamento de Ayacucho. (figura 2.1)

Figura 2.1

Área seleccionada para el cultivo de papa nativa, ubicado en Qenuapata, en el distrito de Chito, Provincia de Vilcas Huamán.



Características climáticas

Para conocer las condiciones climáticas del lugar donde se instaló el experimento, se tomó los datos meteorológicos de la estación que se encuentra en

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú

la provincia de Vilcas Huamán, cuyos datos se reportan al SENAMHI de manera diaria y son de acceso libre (SENAMHI, n.d.). Los datos de precipitación están disponibles desde el año 1965, los de temperatura desde el 2002 y para el resto de los factores se implementó desde el año 2017.

El Área donde se experimentó (Qenuapata) se encuentra en la zona sur de la ciudad del distrito de Vilcas Huamán determinado como una Región alto Andina, de precipitación anual que varía de 600 mm a 1000 mm por año; siendo los meses de mayo hasta octubre son de escasa precipitación, en los meses de junio a agosto la temperatura son las más frías que llegan por debajo de 0 °C, pero en los meses de noviembre a abril son los más lluviosos la temperatura anual de esta zona se encuentra 09 °C. En la campaña donde se ejecutó el experimento se presentó un promedio de la temperatura máxima de 19.64°C con una temperatura mínima promedio anual de 1. 38°C. La precipitación total fue de 684.9 mm. Estos valores mostrados son los más apropiados para el cultivo de la papa nativa que se condujo exclusivamente bajo el régimen de lluvias. Basantes (2010) manifiesta que las temperaturas mayores a 35 °C traen como resultado la detención del crecimiento en el cultivo de la papa, hay mayor pérdida de agua de la normal o de la que aprovecha y el proceso de respiración es mayor a la fotosíntesis, por lo que la planta seguirá gastando fotoasimilados en la respiración, hasta agotarlos y producirá la muerte.

Materiales para la parte experimental

Material biológico

Se usó como material biológico del cultivo a los tubérculos como semilla. Las variedades de papa nativa (*Solanum* spp.) utilizadas fueron:

- Papa nativa Yuraq Sisa.
- Papa nativa Peruanita.
- Papa nativa Huayro.
- Papa nativa Chaulina.

Para la fertilización del cultivo de papa se usó:

- Abono gallinaza

Material y equipos de campo

Durante el desarrollo de la experimentación en campo, se utilizó los siguientes:

- Tractor
- Libreta de campo
- Picos
- Lampas
- Rastrillo
- Letreros en forma de carteles
- Cinta métrica o wincha
- Cordel
- Escala
- Estacas
- Mochila fumigadora
- Mantas
- Costales
- Cámara fotográfica

Análisis físico y químico del suelo

La parcela elegida para la instalación del experimento se ubica en el predio Qenuapata de la comunidad de Chito, distrito de Vilcas Huamán; el muestreo de suelo se hizo siguiendo el protocolo establecido para este fin, luego del cual se llevó para su análisis la muestra de suelo al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolas Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Tabla 2.2

Características Físico - químicos del suelo del campo experimental en Qenuapata.

Tipo de análisis	Grupos	Componentes	Contenido	Calificación o interpretación
Análisis Químicos	Elementos comunes	pH	4.88	Fuertemente ácido
		C.E. (1:1) (dS/m)	0.230	Baja
		M.O. (%)	2.98	Medio
		N-total (%)	0.15	Medianamente rico
		P (ppm)	9.3	Bajo
		K (ppm)	105.5	Medio
		Ca ⁺⁺	2.48	
		Mg ⁺⁺	1.04	
		K ⁺	0.54	
		Na ⁺	0.26	
	Cationes Cambiales	Al ⁺	1.7	
		H ⁺	0.2	
		C.I.C	11.2	
		Arena (%)	38.0	
Análisis Físicos	Análisis mecánicos (%)	Limo (%)	36.6	
		Arcilla (%)	25.4	
		Clase Textural (%)	Fr	Franco

Análisis químico de la gallinaza

Fue necesario conocer las características químicas del abono gallinaza, para ello se utilizó una muestra que también fue analizada en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Tabla 2.3
Composición química de la gallinaza

Componentes	Contenido
pH	9.82
C.E. (1:1) (mS/cm)	180.6
M.O. total (%)	37.30
N-total (%)	1.61
P ₂ O ₅ (%)	8.20
K ₂ O (%)	0.37
CaO (%)	15.3
MgO (%)	3.52
SO ₄ ⁼ (%)	1.97
Humedad (%)	18.6

Factores estudiados

Los factores considerados para el estudio respectivo mencionan a continuación:

Variedades de papa nativa (V)

v₁: Peruanita

v₂: Huayro

v₃: Yuraq Sisa

v₄: Chaulina

Niveles de gallinaza (G)

g₁: 0 t/ha de gallinaza

g₂: 3 t/ha de gallinaza

g₃: 6 t/ha de gallinaza

Los niveles de gallinaza contemplados en el experimento se ha tomado en base a antecedentes de otras investigaciones. No se conoce la extracción por tonelada de éstas variedades de papa nativa. Por otro lado, la respuesta de las variedades de papa nativa no es optima a los fertilizantes químicos.

Descripción de los tratamientos

Luego de realizar la combinación de los factores en estudio, resultó los siguientes tratamientos que a continuación se muestra (Tabla 2.4).

Tabla 2.4

Distribución y descripción de tratamientos

Trat.	Código	Descripción
T ₁	D1 x V1	0 gallinaza con Peruanita
T ₂	D1 x V2	0 gallinaza con Huayro
T ₃	D1 x V3	0 gallinaza con Yuraq Sisa
T ₄	D1 x V4	0 gallinaza con Chaulina
T ₅	D2 x V1	3 t/ha gallinaza con Peruanita
T ₆	D2 x V2	3 t/ha gallinaza con Huayro
T ₇	D2 x V3	3 t/ha gallinaza con Yuraq Sisa
T ₈	D2 x V4	3 t/ha gallinaza con Chaulina
T ₉	D3 x V1	6 t/ha gallinaza con Peruanita
T ₁₀	D3 x V2	6 t/ha gallinaza con Huayro
T ₁₁	D3 x V3	6 t/ha gallinaza con Yuraq Sisa
T ₁₂	D3 x V4	6 t/ha gallinaza con Chaulina

Diseño experimental

El trabajo experimental se condujo bajo el diseño de Parcelas Dividas (DPD), asignando las dosis de gallinaza en las parcelas y las variedades de papa en las sub parcelas, con tres repeticiones, haciendo un total de 36 unidades experimentales (12 tratamientos por bloque o repetición). En cuanto al modelos aditivo lineal, a cada observación le

corresponde una ecuación lineal de la siguiente forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_i + (\alpha\beta)_{ik} + (\delta)_j + (\beta\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijl} : Variable de respuesta a *i* – ésimo de nivel de gallinaza, en la *j* – ésimo variedad de papa y la *k*-ésimo bloque.

