

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE PAPA (QOYA-CICA X NEGRA-MG) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* EN K'AYRA - SAN JERÓNIMO - CUSCO

PRESENTADA POR:

Br. ELODIA QQUECCAÑO QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

ASESOR:

Dr. TEÓFILO POMPEYO COSIO CUENTAS

CO-ASESOR:

M. Sc. VICTOR MINAUR ROJAS

**CUSCO – PERÚ
2025**



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNAAC)

El que suscribe, el **Asesor Dr. TEÓFILO POMPEYO COSIO CUENTAS** quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: **"RENIDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE PAPA (QOYA-CICA X NEGRA - MG) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE Phytophthora infestans Y Alternaria solani"** EN K'AYRA - SAN JERÓNIMO - CUSCO

Presentado por: **QUECCANO QUISPE ELODIA** DNI N° **71091312**;

presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de **INGENIERO AGRÓNOMO**

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por **2** veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de **1** %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, **13** de **NOVIEMBRE** de **2025**

Firma

Post firma **TEÓFILO POMPEYO COSIO CUENTAS**

Nro. de DNI **23867703**

ORCID del Asesor **0000 - 0003 - 2369 - 268X**

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: **27259:527453879**

RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE PAPA (QOYA-CICA x NEGRA-MG) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y EVA...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:527453879

205 páginas

Fecha de entrega

13 nov 2025, 12:28 p.m. GMT-5

48.467 palabras

Fecha de descarga

13 nov 2025, 12:45 p.m. GMT-5

232.487 caracteres

Nombre del archivo

ELODIA QQUECCAÑO QUISPE.pdf

Tamaño del archivo

7.9 MB

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- ▶ Trabajos entregados
- ▶ Fuentes de Internet

Fuentes principales

- | | |
|----|---|
| 0% |  Fuentes de Internet |
| 1% |  Publicaciones |
| 0% |  Trabajos entregados (trabajos del estudiante) |

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Carácteres reemplazados**
42 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
532 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios; por darme la vida, protegerme, guiar mi camino en cada paso que doy y brindarme la fortaleza necesaria para superar cada dificultad y recordarme que, con fe y perseverancia todo es posible.

A mis queridos padres; Benedicta Quispe Ortiz y Esteban Qquecaño Mamani con todo mi amor, gratitud y cariño, que fueron ustedes mi apoyo incondicional, mi fortaleza, mi valentía y la fuerza que me impulsa a no desfallecer en mis objetivos y metas, gracias por ser mi pilar más importante en mi vida y por sembrar en mí los valores que hoy me sostienen.

A mis queridos hermanos (as); Erika, Bety, Edwin, Elisban, y Lizeth Brianna, por su amor fraternal y quienes han sido mi motivo de inspiración, mi alegría y mi fortaleza para cumplir esta meta y ser su ejemplo a seguir.

A mis tíos (as); Elvis, Ruben, Marleny, Nieves y Luz marina por su constante motivación, apoyo, ánimo y sabios consejos que me impulsaron a seguir adelante hasta lograr culminar mi carrera profesional.

A mis abuelos (as); Rosa Ortiz C., cuyo amor, esfuerzo y enseñanzas siguen siendo mi fuente de inspiración, y con profundo cariño y gratitud, dedico este humilde homenaje a la memoria de Juana Mamani Q. y Miguel Qquecaño O., quienes, aunque ya no estén físicamente conmigo, viven en mi recuerdo y me acompañan en cada paso que doy.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi alma mater; la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, y en especial a la Escuela Profesional de Agronomía, por haberme acogido en sus aulas de su prestigiosa institución.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía – UNSAAC; por impartirme los conocimientos y enseñanzas que me formaron en sus diferentes materias, que han sido fundamentales en mi formación académica y profesional, mi infinito agradecimiento.

Al Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) FAZ – UNSAAC; por facilitar el material genético y terreno para la instalación y ejecución del presente trabajo de investigación.

A mi asesor Dr. Teófilo Pompeyo Cosio Cuentas; por su valiosa colaboración, constante apoyo, tiempo, guía y asesoramiento para culminar el presente trabajo de investigación.

A mi Co-asesor M. Sc. Victor Minauro Rojas; por su apoyo, tiempo, consejos, recomendaciones y aportes que han sido clave para culminar el presente estudio.

De todo corazón a mis padres; por su respaldo inquebrantable en cada peldaño de mi vida.

A Andres; por su apoyo constante, por comprenderme, por darme la fortaleza y brindarme las palabras de aliento que me impulsaron a superar los obstáculos y lograr mis objetivos.

A mis amigas en especial a Melisa, Karla, Janeth, Isabel y Judith, con quienes compartí gratos e inolvidables momentos, gracias por su incondicional apoyo y amistad, y así mismo a todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron en la finalización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	2
1.2. Formulación del problema objeto de investigación	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. Objetivos	4
2.1.1. Objetivo general	4
2.1.2. Objetivos específicos	4
2.2. Justificación	5
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicas	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes	7
4.1.1. Internacionales	7
4.1.2. Nacionales	7
4.1.3. Locales	8
4.2. Bases teóricas	12
4.2.1. Origen de la papa	12
4.2.2. Clasificación taxonómica de la papa	12
4.2.3. Descripción morfológica de la papa	13
4.2.4. Rendimiento del cultivo de papa	18
4.2.5. Riqueza potencial para el mejoramiento genético	22
4.2.6. Objetivos para mejoramiento genético	23
4.2.7. Mejoramiento genético de la papa	24
4.2.8. Hibridación en papa	25
4.2.9. Características deseables de los nuevos híbridos	27
4.2.10. Variedades y sus propiedades	28
4.2.11. Características de una variedad	29