μ : Es la media general.

α_k : Efecto de bloque.

β_i : Efecto del *i* – ésimo nivel de gallinaza.

(αβ)_{ik}: Error de parcela.

(δ)_j : Efecto de la *j* – ésimo variedades de papa.

(βδ)_{ij}: Efecto de la interacción del *i* – ésimo nivel de gallinaza en la *j* – ésimo variedad de papa.

ε_{ijk} : Error de las sub parcelas

Instalación y conducción del experimento

Preparación del terreno

El terreno fue preparado el 30 de octubre de 2021 con tractor agrícola, utilizando arado de discos y rastra, se buscó dejar el terreno desterronado, mullido y nivelado. El arado quedó una profundidad de 0.20 m, y con la ayuda de lampas se trabajó en los bloques para deshacerlos y con ello mejorar la estructura y aireación de la tierra. Se aprovechó el momento para eliminar las malezas y piedras del campo experimental y adyacentes. Esta actividad se realizó una semana antes de la siembra.

Demarcado del campo experimental

Para el demarcado del campo experimental se utilizó el croquis experimental y previo a una limpieza y nivelación del terreno se procedió a marcar, delimitando los tres bloques con sus respectivas, parcelas, subparcelas y calles, mediante el uso de cordel, wincha, estacas y yeso. Toda esta actividad se llevó a cabo el mismo día que se realizó la siembra de las semillas, el 06 de noviembre de 2021.

Surcado

Después de la demarcación del terreno, se llevó a cabo la apertura de surcos a una profundidad de 0.20m en forma manual utilizando azadones y picos según al distanciamiento que se determinó, de surco a surco fue de 0.80 m.

Requerimiento de semillas y desinfección

Los tubérculos-semilla seleccionados antes de la siembra de cada variedad fueron expuestos al aire libre para el verdeo, que es recomendable para el brotamiento uniforme y vigoroso. Los tubérculos-semilla fueron expuestos a luz del día en un patio, se formaron cada capa de 10 cm que fue volteado periódicamente hasta cumplir las dos semanas. Al final, el peso promedio de tubérculos fue de 50 gramos.

Incorporación de la gallinaza

Se introdujo la gallinaza al momento de la siembra el 06 de noviembre 2021 de acuerdo a los tratamientos establecidos, la gallinaza se puso en el fondo del surco antes de introducir las semillas de papa.

Siembra

Como ya se mencionó se realizó la siembra el 06 de noviembre del 2021, esto consistió en distribuir las semillas en el fondo del surco a una distancia de 0.30 m entre semilla y semilla, y una vez terminada esta etapa se cubrieron las semillas con la tierra removida de cada surco.

Fertilización

La fertilización del cultivo consistió en la aplicación de los niveles crecientes de gallinaza al fondo del surco según los tratamientos que se detalla en la tabla 2.4; a continuación, se complementó con la aplicación, en todos los tratamientos, de “abono de arranque” cuya fórmula de fertilización fue 27-13-15 de NPK, para lo cual se utilizó como fuente de fertilizantes: Urea Agrícola (46% de N), fosfato di amónico (18% N y 46% P) y cloruro de potasio (60% K). El abono de arranque se aplicó para ayudar el crecimiento inicial del cultivo y contribuir con la descomposición de la gallinaza. El abono de arranque y la gallinaza se cubrieron con una capa de suelo de 1 a 2 cm antes de realizar la siembra de tubérculos - semilla de papa nativa.

Riegos

El cultivo se condujo bajo riego natural por lluvia, ya que el sembrío dura de noviembre a junio y éste incluye la época de lluvias o avenida.

Deshierbo

Se realizó dos momentos de deshierbo; el primer deshierbo se realizó el 20 de diciembre de 2021 para el que se utilizó los azadones, con la finalidad de eliminar malezas que compiten con las plantas de papa por los nutrientes que posee el suelo. El segundo deshierbo coincidió con el primer aporque.

Aporques

Una vez realizada la siembra y deshierbo, 55 días después se ejecutó el aporque utilizando para ello azadones. Se acumuló la tierra de los laterales de los surcos hacia el cuello de la planta a manera de camellón, ya que esto contribuiría en el mejor desarrollo de tubérculos y, evitar turbamiento de las mismas plantas por efectos diversos como vientos, lluvias intensas y otros.

Control fitosanitario

Esta actividad se realizó para prevenir y controlar básicamente el ataque de insectos y enfermedades en el cultivo. Se aplicó un producto para insectos masticadores que es el Ciclón 12.5 ml/mochila de 20 litros, a los 30 días de haber realizado la siembra. Esta actividad se volvió a realizar después de un mes con el mismo producto. El 25 de enero de 2022 se aplicó el fungicida Galben 73 para el control de la Mancha, la concentración fue de 5 cucharas / mochila de 20 litros.

Cosecha

La cosecha de las 4 variedades de tubérculos de las parcelas experimentales se realizó cuando las plantas llegaron al estado de madurez de cosecha, en ese momento el follaje de la planta se tornó en un color verde amarillento, con pocas hojas y tallos mayormente pegados al suelo, además la piel del tubérculo estuvo bien adherida a ella. La cosecha se hizo en forma manual y se usó para este fin un zapapico. Esto consistió en remover la tierra del rededor de los tallos y arrancar los mismos para separar y limpiar los tubérculos de la tierra. Una vez cosechada los tubérculos, se procedió con la selección de los mismos según su tamaño para su pesado y clasificación respectiva según la Tabla 2.5. Esta labor de la cosecha se realizó el 25 de junio del 2022.

Tabla 2.5

Pesos de tubérculos por categorías

Variedades	Categorías de tubérculos		
	Primera (g)	Segunda (g)	Tercera (g)
Peruanita	150 - 210	80 - 149	40 - 79
Huayro	110 - 140	60 - 109	30 - 59
Yuraq Sisa	100 - 150	60 - 99	30-59
Chaulina	150 - 200	100 - 149	30 -99

Criterios o variables evaluadas

Variables de precocidad de las variedades

Brotamiento: se registró cuando se observó en campo el brotamiento a flor de tierra del 50% mas 1 de plantas por parcela.

Formación de estolones: se registró cuando se observó en campo, luego de descubrir el suelo del pie de la planta que el 50% mas 1 de plantas presentan estolones desarrollados.

Inicio de floración: Se registró cuando se observó en campo que el 50% mas 1 de plantas de la parcela presentan en su inflorescencia al menos una flor abierta.

Plena floración: Se registro cuando se observó en campo que la totalidad de plantas de la parcela presentan inflorescencias con flores abiertas.

Madurez fisiológica: Se registró cuando se observó en campo que al menos el 50% de plantas de papa presentaron follaje amarillento luego de culminar con la floración y formación de bayas.

Madurez de cosecha: Se registró cuando se observó en campo que más del 50% de plantas de la parcela empiezan a secarse y los tubérculos presentan la piel bien adherida.

Variables de productividad

Altura de la planta: Con una cinta métrica graduada en cm se midió el espacio entre la base de la planta hasta el ápice o punto de mayor crecimiento en 5 plantas al azar por parcela, al momento de plena floración.

Materia seca: En la cosecha se separó tres tubérculos de tamaño mediano de cada parcela y luego de realizar el lavado, se pesó y a continuación

se realizó el corte en rodajas para llevar a la estufa a 50 °C para su deshidratación hasta peso constante y posterior pesado. Por diferencia se obtuvo el porcentaje de materia seca.

Rendimiento total de tubérculos: Se cosecharon todas las plantas de la parcela y luego se pesaron los tubérculos en una balanza graduada para obtener el rendimiento total, a continuación, se separaron los tubérculos por categorías y nuevamente se pesaron para determinar el rendimiento por categorías.

Rentabilidad económica de la producción

Se averiguaron previamente los costos de producción que se incurrieron en el cultivo y el valor de la cosecha del producto en la localidad de Vilcas Huamán y luego mediante la fórmula respectiva se calculó la rentabilidad del cultivo de papa.

$$\text{Rentabilidad} = (\text{utilidad/costo de producción}) * 100$$

Análisis Estadístico

Con los datos de campo ordenados de las variables evaluadas se realizó el respectivo análisis de variancia (ANVA) y la prueba de contraste de Tukey de los caracteres que resultaron significativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de precocidad

Dada la importancia de la precocidad en la producción de papa, estas variables fueron evaluadas y los resultados se muestran en la tabla 3.1. El análisis fue basado en el estado fenológico del cultivo para las condiciones del terreno en Vilcas Huamán.

Cada variable de precocidad fue evaluada en el entorno de estadística descriptiva, considerando el criterio de inicio y fin del estado fenológico. Estos valores se determinaron en número de días después de la siembra (dds.).

Tabla 3.1

Variables de precocidad días después de siembra de cuatro cultivares de papa nativa, producidos en Vilcas Huamán a 3836 msnm

Fenología	Peruanita Wayro	Yuraq Sisa	Chaulina
Brotamiento	25-30	25-33	25-35
Formación estolones	45-50	45-50	45-50
Inicio floración	80-85	83-88	83-89
Plena floración	96-102	96-103	96-102
Madurez fisiológica	130-135	135-145	135-145
Madurez de cosecha	165-170	170-175	170-175

Según la tabla 3.1, las cuatro variedades de papa evaluadas presentaron comportamiento de desarrollo semitardío, con periodos vegetativos que llegaron hasta los 175 días. Este periodo se extiende

unos días más del promedio de 145 dds. presentado por Egúsuiza (2000).

Se observó que las variedades evaluadas no muestran diferencia significativa en el ciclo vegetativo. Los brotes en las semillas se dieron entre 25 a 35 días después de la siembra y la plena floración entre los 96 a 103 días después de la siembra. La madurez fisiológica se alcanzó entre los 130 a 145 días después de la siembra dependiendo de la variedad. Se evaluó que la variedad peruanita mostró una ligera precocidad a la madurez fisiológica, por lo que fue la primera en alcanzar la etapa de madurez de cosecha entre los 165 a 170 días después de la siembra.

Se informa que, durante la floración, un fenómeno atmosférico como lo es la helada afectó al cultivo de manera leve interrumpiendo dicho proceso de floración. Frente a esto se procedió a fumigar las plantas con un abono foliar con el objetivo de recuperar el follaje y seguir con el proceso de desarrollo del cultivo.

El amplio periodo que el cultivo demoró en su desarrollo podría deberse a varios factores como por ejemplo, los lentos procesos fisiológicos de la planta debido a las temperaturas mínimas (en promedio 1.4°C), ya que la temperatura del suelo influye en la velocidad de emergencia y crecimiento de los brotes (Huamán Z., 1986; Montesdeoca & Méndez, 2015), por otro lado se tiene que, a partir de la segunda semana del mes de diciembre las lluvias se intensificaron de manera gradual hasta el momento de máxima avenida en el mes de febrero, esto pudo variar la cantidad de días de floración y madurez fisiológica por la disponibilidad de humedad en estas dos etapas.

Un caso particular se presentó en Campanayoc (Ayacucho) a 3400 msnm, aquí una variedad nativa logró la madurez fisiológica en 105 a 120 dds (Arquiño, 2014). En Vinchos, a 4300 msnm 10 accesiones de papa nativa lograron su madurez fisiológica entre los días 150 a 160 dds. En el caso de este estudio a 3836 msnm, se logró la madurez fisiológica entre los 130 a 145 dds. Esto parece indicar que conforme aumenta la altitud, las papas nativas logran la madurez fisiológica en más días, siempre considerando la variabilidad climática conforme el nivel de altitud.