4.2.12. Herencia de la calidad y producción.....	31
4.2.13. Fase fenológica	32
4.2.14. Principales enfermedades de la papa	34
4.2.15. Fertilización química	46
4.2.16. Palatabilidad de la papa	50
4.3. Definición de términos	52
4.3.1. Concepto de rendimiento.....	52
4.3.2. Concepto del híbrido.....	52
4.3.3. Concepto de variedad	52
4.3.4. Concepto de fenología	52
4.3.5. Características agronómicas	53
4.3.6. Resistencia	53
4.3.7. Tolerancia	53
4.3.8. Susceptibilidad.....	53
4.3.9. Calidad culinaria.....	53
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	54
5.1. Generalidades de la investigación	54
5.1.1. Tipo de investigación.....	54
5.1.2. Ubicación espacial y temporal del experimento	54
5.1.3. Ubicación política	54
5.1.4. Ubicación geográfica	54
5.1.5. Ubicación hidrográfica	54
5.1.6. Ubicación ecológica zonas de vida.....	55
5.1.7. Ubicación satelital del campo.....	55
5.1.8. Historial del campo experimental.....	55
5.2. Materiales	56
5.2.1. Material genético	56
5.2.2. Insumos químicos	59
5.3. Metodología.....	59
5.3.1. Diseño experimental	59
5.3.2. Características de la unidad experimental	63
5.3.3. Croquis de distribución y aleatorización de tratamientos.....	64
5.4. Muestreo del suelo para la caracterización con micronutrientes disponibles	65
5.5. Resultados de análisis de suelo - caracterización con micronutrientes disponibles	65

5.6. Nivel de fertilización	66
5.7. Conducción del experimento	69
5.8. Evaluaciones	73
5.8.1. Evaluaciones para rendimiento.....	73
5.8.2. Evaluaciones para las características agronómicas.....	74
5.8.3. Evaluaciones fenológicas.....	75
5.8.4. Evaluaciones para la incidencia de daño de <i>Phytophthora infestans</i> y <i>Alternaria solani</i>	76
5.8.5. Evaluaciones para la calidad culinaria de los híbridos	78
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	82
6.1. Rendimiento de tubérculos por planta	82
6.2. Rendimiento total de tubérculo en t/ha	87
6.2.1. Rendimiento de tubérculo de primera categoría comercial	92
6.2.2. Rendimiento de tubérculo de segunda categoría comercial	101
6.2.3. Rendimiento de tubérculo de tercera categoría comercial.....	105
6.3. Regresión y correlación entre las características agronómicas con los niveles de fertilización	109
6.4. Índice de daño de <i>Phytophthora infestans</i> Mont. de Bary.....	113
6.5. Índice de daño de <i>Alternaria solani</i> Sorauer	127
6.6. Descripción y pruebas de palatabilidad de los cuatro híbridos en sancochado y frito	142
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	157
7.1. Conclusiones.....	157
7.1.1. Sobre rendimiento de tubérculo y los tres niveles de fertilización	157
7.1.2. Sobre la regresión y correlación entre las características agronómicas con los niveles de fertilización	158
7.1.3. Sobre el índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> y <i>Alternaria solani</i>	158
7.1.4. Sobre la palatabilidad de los cuatro híbridos en sancochado y frito.....	158
7.2. Sugerencias	159
VIII. BIBLIOGRAFIA	160
IX. ANEXOS	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Rendimiento de papa a nivel mundial</i>	19
Tabla 2 <i>Rendimiento de papa en países de América Latina.....</i>	20
Tabla 3 <i>Nivel producción y rendimiento de papa por región.....</i>	21
Tabla 4 <i>Rendimiento de papa en Cusco</i>	22
Tabla 5 <i>Formas iónicas de los elementos esenciales utilizados por las plantas.....</i>	46
Tabla 6 <i>Historial del campo experimental</i>	56
Tabla 7 <i>Material genético para la investigación.....</i>	56
Tabla 8 <i>Descripción de tratamientos en estudio y clave de identificación</i>	61
Tabla 9 <i>Resultados e interpretación del análisis de suelo</i>	65
Tabla 10 <i>Nivel de fertilización recomendado</i>	66
Tabla 11 <i>Dosis para los 3 niveles de fertilización/parcela en la siembra</i>	68
Tabla 12 <i>Dosis para los 3 niveles de fertilización/parcela en el primer aporque</i>	68
Tabla 13 <i>Dosis para los 3 niveles de fertilización/parcela en kg (27 m²)</i>	68
Tabla 14 <i>Cantidad de fertilizantes para los 3 niveles de fertilización/ha en kg.....</i>	69
Tabla 15 <i>Clasificación de tubérculo por categoría comercial en gramos</i>	74
Tabla 16 <i>Grados escalares de evaluación de tizón tardío o rancha</i>	77
Tabla 17 <i>Grados escalares de evaluación de tizón temprano</i>	78
Tabla 18 <i>Rendimiento promedio de tubérculo de 20 plantas (kg/planta)</i>	82
Tabla 19 <i>Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento promedio de tubérculo (kg/planta)</i>	82
Tabla 20 <i>ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para el rendimiento de tubérculo</i>	83
Tabla 21 <i>Prueba de Tukey para el rendimiento promedio de tubérculo en los híbridos (kg/planta)</i>	84
Tabla 22 <i>Prueba de Tukey para el rendimiento promedio de tubérculo en los niveles de fertilización (kg/planta)</i>	85
Tabla 23 <i>Rendimiento total de tubérculo (t/ha).....</i>	87
Tabla 24 <i>Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento total de tubérculo (t/ha)</i>	87
Tabla 25 <i>ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para el rendimiento de tubérculo</i>	88

Tabla 26 Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo en los híbridos (t/ha).....	89
Tabla 27 Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo en los niveles de fertilización (t/ha)	90
Tabla 28 Rendimiento de tubérculo de primera categoría comercial (t/ha)	92
Tabla 29 Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento de tubérculo de primera categoría (t/ha)	92
Tabla 30 ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para tubérculos de primera categoría.....	93
Tabla 31 Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de primera categoría en los híbridos (t/ha)	94
Tabla 32 Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de primera categoría en los niveles de fertilización (t/ha)	95
Tabla 33 ANVA auxiliar de los niveles de fertilizantes en los híbridos	96
Tabla 34 Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-207 (t/ha)	97
Tabla 35 Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-084 (t/ha)	98
Tabla 36 Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-512 (t/ha)	99
Tabla 37 Rendimiento de tubérculo de segunda categoría comercial (t/ha)	101
Tabla 38 Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento de tubérculo de segunda categoría (t/ha)	101
Tabla 39 ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para tubérculos de segunda categoría.....	102
Tabla 40 Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los híbridos (t/ha)	102
Tabla 41 Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los niveles de fertilización (t/ha)	104
Tabla 42 Rendimiento de tubérculo de tercera categoría comercial (t/ha)	105
Tabla 43 Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento de tubérculo de tercera categoría (t/ha)	106