Variables de productividad

Estas variables se evaluaron utilizando la técnica de análisis de variancia ANVA o ANOVA, ya que se necesitó saber si nuestras variables de interés (variable respuesta), está incidida o determinada, en su comportamiento, por una o varias variables normalmente conocidas como factores. El nivel de significancia fue al 5% (0.05).

Altura de planta

La Tabla 3.2 muestra que el factor bloque no tiene efectos sobre la altura de plantas en las diferentes variedades de papa ya que el p-valor es mayor a 0.05. El factor Gallinaza sí presentó efecto sobre la

altura de las plantas ya que el p-valor es menor que 0.05 (alta significancia estadística), esto significa que, al menos los promedios de las alturas de las plantas para dos tratamientos con gallinaza son distintos del resto. En términos sencillos, el efecto de los niveles de gallinaza en la altura de la planta es significativa para al menos dos tratamientos.

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la altura de planta de las diferentes variedades de papa y los niveles de gallinaza. Vilcas Huamán 3837 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	0.10	0.05	0.04	0.9632 ns
Gallinaza (G)	2	4112.62	2056.31	1529.33	<0.0001 **
Error (a)	4	5.38	1.34		
Variedades (V)	3	236.26	78.75	24.25	<0.0001 **
Inter (G x V)	6	28.08	4.68	1.44	0.2536 ns
Error (b)	18	58.45	3.25		
Total	35	4440.89			

C.V. = 2.80 %

El factor variedades Tabla 3.2 también resultó significativo con un p-valor bastante menor a 0.05, entonces el factor variedades es importante para la altura de las plantas, es decir, que al menos el promedio de las alturas de dos variedades es diferente del resto. La interrelación entre gallinaza y variedades no tuvo efecto en la altura de las plantas. En conclusión, hay una alta significancia estadística en los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares de las papas nativas. El coeficiente de variación es un valor que indica buena precisión casi homogénea del experimento mostrándonos, un valor de 2.80 %.

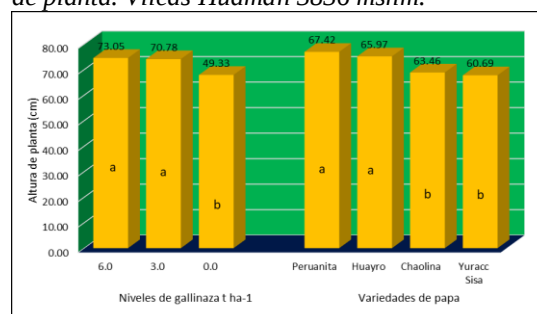
Dado el resultado de la Tabla 3.2, requiere el análisis independiente de los factores tratamiento con niveles de gallinaza (G) y variedades (V), para determinar cuáles tratamientos y variedades presentaron diferencia significativa respecto al resto, para ello se utilizó la prueba Tukey para comparar medias por pares. En este caso en la Figura 3.1 se muestra dos análisis de Tukey, para niveles de gallinaza y variedades de papa.

La Figura 3.1 muestra que los tratamientos con 6.0 y 3.0 t ha-1 mostraron mayor diferencia significativa con respecto a 0.0 t ha-1. Los dos tratamientos agrupados en “a” fueron igualmente significativos y mejores que el agrupado en “b”. En otros términos, según la prueba de Tukey hay una mayor altura de planta cuando se incorpora 6.0 y 3.0 t. ha-1 de gallinaza sin diferencia estadística entre ellos, llegando a una altura de planta de 73.05 cm y 70.78 cm. Con respecto a los cultivares de papa nativa, la variedad Peruanita y Huayro (grupo “a”) son las de mayor altura de planta con valores de

67.42 cm y 65.97 cm sin diferencia estadística entre estos cultivares.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en la altura de planta. Vilcas Huamán 3836 msnm.



Diferentes tratamientos con abonos orgánicos como la gallinaza resultaron en beneficios en diferentes aspectos de las plantas, tal es el caso de la altura de las plantas. En caso de la papa, se encontró que hay un efecto significativo de la gallinaza en la altura de la planta, (Luna et al., 2016), este resultado es independiente de la variedad de papa (Carire, 2019), aunque no necesariamente es el que obtiene mayores alturas de planta respecto a otros abonos orgánicos (Campos, 2018), razón por la cual muchas veces se suele mezclar con otros abonos orgánicos. Otros cultivos como la quinua y girasol también mostraron mayor altura de planta con la aplicación de tratamientos con gallinaza (Ayala, 2013; Bautista Arango, 2015).

Materia seca

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la materia seca de los tubérculos en los diferentes niveles de gallinaza y variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	8.92	4.46	122.97	0.0003 **
Gallinaza (G)	2	1.06	0.53	14.55	0.0146 *
Error (a)	4	0.15	0.04	0.25	
Variedades (V)	3	127.66	42.55	299.21	<0.0001 **
Inter (G x V)	6	2.21	0.37	2.59	0.0548 ns
Error (b)	18	2.56	0.14		
Total	35	142.55			

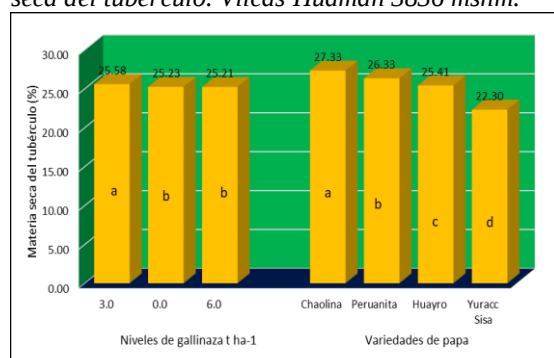
C.V. = 1.49 %

La materia seca es una característica de calidad en las papas nativas, por ello la necesidad de analizarla. Según la Tabla 3.3, el tratamiento con los niveles de gallinaza presentó influencia sobre la cantidad de materia seca de los tubérculos (p-valor < 0.05), aunque con un bajo nivel de significancia estadística. En adición, se observó que el factor variedades presentó influencia sobre la cantidad de materia seca de los tubérculos con el más alto nivel de significancia en esta tabla 3.3. Esto es, los

promedios de la cantidad de materia seca de los tubérculos para al menos dos variedades son distintos del resto. Por otro lado, la interacción entre los factores gallinaza y variedades no fue significativo. El coeficiente de variación que es una medida de buena precisión, proporcionó buena confianza (C.V. = 1.49 %) en los resultados. Dado que se observó significación estadística en los diferentes niveles de gallinaza y alta significación estadística en las variedades de papa nativa, se sigue con la prueba de Tukey para estos factores para determinar cuáles tratamientos y variedades presentaron diferencia significativa respecto al resto.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en la materia seca del tubérculo. Vilcas Huamán 3836 msnm.



En la figura 3.2 de la prueba de Tukey, para el factor niveles de gallinaza, se observa que no existe una respuesta de los niveles de tratamiento con gallinaza en la cantidad de materia seca, esto puede ser debido a que el nivel de significancia del tratamiento con gallinaza en la Tabla 3.3 fue baja, entonces se concluye que los tratamientos con gallinaza no presentaron influencia sobre la cantidad de materia seca de los tubérculos. Para el factor variedades, el cultivar Chaulina es la que muestra mayor porcentaje de materia seca conjuntamente con el cultivar Peruanita (grupo a) los que sin diferencia estadística tienen 27.33 y 26.33 % de materia seca; la diferencia encontrada se atribuye mayormente a las características varietales.

En otras investigaciones en esta línea, se demostraron que la materia seca fue mayor con el uso de la gallinaza, por ejemplo, En México se determinó que el tratamiento de los cultivos de papa con gallinaza mostró mayor producción de materia seca en comparación a la vermicomposta (Romero-Lima et al., 2000), en el mismo sentido, el compost presentó mayor cantidad de materia seca en un estudio realizado en el Centro Superior de Ciencias Agrarias de la Universidad de La Laguna (González et al., 1998).

En nuestro experimento, no hubo buena respuesta a la aplicación de niveles de gallinaza, posiblemente se atribuye a que la gallinaza utilizada es de calidad media a baja, con bajo contenido de nitrógeno y potasio. Así mismo, el periodo de descomposición

y mineralización fue corto, que no permitió la influencia de los macronutrientes contenidos.

Rendimiento de tubérculos de primera

Tabla 3.4

Análisis de rendimiento de los tubérculos de primera categoría de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

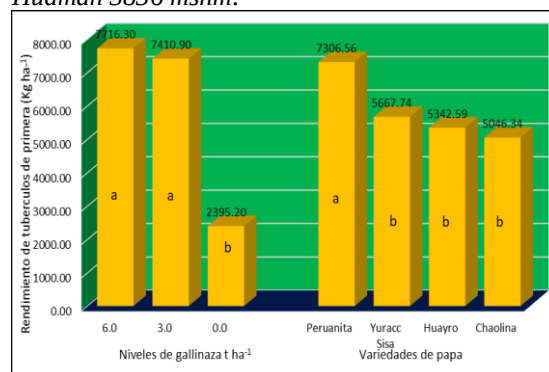
F.	Variació	GL	SC	CM	FC	Pr > F
n						
Bloque	2	14613104.	7306552.4	14.24	0.012	0 *
Gallinaza (G)	2	214262496	107131248	238.1	0.000	1 **
Error (a)	4	1799089.8	449772.46			
Variedades (V)	3	27519853.	9173284.5	4.77	0.012	9 *
Inter (G x V)	6	18016426.	3002737.8	1.56	0.215	5 ns
Error (b)	18	34624771.	1923598.4			
Total	35	310835742				
		.93				

C.V. = 23.75 %

La tabla 3.4, muestra el análisis de varianza para los tubérculos de primera categoría de las cuatro variedades nativas, donde se observa alta significación estadística para los niveles de gallinaza, esto significa que el tratamiento con diferentes niveles de gallinaza influye de manera altamente significativa en el rendimiento de tubérculos de primera categoría. El factor variedades presenta significación estadística, esto implica que las variedades de papa sí influyen en el rendimiento de los tubérculos de primera categoría. La interacción de gallinaza y variedades sigue siendo no significativo. Por otra parte, se tiene un coeficiente de variación de regular precisión que puede ser explicado por las características del suelo y la variabilidad de los factores climáticos.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de primera. Vilcas Huamán 3836 msnm.



La Figura 3.3 de la prueba de Tukey de los efectos principales, revela el rendimiento de tubérculos de la categoría primera donde los niveles de 6.0 y 3.0 t ha-1 muestra los más altos valores de la productividad, pero sin diferencia estadística entre ellos reportando 7716.30 y 7410.90 t ha-1, respectivamente mostrando una buena respuesta al abonamiento, los tratamientos con gallinaza (grupo “a”) presentaron diferencia significativa respecto al resto. Los tubérculos de esta categoría tienen peso en promedio 150 gr a más y varían de acuerdo a la variedad Tabla 2.5, por ejemplo, la Peruanita puede sobrepasar los 210 gr. Son papas de gran tamaño y de regular apreciación en la cocina y para fines industriales. Para el rendimiento en esta categoría se destaca el cultivar Peruanita que supera a las demás variedades con una productividad de 7306.56 kg ha-1.

Estudios similares determinaron que, dentro del abonamiento orgánico, la gallinaza obtiene mejores resultados en el rendimiento. En el Marañón, en el cultivo de papa variedad Amarilis se encontró que el tratamiento con gallinaza presentó mejores resultados que el estiércol de ovino y vacuno, en el rendimiento de papas extra y de primera categoría (Campos, 2018).

Igualmente, otras investigaciones obtuvieron similares resultados, donde el abonamiento con gallinaza resultó significativo en el rendimiento de papa de primera categoría. A la altitud de 3850 msnm, la gallinaza también presentó influencia significativa en el rendimiento de tubérculos de primera categoría en la variedad Amarilla Tumbay (Alcarraz, 2010), en esta investigación los tratamientos con gallinaza y cal presentaron el rendimiento más alto.