Tabla 44 ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para tubérculos de tercera categoría	106
Tabla 45 Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de tercera categoría en los híbridos (t/ha)	107
Tabla 46 Índice de daño (%) por <i>Phytophthora infestans</i> a los 87 días desde la siembra (20/01/2024)	113
Tabla 47 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> con datos transformados	114
Tabla 48 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i>	114
Tabla 49 ANVA de índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> a los 87 días desde la siembra	115
Tabla 50 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 87 días desde la siembra	116
Tabla 51 Índice de daño (%) por <i>Phytophthora infestans</i> a los 108 días desde la siembra (10/02/2024)	117
Tabla 52 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> con datos transformados	118
Tabla 53 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i>	118
Tabla 54 ANVA de índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> a los 108 días desde la siembra	118
Tabla 55 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 108 días desde la siembra	119
Tabla 56 Índice de daño (%) por <i>Phytophthora infestans</i> a los 129 días desde la siembra (02/03/2024)	121
Tabla 57 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> con datos transformados	121
Tabla 58 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i>	122
Tabla 59 ANVA de índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> a los 129 días desde la siembra	122
Tabla 60 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 129 días desde la siembra	123

Tabla 61 Índice de daño (%) por <i>Phytophthora infestans</i> a los 150 días desde la siembra (23/03/2024)	124
Tabla 62 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> con datos transformados	125
Tabla 63 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i>	125
Tabla 64 ANVA de índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> a los 150 días desde la siembra	125
Tabla 65 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 150 días desde la siembra	126
Tabla 66 Índice de daño (%) por <i>Alternaria solani</i> a los 87 días desde la siembra (20/01/2024)	128
Tabla 67 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> con datos transformados	129
Tabla 68 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Alternaria solani</i>	129
Tabla 69 ANVA de índice de daño por <i>Alternaria solani</i> a los 87 días desde la siembra	129
Tabla 70 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 87 días desde la siembra	130
Tabla 71 Índice de daño (%) por <i>Alternaria solani</i> a los 108 días desde la siembra (10/02/2024)	132
Tabla 72 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> con datos transformados	132
Tabla 73 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Alternaria solani</i>	133
Tabla 74 ANVA de índice de daño por <i>Alternaria solani</i> a los 108 días desde la siembra	133
Tabla 75 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 108 días desde la siembra	134
Tabla 76 Índice de daño (%) por <i>Alternaria solani</i> a los 129 días desde la siembra (02/03/2024)	135
Tabla 77 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> con datos transformados	136
Tabla 78 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Alternaria solani</i>	136
Tabla 79 ANVA de índice de daño por <i>Alternaria solani</i> a los 129 días desde la siembra	136
Tabla 80 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 129 días del ciclo desde la siembra	137

Tabla 81 Índice de daño (%) por <i>Alternaria solani</i> a los 150 días desde la siembra (23/03/2024)	138
Tabla 82 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> con datos transformados.....	139
Tabla 83 Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por <i>Alternaria solani</i>	139
Tabla 84 ANVA de índice de daño por <i>Alternaria solani</i> a los 150 días desde la siembra	139
Tabla 85 Prueba de Tukey para índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 150 días desde la siembra	140
Tabla 86 Evaluación de textura de los 4 híbridos en sancochado	142
Tabla 87 Evaluación de palatabilidad y color de los 4 híbridos en sancochado.....	142
Tabla 88 Evaluación de color de los 4 híbridos en fritura.....	143
Tabla 89 Evaluación de textura de los 4 híbridos en fritura.....	143
Tabla 90 Evaluación de palatabilidad y apariencia de los 4 híbridos en fritura	144
Tabla 91 Evaluación de tiempo de cocción de los 4 híbridos en sancochado y fritura	144
Tabla 92 Porcentaje de 4 híbridos por la desintegración de los tubérculos sancochados	145
Tabla 93 Porcentaje de híbridos por la consistencia de los tubérculos sancochados	146
Tabla 94 Porcentaje de híbridos por la harinosidad de los tubérculos sancochados	147
Tabla 95 Porcentaje de 4 híbridos por el tipo de palatabilidad de los tubérculos sancochados	148
Tabla 96 Porcentaje de 4 híbridos por el color de los tubérculos sancochados.....	149
Tabla 97 Porcentaje de 4 híbridos por el color externo del tubérculo en fritura	150
Tabla 98 Porcentaje de 4 híbridos por el color interno del tubérculo en fritura.....	151
Tabla 99 Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad externa del tubérculo en fritura	152
Tabla 100 Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad interna del tubérculo en fritura.....	153
Tabla 101 Porcentaje de 4 híbridos por la apariencia externa del tubérculo en fritura	154
Tabla 102 Porcentaje de 4 híbridos por la palatabilidad del tubérculo en fritura	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Morfología de la planta de papa	13
Figura 2 Fases fenológicas de la papa (híbridos en estudio).....	33
Figura 3 Ciclo biológico - agronómico de <i>Phytophthora infestans</i>	38
Figura 4 Ciclo de <i>Alternaria solani</i>	44

Figura 5 Sensograma de las impresiones principales de un evaluador durante el análisis sensorial de un alimento.....	51
Figura 6 Ubicación satelital del trabajo de investigación	55
Figura 7 Rendimiento promedio de tubérculo en los híbridos (kg/planta)	85
Figura 8 Rendimiento promedio de tubérculo en los niveles de fertilización (kg/planta).....	86
Figura 9 Rendimiento de tubérculo en los híbridos (t/ha).....	90
Figura 10 Rendimiento de tubérculo en los niveles de fertilización (t/ha).....	91
Figura 11 Rendimiento de tubérculo de primera categoría en los híbridos (t/ha).....	95
Figura 12 Rendimiento de tubérculo de primera categoría en los niveles de fertilización (t/ha)	96
Figura 13 Rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-207 (t/ha)	98
Figura 14 Rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-084 (t/ha)	99
Figura 15 Rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-512 (t/ha)	100
Figura 16 Rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los híbridos (t/ha)	104
Figura 17 Rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los niveles de fertilización (t/ha)	105
Figura 18 Rendimiento de tubérculo de tercera categoría en los híbridos (t/ha)	108
Figura 19 Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-118	109
Figura 20 Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-207	110
Figura 21 Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-084	111
Figura 22 Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-512	112
Figura 23 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 87 días desde la siembra	117
Figura 24 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 108 días desde la siembra	120

Figura 25 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 129 días desde la siembra	124
Figura 26 Índice de daño por <i>Phytophthora infestans</i> en híbridos a los 150 días desde la siembra	127
Figura 27 Niveles de daño por <i>Phytophthora infestans</i>	127
Figura 28 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 87 días desde la siembra ..	131
Figura 29 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 108 días desde la siembra	135
Figura 30 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 129 días del ciclo desde la siembra	138
Figura 31 Índice de daño por <i>Alternaria solani</i> en híbridos a los 150 días desde la siembra	141
Figura 32 Niveles de daño de <i>Alternaria solani</i>	141
Figura 33 Porcentaje de 4 híbridos por la desintegración del tubérculo sancochado	145
Figura 34 Porcentaje de 4 híbridos por la consistencia de tubérculo sancochado	146
Figura 35 Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad del tubérculo sancochado.....	147
Figura 36 Porcentaje de 4 híbridos por el tipo de palatabilidad en tubérculos sancochados.	148
Figura 37 Porcentaje de 4 híbridos por el color del tubérculo sancochado sin piel	149
Figura 38 Porcentaje de 4 híbridos por el color externo del tubérculo en fritura.....	150
Figura 39 Porcentaje de 4 híbridos por el color interna del tubérculo en fritura	151
Figura 40 Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad externa del tubérculo en fritura.....	152
Figura 41 Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad interna del tubérculo en fritura	153
Figura 42 Porcentaje de 4 híbridos por la apariencia del tubérculo en fritura	154
Figura 43 Porcentaje de 4 híbridos por la palatabilidad del tubérculo en fritura	155
Figura 44 Análisis del suelo - caracterización con micronutrientes disponibles.....	173
Figura 45 Pesaje de los tres niveles de fertilización	181
Figura 46 Siembra de los híbridos en estudio	181
Figura 47 Fertilización en la siembra	182
Figura 48 Plena emergencia del híbrido 118 (tratamiento a_1b_1)	182
Figura 49 Primer y segundo aporque.....	183
Figura 50 Etiquetado de los híbridos	183
Figura 51 Evaluación de la rancha y tizón temprano	184
Figura 52 Síntomas de la rancha en el híbrido H-207 a los 64 días desde la siembra.....	184

Figura 53 Planta de los híbridos en estudio	185
Figura 54 Plena floración de los híbridos en estudio	185
Figura 55 Senescencia de los híbridos en estudio	186
Figura 56 Cosecha de los híbridos	186
Figura 57 Pesaje de los híbridos	187
Figura 58 Clasificación de primera, segunda y tercera de los híbridos	187
Figura 59 Daño en los tubérculos por la rancha en los híbridos en estudio	188
Figura 60 Prueba de palatabilidad	188
Figura 61 Palatabilidad de tubérculos en sancochado	189
Figura 62 Palatabilidad de tubérculos en fritura	189

RESUMEN

El estudio titulado “Rendimiento de cuatro híbridos de papa (QOYA-CICA x NEGRA-MG) con tres niveles de fertilización y evaluación de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* en K’ayra - San Jerónimo - Cusco”, se desarrolló durante la campaña agrícola 2023-2024 en un área de 1458 m². El objetivo fue determinar el rendimiento y calidad de tubérculos de cuatro híbridos de papa bajo el efecto de tres niveles de fertilización y la respuesta a *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*. El experimento fue conducido bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 4A x 3B, 4 repeticiones y 12 tratamientos. Se evaluaron los híbridos de papa (H-118, H-207, H-084 y H-512) aplicando tres niveles de fertilización: bajo (120-100-80), medio (140-120-100) y alto (160-140-120). La evaluación fitosanitaria se realizó con las escalas del CIP y el índice de daño se obtuvo mediante la fórmula de Townsend y Heuberger.

Los híbridos H-512 y H-118 obtuvieron los mayores rendimientos por planta (0.726 y 0.682 kg/planta, respectivamente), superando estadísticamente a H-084 y H-207. A nivel de hectárea, H-512 (26.819 t/ha) y H-118 (24.466 t/ha) también destacaron sobre los restantes. Los niveles de fertilización medio y alto registraron los mayores rendimientos totales.

Frente a *Phytophthora infestans*, H-118 y H-512 mostraron alta resistencia, H-084 tolerancia y H-207 alta susceptibilidad. Resultados similares se observaron para *Alternaria solani*.

En la calidad culinaria, los híbridos evaluados mostraron buenas características en sancochado y fritura, destacando su consistencia, harinosidad y palatabilidad, lo que evidencia su potencial para consumo directo y procesamiento.

Palabras claves: Híbridos de papa, Niveles de fertilización, Rendimiento, *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*.

INTRODUCCIÓN

MINAGRI (2020), indica que la papa es el cuarto alimento más competitivos a nivel mundial después del maíz, arroz y trigo, y es un alimento fundamental de la región Andina. El Perú se destaca por su gran diversidad de papas con 8 especies nativas domesticadas y más de 3,500 variedades. En el mundo, la papa representa el 4.2% de la producción agrícola, con un promedio de 449 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 20 t/ha entre 2010-2019. China lidera la producción de papa con 20% de la producción mundial y con más de 91 millones de toneladas, le siguen India, Ucrania, Rusia y Estados Unidos. En el Perú, según MINAGRI (2019) en 2018 la superficie sembrada de papa fue de 323 745 ha, con una producción de 5.10 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 15.76 t/ha, destacando regiones de Puno, Huánuco, La Libertad, Apurímac, Ayacucho, Junín, Cusco, Cajamarca, Arequipa y Huancavelica.

El Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), viene realizando mejoramiento genético con papas nativas de la región, para superar los problemas de rendimiento y lograr genotipos resistentes a las principales enfermedades como *Phytophthora infestans* Mont. de Bary y *Alternaria solani* Sorauer. Los híbridos requieren ser evaluados para su rendimiento y características agronómicas, con el objetivo de obtener clones con buen comportamiento agronómico y rendimiento superior.

Por consiguiente, el presente estudio tiene por finalidad evaluar el rendimiento de cuatro híbridos previamente seleccionados en periodos anteriores, bajo el efecto de tres niveles de fertilización química (NPK) utilizando nitrato de amonio, fosfato diamónico y cloruro de potasio, con el propósito de obtener papas de alta calidad con un rendimiento alto.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

Las variedades de papas mejoradas en los últimos años en la región de Cusco han sufrido una depresión en sus capacidades de producción de tubérculos por efecto de enfermedades y factores ambientales, frente a estas limitaciones es necesario realizar mejoramiento genético para superar este problema en la región.