En esta línea también, el comportamiento de la gallinaza en conjunto con la fertilización nitrogenada a 2750 msnm se determinó que hay una alta significación estadística de los tratamientos con gallinaza y del abonamiento nitrogenado para el rendimiento de la papa de primera categoría, con estos tratamientos se obtuvo el mayor rendimiento (Martínez, 2012).

Rendimiento de tubérculos de segunda

Tabla 3.5

Análisis de rendimiento de los tubérculos de segunda categoría de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

F.	Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	4	1132996.7	566498.37	0.16	0.855 5 ns
Gallinaza (G)	2	.96	234504496	117252248	33.6	0.003 2 **
Error (a)	4	15	13957584.	3489396.0	4	

Variedades (V)	3	4	5	3.54	0.035 8 *
Inter (G x V)	6	28	1	2.39	0.070 7 ns
Error (b)	18	39			
Total	35				

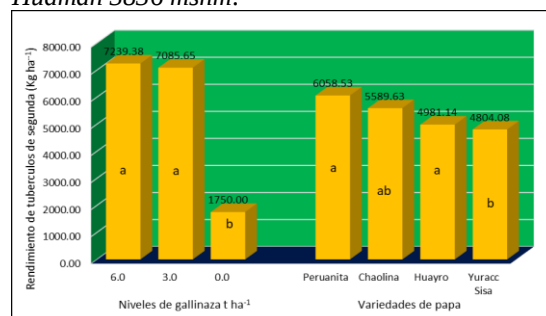
C.V. = 17.13 %

La Tabla 3.5 muestra el ANVA del rendimiento de los tubérculos de segunda categoría. Se observa en los efectos principales G y V lo siguiente: alta significación estadística para los niveles de gallinaza, esto significa que el tratamiento con diferentes niveles de gallinaza influye de manera altamente significativa en el rendimiento de tubérculos de segunda categoría, y una significación estadística para las diferentes variedades de papa nativa.

El coeficiente de variación es un valor de regular precisión explicada del mismo modo que con los resultados en la categoría primera por las características del suelo y la variabilidad de los factores climáticos.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de segunda. Vilcas Huamán 3836 msnm.



La Figura 3.4 muestra que los tratamientos con 6.0 y 3.0 t ha-1 mostraron mayor diferencia significativa con respecto a 0.0 t ha-1. Los dos tratamientos agrupados en “a” fueron igualmente significativos y mejores que el agrupado en “b”. Es decir, según la prueba de Tukey hay mejor rendimiento en la producción de tubérculos de segunda categoría cuando se incorpora 6.0 y 3.0 t ha-1 de gallinaza. Estos niveles de gallinaza muestran los más altos valores de la productividad, pero sin diferencia estadística entre ellos mismos (grupo “a”) reportando 7239.36 y 7085.65 t ha-1 respectivamente.

Los tubérculos de esta categoría pesan en promedio 110 gr y pueden alcanzar los 149 gr dependiendo la variedad Tabla 2.5. Son de tamaños medianos y de buena apreciación en la cocina y para fines industriales. En el rendimiento de esta categoría se destaca la variedad Peruanita con 6058.53 kg ha-1, seguido de las variedades Chaolina y Huayro sin diferencia estadística en el rendimiento de ellos y

con una productividad de 5589.63 y 4981.14 kg ha⁻¹. El rendimiento más bajo lo presentó la variedad Yuraq Sisa con 4804.08 kg ha⁻¹.

Los resultados de Alcarraz (2010) mostraron que en la categoría segunda de la variedad de papa Amarilla Tumbay, la gallinaza no presentó influencia sobre su rendimiento, por el contrario fue el testigo que superó el rendimiento de todos los tratamientos tanto con gallinaza y con cal.

Otra investigación en Ayacucho demostró que los tratamientos con gallinaza y fertilización nitrogenada en papa variedad Canchan resultaron con alta significación estadística en el rendimiento de papa en la categoría segunda (Martínez, 2012).

Rendimiento de tubérculos de tercera

Tabla 3.6

Análisis de rendimiento de los tubérculos de tercera categoría de las cuatro variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

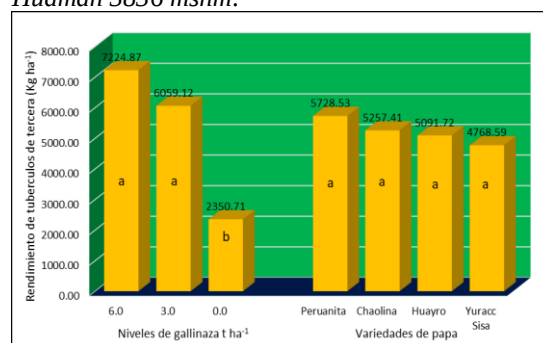
F.					
Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	1055040.1	527520.08	0.15	0.867
Gallinaza (G)	2	155474739	77737369	21.7	0.007
Error (a)	4	14267512.	3566878.1		
Variedades (V)	3	4319534.2	1439844.7	2.14	0.130
Inter (G x V)	6	7001754.0	1166959.0	1.74	0.169
Error (b)	18	12097810.	672100.59		
Total	35	194216391			
		.08			

C.V. = 15.73%

En la Tabla 3.6, el ANVA muestra alta significación estadística en el efecto principal niveles de gallinaza en la categoría tercera, esto es, que el tratamiento con gallinaza sí tiene influencia altamente significativa en el rendimiento de los tubérculos de tercera categoría. El efecto principal variedades resultó no significativa y la interacción entre gallinaza y variedades (G x V) tampoco resultó significativa. Los tubérculos de tercera categoría son apreciados en la cocina y comercialización principalmente para preparar derivados de la papa. El coeficiente de variación es un valor de regular precisión que también puede ser explicada por la variabilidad de los factores climáticos y la característica del suelo.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento de tubérculos de tercera. Vilcas Huamán 3836 msnm.



La figura 3.5 de la prueba de Tukey presenta el efecto principal de los niveles de Gallinaza, donde los niveles de 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ (grupo “a”) presentan diferencia significativa respecto del resto, y son los de mayor rendimiento, con valores de 7224.87 y 6059.12 kg ha⁻¹ (sin diferencia significativa entre ellos mismos) respectivamente en la categoría tercera. Por otro lado, en el efecto principal variedades, la correspondiente a Peruanita y Chaolina (grupo a) mostraron diferencia significativa respecto del resto (grupo “b”). Estas variedades presentaron mayor rendimiento de tubérculos con 5728.53 y 5257.41 kg ha⁻¹ (no hay diferencia significativa entre estos mismos promedios) respectivamente.