El mayor problema fitosanitario en la papa es la *Phytophthora infestans* Mont. de Bary conocido como rancha, que es una enfermedad de alto incidencia económica en la Zona Andina del Cusco, y por otra enfermedad es la *Alternaria solani* Sorauer, por lo que, es prioritario obtener nuevas variedades de papa con resistencias a estas enfermedades.

El Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos (CICA) de la FAZ viene realizando mejoramiento genético con papas nativas de la región con el objetivo de superar problemas de rendimiento y lograr genotipos resistentes a las principales enfermedades entre estos *Phytophthora infestans* Mont. de Bary conocido como rancha o tizón tardío y *Alternaria solani* Sorauer conocido como tizón temprano en la región.

En este contexto, el CICA ha seleccionado los clones H-118, H-207, H-084 y H-512, los que requieren una evaluación específica para conocer sus capacidades de rendimiento y resistencia a *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*. Estos híbridos se vienen manejando desde la campaña agrícola 2016-2017, y en este presente trabajo de investigación fueron evaluados en su sexta generación clonal.

1.2. Formulación del problema objeto de investigación

1.2.1. Problema general

Es posible evaluar el rendimiento de cuatro híbridos seleccionados por su alto rendimiento y resistencia a dos enfermedades de alta incidencia en la región y establecer la respuesta a tres niveles de fertilización en K'ayra - San Jerónimo - Cusco.

1.2.2. Problemas específicos

- a.** ¿Los híbridos muestran diferencias en rendimiento de tubérculo a tres niveles de fertilización?

- b.** ¿Existe interacción entre las características agronómicas de cuatro híbridos con los niveles de fertilización?

- c.** ¿Cómo será la respuesta de los cuatro híbridos de papa (H – 118, H – 207, H – 084, H – 512) frente al daño de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary y *Alternaria solani* Sorauer?

- d.** ¿Existe diferencias en la calidad culinaria de los híbridos de H – 118, H – 207, H – 084, H – 512?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Determinar el rendimiento y calidad de tubérculos de cuatro híbridos de papa (QOYA-CICA x NEGRA-MG) bajo el efecto de tres niveles de fertilización y la respuesta a la *Phytophthora infestans* Mont. de Bary y *Alternaria solani* Sorauer en K'ayra - San Jerónimo - Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar la respuesta de rendimiento de tubérculo de los cuatro híbridos de papa bajo el efecto de tres niveles de fertilización.
- b. Determinar regresión y correlación entre las características agronómicas de cuatro híbridos de papa con los niveles de fertilización.
- c. Evaluar los niveles de incidencia de daño en los cuatro híbridos de papa H – 118, H – 207, H – 084, H – 512 por *Phytophthora infestans* Mont. de Bary y *Alternaria solani* Sorauer.
- d. Evaluar la calidad culinaria de los híbridos de papa H – 118, H – 207, H – 084, H – 512.

2.2. Justificación

De investigación: El presente trabajo de investigación es de gran relevancia debido a la necesidad urgente de la liberación de variedades con alto potencial productivo, alto rendimiento y con resistencia a las enfermedades de mayor incidencia económica entre estos *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* que es de necesidad permanente y urgente para la agricultura de la región, lo cual contribuirá a identificar genotipos con alto rendimiento, buena calidad culinaria y resistencia a enfermedades es crucial en los programas de mejoramiento genético y desarrollo de nuevas variedades adaptadas a la región.

Económica: La selección de genotipos de papa con alto rendimiento y buena calidad productiva contribuye a incrementar la productividad por hectárea, mejorar la rentabilidad y reducir los costos de producción, fortaleciendo así la estabilidad económica de los agricultores de la región. De esta forma, se promueve la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. En este sentido, los nuevos híbridos de papa evaluados en el presente estudio constituyen una alternativa prometedora para aumentar el rendimiento por hectárea mediante el uso de genotipos con alto potencial productivo.

Ambiental: La identificación de los genotipos con alta resistencia genética a enfermedades disminuye el uso de fungicidas químicos, reduciendo el impacto negativo en el medio ambiental y a la salud de las personas. Asimismo, el uso racional y eficiente de fertilizantes favorece la conservación del suelo y promueve una agricultura sostenible.

Social: El mercado actual demanda variedades de papa con alta calidad culinaria y adaptadas a diversos usos. En ese contexto, la evaluación y selección de nuevos híbridos con dicho potencial contribuye a satisfacer las demandas del consumidor, beneficiar directamente a los agricultores de la región de Cusco y fortalecer la seguridad alimentaria.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Alguno de los cuatro híbridos de papa es resistente a la *Phytophthora infestans* Mont. de Bary y *Alternaria solani* Sorauer y será potenciado en rendimiento con los niveles de fertilización.

3.2. Hipótesis específicas

- a. El nivel de fertilización alto 160-140-120 de NPK por hectárea produce el rendimiento más alto respecto a los otros niveles.
- b. Los híbridos presentan diferentes niveles de regresión y correlación entre sus características agronómicas de los híbridos en estudio con los niveles de fertilización.
- c. Entre los cuatro híbridos de papa sometidos a estudio, existe un híbrido que tiene la capacidad de resistencia al daño de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary y *Alternaria solani* Sorauer.
- d. Entre los cuatro híbridos de papa, existe variabilidad en la calidad culinaria.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Internacionales

Flores (2020), señala en su estudio titulado “Fertilización NPK, distribución de biomasa y número de minitubérculos de papa en invernadero”, en San José Barbabosa-Méjico con el objetivo de evaluar la respuesta de la papa (*Solanum tuberosum*) a la fertilización de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en la acumulación de biomasa, índice de cosecha y número de tubérculos, utilizando el diseño experimental San Cristóbal con 12 tratamientos. Los resultados fueron, con respecto a la biomasa total, varió de 9.88 a 13.1% en hoja; 1.83 a 4% tallo, 1.9 a 4.9% raíz, 0.8 a 1.31% estolón y de 77.6 a 83.6% en tubérculo. El tratamiento de fertilización con 250N-80P-300K mg L-1 obtuvo la mayor acumulación de biomasa total por planta, 63.54 g; para hoja, 6.78 g, tallo 2.36 g, estolón 0.5, raíz 1.2 g y tubérculos 52.56 g. Mientras el tratamiento que presentó el índice más alto de cosecha fue T2 (200N-30P-250K) con 0.83, sólo diferente a los tratamientos T7(100N; 130P; 350K) y T11(150N; 180P; 300K) con 0.77 y 0.78, respectivamente. El índice de cosecha no estuvo relacionado con el número de tubérculos por planta, pues los tratamientos con mayor número de estos fueron el T8 (200N-130P-250K) con 18.6 tubérculos y T12(150N-80P-400K) 18.2, con un índice de cosecha de 0.82, mientras el T3 con el mayor índice (0.83) solamente produjo 13.7 tubérculos por planta.

4.1.2. Nacionales

Alarcón (2021), indica en su estudio titulado “Búsqueda de resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en accesiones de papa nativa bajo condiciones de invernadero”, desarrollado en los invernaderos de la estación experimental del CIP – Lima, mediante 10 experimentos continuos instalados bajo un diseño completo al azar, utilizando el aislamiento de POX 067. Se analizaron los datos obtenidos mediante (AUDPC) y (rAUDPC) y posteriormente se

determinó el grado de susceptibilidad al patógeno según la Escala de Susceptibilidad a *P. infestans* propuesta por Yuen y Forbes (2009). Los resultados muestran que las accesiones de papa nativa evaluadas en este experimento presentan una amplia variación de respuesta a *P. infestans*, destacando 42 accesiones con resistencia igual o superior que los testigos, concluyendo que las accesiones seleccionadas como resistentes podrían usarse directamente como variedades resistentes por los agricultores o en programas de mejoramiento genético.

4.1.3. Locales

Contreras (2025), publicó que su trabajo de investigación titulado “Comparativo de rendimiento, evaluación preliminar de resistencia a enfermedades y calidad culinaria de ocho genotipos híbridos de papa (*Solanum tuberosum L.*) en K’ayra-Cusco”, que se realizó en la campaña agrícola de 2021-2022. Tuvo como objetivo general comparar la respuesta de rendimiento de tubérculo de ocho híbridos de papa NMG x Qoya CICA en su capacidad de rendimiento en tubérculo, resistencia a principales enfermedades y calidad culinaria, frente al progenitor femenino Qoya-CICA. Se utilizó el diseño estadístico DBCA, llegando a las siguientes conclusiones: Para el rendimiento de tubérculo de diez plantas no existe diferencia estadística entre los híbridos. El nivel de resistencia a *Phytophthora infestans* en el área foliar fue muy bueno, con una presencia mínima observada durante la fase de senescencia. En cuanto a *Alternaria solani* Sorauer, el híbrido H-118 demostró una buena resistencia, registrando una incidencia de solo el 5% de daño en la parte foliar. Para la calidad culinaria en los híbridos de papas fritas resaltaron los híbridos H-207, H-118, H-060, H-011, H-064 y el testigo Qoya CICA. Para la calidad culinaria de papas sancochadas resaltaron los híbridos H-015, H-060, H-011, H-207, H-118, H-077, H-084, H-064 y el testigo Qoya CICA.

Checya (2023), publicó en su tesis titulada “Evaluación de resistencia a la rancha, alternaria, roña e insecto esqueletizador en 70 híbridos de papa (*Solanum tuberosum L.*) bajo condiciones del Centro Agronómico K’ayra-Cusco”, con el objetivo de evaluar la respuesta de resistencia al daño de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary (rancha), *Alternaria solani* Sorauer (tizón temprano), *Spongopora subterránea* Wallroth Lagerheim ssp subterránea (roña) y *Tequistus Sp.* Smith (gusano esqueletizador) en 70 híbridos en su tercera generación clonal de la cruce KI-43//Mdo-2A X NEGRA-MG. Como conclusión, determinó que el índice de daño alcanzado de *Phytophthora infestans* en los 32 híbridos evaluados fue de 6% lo cual no supera el grado 1 de daño, además se identificaron 14 híbridos con un índice de daño del 0% en todas las evaluaciones y son: H-229, H-060, H-285, H-083, H-220, H-084, H-076, H-121, H-281, H-022, H-275, S/C, H-221, H-143. Lo que indica una resistencia. Respecto al daño de *Alternaria solani* en los 32 híbridos evaluados mostraron variabilidad alcanzando un índice de daño máximo de 38%, sin embargo 11 genotipos presentaron un índice de daño menor a 10% (lesiones muy leves) y de acuerdo al porcentaje de índice de daño de *Alternaria solani* se consideran resistentes y fueron: H-229, H-285, H-045, H-220, H-140, H-121, H-281, H-022, H-077, H-015, H-143.

Cosio & Catalan (2022), señalan en el “Expediente técnico de QOYA-CICA” que se viene utilizando material genético nativo en diferentes planes de cruzamiento. En la campaña agrícola 2021-2022 se liberó el genotipo KI-43//Mdo-2A como variedad denominada QOYA-CICA con la participación de la comunidad de Olones en el Distrito de Chincheros, es el resultado de la primera cruce de Micaela Bastidas/Yana Maqtillo, realizada en 1995, de esa cruce, se obtuvo el mejor clon denominado KI-43, el cual, después de 4 años de selección individual, este híbrido se utiliza para una nueva cruce con Morado Linli, en el año 2000, manteniéndose en procesos de evaluación y selección hasta 2021, de este material se seleccionó el clon superior KI-43//Mdo-2A. Esta variedad

de papa QOYA CICA presenta un rendimiento promedio de 39.950 t/ha, y una resistencia horizontal a *Phytophthora infestans* con un daño foliar máximo del 10% (grado 2 de severidad) y excelente calidad culinaria, en sancochado presenta una pulpa amarilla, sabor agradable, textura intermedia y pelado fácil; mientras que, en fritura, el color también es amarillo, con consistencia medianamente suave y un sabor igualmente agradable.