Esta categoría de tercera en las papas nativas es de gran importancia en la comercialización y preparación de alimentos de las amas de casa, así como también en el uso de semilla en la agricultura del poblador andino.

Estudios similares presentaron resultados diferentes, en Andahuaylas los tratamientos con gallinaza y cal en papa de variedad Amarilla Tumbay no presentaron influencia significativa en el rendimiento de papa de tercera categoría, al contrario el máximo rendimiento se obtuvo en cultivos del testigo, es decir sin ningún tratamiento (Alcarraz, 2010). Otras investigaciones tampoco encontraron significancia estadística de los tratamientos con gallinaza sobre el rendimiento de las papas en la categoría tercera, tal resultado se encontró en Ayacucho en el cultivo de papa de la variedad Canchan, aquí los tratamientos y los bloques no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre el testigo y los tratamientos (Martínez, 2012).

Rendimiento total de tubérculo

Tabla 3.7

Análisis de rendimiento total de los tubérculos de las variedades de papa nativa. Vilcas Huamán 3836 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	29465277.2	14732638.61	3.20	0.1481 ns
Gallinaza (G)	2	178531618	89265809	193.76	<0.0001 **
Error (a)	4	18428493.2	4607123.3		
Variedades (V)	3	60753977.0	20251325.70	6.91	0.0027 **
Inter (G x V)	6	45638522.5	7606420.4	2.60	0.0543 ns
Error (b)	18	52722350.5	2929019.4		
Total	35	199232480			
		1.16			

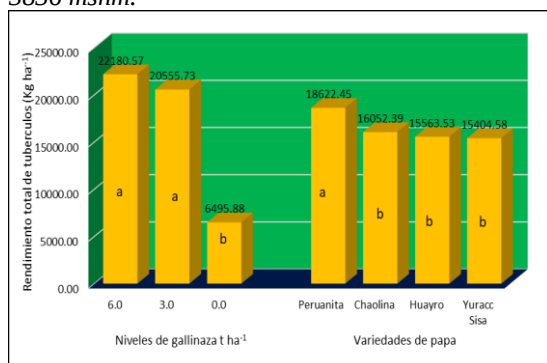
C.V. = 10.43%

La Tabla 3.7 del ANVA para el rendimiento total, muestra alta significación estadística en los tratamientos con los diferentes niveles de gallinaza y las variedades de papa nativa, esto indica que los factores tratamiento con gallinaza y variedades de papa influyen de manera significativa en el rendimiento total de los tubérculos de este estudio. El coeficiente de variación presenta un valor de buena precisión e indica buena confianza en los resultados.

La Figura 3.6 muestra los resultados de la prueba de Tukey que indica que los tratamientos con gallinaza tanto con 6.0 y 3.0 t ha⁻¹ presentaron diferencia estadísticamente significativa respecto de 0.0 t ha⁻¹ y fue agrupado en el grupo “a” porque no hay diferencia significativa entre ellos mismos que lograron 22180.57 y 20555.73 kg ha⁻¹ respectivamente. Esto significa que hay mayor respuesta del rendimiento total de tubérculos si se agregan estos tratamientos.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales niveles de gallinaza y los diferentes cultivares en el rendimiento total de tubérculos. Vilcas Huamán 3836 msnm.



Respecto al factor variedades de papa, la variedad Peruanita presenta diferencia estadísticamente significativa respecto del resto. Esto significa que el cultivar Peruanita supera estadísticamente en rendimiento total a las demás variedades con una productividad de 18622.45 kg ha⁻¹. En el experimento se comprueba que aun siendo bajo el contenido de nitrógeno y potasio en la gallinaza, existe respuesta a la aplicación de este insumo, sin embargo no existe diferencia entre los niveles 3 y 6 t ha⁻¹ de gallinaza. Esta respuesta se puede atribuir más que nada al efecto mejorar de la gallinaza en las propiedades físicas y químicas del suelo, además en la retención de agua. Sin embargo, se puede también deducir que debido al corto periodo del cultivo la descomposición y mineralización fue incompleta y como tal existe una respuesta a la aplicación de la gallinaza, pero no a los niveles. También se puede apreciar el efecto superlativo de la aplicación de la gallinaza (materia orgánica) en el rendimiento de tubérculos de papa, pues la sola incorporación de 3 t ha⁻¹, ha promovido a un incremento del 293 % del rendimiento de tubérculos, lo cual avala la importancia del uso de la materia orgánica en los cultivos.

Rentabilidad económica de la producción

El análisis económico del rendimiento de la producción de tubérculos se muestra en la Tabla 3.8, para este análisis se consideró los diferentes tratamientos realizados con gallinaza, los costos de producción para cada uno de los tratamientos, el rendimiento, el valor de venta considerando precios de mercado, la utilidad y la rentabilidad, cada uno de ellos para las tres categorías de papa (primera, segunda y tercera), y las diferentes variedades estudiadas.

Con los resultados de la Tabla 3.8 se puede sostener que los tratamientos realizados con 3.0 t ha⁻¹ gallinaza presentaron mayor beneficio en cuanto a la rentabilidad en tres variedades. El tratamiento con 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza para la papa Peruanita generó la rentabilidad más alta, esta alcanzó los 477.08% y excedió en 23.5% al tratamiento con 6.0 t ha⁻¹ gallinaza para la papa Peruanita que sólo alcanzó los 453.58%.

Los tratamientos constituidos para 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza en las variedades Huayro y Yuracc Sisa alcanzaron los 353.56% y 381.21% de rentabilidad, resultaron superiores a los tratamientos constituidos por 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza en 17.5% y 60.26% respectivamente. Un caso resultó diferente, el tratamiento constituido de 6.0 t ha⁻¹ gallinaza para la variedad Chaolina logró una rentabilidad de 339.01%, superior al tratamiento formado por “3.0 t ha⁻¹ gallinaza” en 20.72%.