Ccallo (2020), publicó en su investigación sobre la evaluación y caracterización en F1 de la crusa KI-43//Mdo-2A x NEGRA-MG, de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Centro Agronómico K'ayra-Cusco, en la campaña agrícola 2016-2017 se realizó un nuevo cruzamiento entre KI-43//Mdo-2A con un cultivar nativo proveniente del distrito de Mariscal Gamarra, de la Provincia de Grau en Apurímac conocido como NEGRA-MG, cuyo cruce identificado con clave de KI-43//Mdo-2A X NEGRA-MG (QOYA-CICA x NEGRA-MG) de papa (*Solanum tuberosum* L. *ssp. andigena*), sobre un total de 317 segregantes, que tuvo el objetivo de evaluar las características morfológicas de la planta y tubérculo de la progenie F1 con el propósito de seleccionar los clones con un comportamiento agronómico superior desde la fase de semilla. Llegando a las siguientes conclusiones: Entre los 276 segregantes evaluados con alta superioridad por sus características morfológicas que mostraron hábitos erectos, tallos con pigmentación verde abundante y hojas disectadas. En cuanto a la calidad culinaria, se identificaron 14 segregantes con mejores propiedades culinarias, para tubérculos sancochados, el 55% mostró sabor agradable, el 32% color crema, el 42% textura ligeramente harinosa, el 39% con ligera desintegración y el 31% presentó una consistencia blanda. En Fritura, el 44% presentó un buen sabor, el 32% una apariencia regular, el 39% una harinosidad externa ligeramente crocante, el 35% con ligera harinosidad interna, el 47% de color externo dorado claro y el 36% de un color interno menos blanco, opaco. Respecto al rendimiento se seleccionaron 14 clones superiores, con altos rendimientos que

oscilaron un máximo de 2.40 kg/planta y mínimo de 0.68 kg/planta, equivalentes a una estimación de rendimiento en t/ha hasta un máximo de 6 TM/Ha y un mínimo de 1.70 t/ha.

Altamirano (2023), publicó en su investigación titulada “Comparativo de rendimiento de tres genotipos de papa resistentes a *Phytophthora infestans* Mont. de Bary con tres niveles de fertilización, bajo condiciones de K’ayra - San Jerónimo, Cusco”, reporta que la variedad de papa QOYA CICA alcanzó un rendimiento de 24.898 t/ha, sin mostrar interacción significativa con los niveles de fertilización, lo que refleja su alta capacidad de estabilidad frente las condiciones ambientales. En cuanto a la producción de tubérculos por categoría comercial, se obtuvieron 9.797 t/ha en la primera categoría, 9.393 t/ha en la segunda categoría y 5.708 t/ha en la tercera categoría. Asimismo, se registró un índice de daño del 12% por *Phytophthora infestans*, considerándose resistente, y un 20.20% por *Alternaria solani*.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Origen de la papa

Tapia & Fries (2007), señalan que el principal centro de domesticación de las diferentes especies de papas es la región andina y más específicamente el sur del Perú y la región colindante de Bolivia, esta zona no solamente constituye el alimento básico para miles de familias andinas, sino también ha convertido a la papa un alimento esencial para millones de personas en todo el mundo. Asimismo, un segundo centro de origen se ubica en la isla de Chiloé, en el sur de Chile.

Borda (2008), indica que la papa se cultiva desde hace alrededor de 8,000 años y su lugar de origen ha sido muy discutido a lo largo del tiempo. En la actualidad existe una certeza que proviene de la región andina, probablemente de Perú, y la isla Chiloé, ubicada al sur de Chile.

4.2.2. Clasificación taxonómica de la papa

Siguiendo la clasificación filogenética propuesta por Cronquist (1997), citado por Altamirano (2023), el cultivo de papa corresponde a:

Reino : Vegetal

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Sub-clase : Asteridae

Orden : Solanales

Familia : Solanaceae

Género : Solanum

Especie : *Solanum tuberosum* ssp

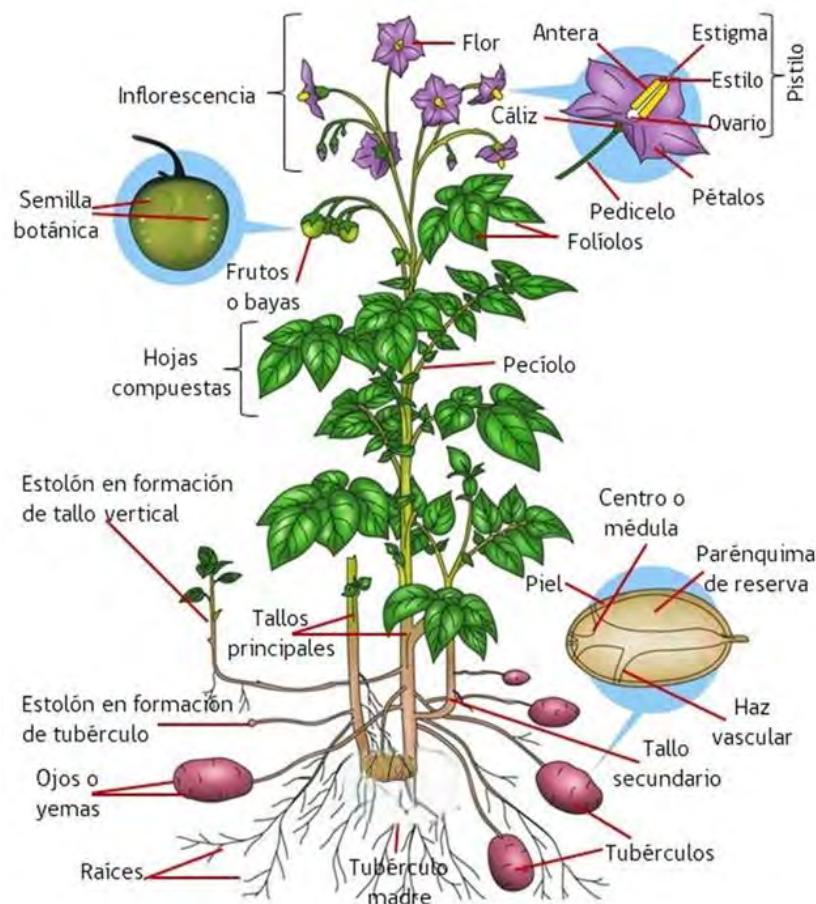
Sub especie : *andigena*

Nombre común : Papa

4.2.3. Descripción morfológica de la papa

Figura 1

Morfología de la planta de papa



Nota: Huarte & Silvia (2013), la planta de papa y sus partes. Adaptada del CIP.

4.2.3.1. La raíz

Otiniano (2017), señala que la raíz es la estructura subterránea encargada de absorber agua y sales minerales que se origina en los nudos de los tallos subterráneos formando un sistema radicular fibroso.