Bajo las condiciones ambientales y de suelo en las que se encuentra el área experimental de este trabajo de investigación, la Tabla 3.8, permite sostener que sin tratamiento alguno la variedad Chaolina es la más rentable, esta alcanzó los 75.54%, seguido de

la variedad Peruanita y Huayro, la menos rentable fue la variedad Yuraq Sisa.

CONCLUSIONES

1. Los niveles de gallinaza 6 y 3 t ha⁻¹ reportaron mayor rendimiento total de tubérculos con 22 180.57 y 20 555.73 kg ha⁻¹, rendimiento de categoría primera de 7 716.30 y 7 410.90 kg ha⁻¹, así como rendimiento de categoría segunda y tercera. También alcanzaron mayor altura de planta con 73.70 y 70.78 cm, sin embargo, no tuvo influencia en el contenido de materia seca, cuyo promedio fue 25.23%.
2. La variedad Peruanita reportó el mayor rendimiento total de tubérculos con 18,622.45 kg ha⁻¹, seguido de Chaulina, Huayro, Yuraq sisa con 16 052.39; 15 563.33 y 15404.08 kg ha⁻¹. La variedad Peruanita destacó por su mayor rendimiento de categoría primera y segunda con 7 306.56 y 6 058.53 kg ha⁻¹, respectivamente. El contenido de materia seca fue de 27.37; 26.33; 25.41 y 22.30 correspondientes a las variedades Chaulina, Peruanita, Huayro y Yuraq sisa, respectivamente. Las variedades que alcanzaron mayor altura fueron Peruanita y Huayro con 67.42 y 65.97 cm, respectivamente.
3. Las mejores rentabilidades y utilidades brutas se encontraron con 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza en las variedades Peruanita, Yuraq Sisa y Huayro, con 477.08 %, 381.21 % y 353.56 %, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcarraz, O. (2010). *Efecto del encalado y gallinaza en el rendimiento de papa (Solanum tuberosum) variedad Amarilla Tumbay en Andahuaylas, Apurimac a 3850 msnm*. UNSCH.
- Arquínigo, Y. (2014). *Niveles de Guano de islas y densidades en el rendimiento de papa variedad "Mama Lucha" (Solanum phureja L.) Campanayocc. 3400 msnm. Ayacucho*. UNSCH.
- Ayala, W. (2013). *Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento del girasol aceitero (Helianthus annuus L.) en Canaán a 2750 msnm – Ayacucho*. UNSCH.
- Bautista Arango, R. (2015). *Niveles de gallinaza en el rendimiento de dos variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Manallasacc 3580 msnm - Chiara - Ayacucho*. UNSCH.
- Campos, W. (2018). *Efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Amarilis, en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco - Marañón - 2015*. Hermilio Valdizán - Huánuco.
- Carire, B. (2019). *Influencia de la gallinaza descompuesta en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum L.) variedad Canchan INIA – CCARANCALLA - ANDAHUAYLAS - APURÍMAC – 2017*. Universidad Tecnológica de los Andes.
- Egúsqiza, B. R. (2000). *La papa: producción, transformación y comercialización* - B. R. Egúsqiza - Google Libros (2000 International Potato Center (ed.)). Universidad Nacional Agraria La Molina. https://books.google.com.pe/books/about/La_papa.html?hl=es&id=6ciGbBX0uFwC&redir_esc=y
- FAO. (2022). *Comité de Agricultura. Propuesta para un día internacional d la papa*. <https://www.fao.org/3/nj015es/nj015es.pdf>
- González, C. J., Alvarez, C. E., Pomares, F., & Benitez, M. (1998). Efectos de fertilización en papas con compost, gallinaza y combinaciones de ambos. *La Laguna*, 2(3), 285–290.
- Luna, R., Espino, S., Trávez, R., Ulloa, C., Espinoza, A., & Bejarano, A. (2016). Respuesta de variedades de papa (Solanum tuberosum, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencia y Tecnología*, 9(1), 11–14.
- Martínez, A. M. (2012). *Niveles de gallinaza y fertilización nitrogenada en el cultivo de papa var. canchan, 2750 msnm. Ayacucho*. UNSCH.
- Mendoza-Dávalos, K., Sanabria-Quipe, S., Pérez-Porras, W., & Cosme-DeLaCruz, R. (2019). Enmiendas orgánicas y su efecto en las propiedades de suelos alto andinos cultivados con papa nativa (Solanum goniocalyx Juz.et Buk.). *Agroindustrial Science*, 10(3), 235–239. http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/20.500.12955/1467/6/Mendoza-et-al_2021_Enmiendas_Papa.pdf
- Merchán, M. (2009). Elaboración de herramientas de aprendizaje para el manejo integrado de suelos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) bajo el enfoque de gestión de conocimientos. Cotopaxi y Tungurahua. [UUniversidad Central del Ecuador]. In *INIAP* (Vol. 12). <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- MINAM. (2016). *El Perú y el Cambio Climático. Tercera comunicación nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicación.pdf>
- Montesdeoca, F., & Méndez, B. (2015). Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (Solanum tuberosum L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de

- la Sierra Ecuatoriana. Quito:UCE.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4541>
- Ramos, E. (2018, May 2). *La semilla es el factor principal para nuestros bajos rendimiento de papa*. Agraria,Pe.
<https://agraria.pe/noticias/la-semilla-es-el-factor-principal-para-nuestros-bajos-16499>
- Remón, Y., & Peña, G. (2018). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum* spp.) del distrito de Vilcashuamán, Ayacucho- Perú, mediante AFLP. *Revista Peruana de Biología*, 25(3), 259–266.
<https://doi.org/10.15381/RPB.V25I3.15209>
- Romero-Lima, M. del rosario, Trinidad-Santos, A., García-Espinosa, R., & Ferrera-Cerrato, R. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 34(3), 261 a 269.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234302>
- SENAMHI. (n.d.). *Ficha técnica Agroclimática. Papa mejorada. Solanum tuberosum L.* Retrieved August 1, 2022, from <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2253264/PAPA.pdf>
- SENAMHI. (n.d.). *Descarga de datos Meteorológicos a nivel nacional*. Datos / Descarga de Datos Meteorológicos. Retrieved August 18, 2022, from <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>