Huamán (1986), indica que las plantas de papa pueden originarse tanto de semillas como de tubérculos. Cuando germinan a partir de semilla botánica, forman una raíz axonomorfa frágil

con ramificaciones laterales, mientras que, si provienen de tubérculos, primero generan raíces adventicias en la base de cada brote y posteriormente en los nudos subterráneos del tallo pudiendo ocasionalmente se forman en los estolones y en comparación con otros cultivos, la papa desarrolla un sistema radicular frágil por lo que requiere suelos con condiciones físicas y químicas adecuadas para su óptimo crecimiento.

4.2.3.2. El brote

Huamán (1986), menciona que los brotes se originan a partir de las yemas ubicadas en los ojos del tubérculo y su color varía según la variedad siendo un rasgo característico que pueden presentarse tonalidades blancas, una coloración parcial en la base o el ápice, o estar casi completamente pigmentados. En el caso de los brotes blancos, al exponerse a la luz difusa adquiere un tono verde. El extremo basal del brote que se convierte en la parte subterránea del tallo y se distingue por la presencia de lenticelas. Tras la siembra esta parte desarrolla rápidamente raíces y posteriormente estolones o tallos laterales. Por otro lado, el extremo apical del brote es el responsable del crecimiento del tallo y la formación de hojas.

4.2.3.3. El tallo

Otiniano (2017), señala que la papa presenta tres tipos de tallos, uno aéreo sobre el cual se desponen las hojas y dos tallos subterráneos, los estolones y los tubérculos. El tallo principal surge a partir del brote del tubérculo-semilla y da lugar a los tallos secundarios desde las yemas nodales. El tallo estolonífero está compuesta por brotes laterales que emergen en la base del tallo aéreo. Por su parte el tubérculo es un tallo modificado que se desarrolla en el extremo del estolón y cumple la función de almacena almidones y azúcares.

Huamán (1986), manifiesta que el tallo de la papa consta de tallos aéreos, estolones y tubérculos. Las plantas que surgen de semillas botánicas desarrollaran un solo tallo principal,

mientras que las provenientes de tubérculos pueden generar múltiples tallos. Los tallos laterales son ramificaciones del tallo principal y mediante el corte transversal pueden presentarse formas entre circulares y angulares a menudo en las márgenes angulares pueden formarse alas o costillas cuales pueden ser rectas, onduladas o dentadas. Generalmente el tallo es de color verde, aunque ocasionalmente pueden adquirir tonalidades marrón-rojizos o morados, además, pueden ser sólidos o parcialmente tubulares debido a la desintegración de las células internas. Las yemas que se desarrollan las axilas de las hojas pueden dar origen a tallos laterales, estolones, flores e incluso en ocasiones tubérculos aéreos.

4.2.3.4. La hoja

Otiniano (2017), menciona que las hojas son compuestas con entre 7 a 9 foliolos y cumple la función de captar y transformar la energía lumínica en energía alimenticia además la cantidad de foliolos de la hoja determina la cantidad de hojas. Por su parte, Egusquiza (2000) destaca que la superficie foliar es la principal fuente de energía utilizada por la planta para su crecimiento, desarrollo y almacenamiento que influye directamente la producción.

Huamán (1986), manifiesta que las hojas de papa están dispuestas en espiral a lo largo del tallo y son compuestas, es decir un raquis central con varios foliolos. Cada raquis puede contener múltiples pares de foliolos laterales primarios y un folíolo terminal. La sección del raquis debajo del par inferior de foliolos primarios se llama pecíolo, el cual puede unir cada folíolo mediante un pequeño peciolulo o en su ausencia unir directamente formando un foliolo sésil. En ocasiones la disposición regular de los foliolos primarios se ve interrumpida por la presencia de foliolos secundarios más pequeños. En la base de cada pecíolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas pseudoestípulas. Además, desde el punto de inserción del pecíolo, pueden extenderse hacia abajo denominada las alas o costilla.

4.2.3.5. Inflorescencia, flor

Egusquiza (2000), señala que la flor es una estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual y desde el punto de vista agrícola, es fundamental para diferenciar y reconocer las variedades. Las flores se agrupan en inflorescencias cuyos elementos son: cáliz, corola, columna de anteras, estigma, botón floral, pedicelo superior, pedicelo inferior, flor y pedúnculo floral. Cada flor se ubica en el extremo final de las ramificaciones del pedúnculo floral o pedicelos, los cuales están divididos en dos partes por una articulación de pedicelos o codo de abscisión.

Huamán (1986), indica que el pedúnculo de la inflorescencia generalmente suele dividirse en dos ramas, cada una de las cuales se subdividen en otras dos ramas, formando una inflorescencia de tipo cimosa. De estas ramas de inflorescencia emergen los pedicelos en cuyos extremos superiores se encuentran los cálices. Cada pedicelo cuenta con una articulación que facilita la caída de las flores o frutos del tallo y en algunas variedades cultivadas pueden presentar pigmentación. Las flores de la papa son bisexuales, es decir contienen ambos sexos y poseen las cuatro partes esenciales de una flor como cáliz, corola, estambres y pistilo.

4.2.3.6. El fruto y la semilla

Otiniano (2017), indica que el fruto es una pequeña baya que se forma por el desarrollo del ovario y se conoce como la semilla sexual o semilla botánica, producto del óvulo fecundado, desarrollado y maduro. Cada semilla tiene la capacidad de dar origen a una nueva planta y si se aprovecha adecuadamente puede producir cosechas satisfactorias.

Huamán (1986), señala que cuando el ovario es fertilizado, se desarrolla y se convierte en un fruto llamado baya que contiene numerosas semillas. Usualmente este fruto tiene una forma esférica, aunque en algunas variedades pueden ser ovoide o cónico. Su color generalmente es verde pero en ciertas variedades cultivadas pueden presentar puntos blancos o con pigmentación, así

como franjas o áreas pigmentadas. La cantidad de semillas por fruto puede superar las 200, dependiendo de la fertilidad de cada variedad. Las semillas de papa son pequeñas de forma ovalada y plana, y están cubiertas por una capa protectora llamada testa, que protege tanto al embrión como el endosperma, un tejido nutritivo de reserva.

4.2.3.7. El estolón

Egusquiza (2000), señala que el estolón es un tallo subterráneo que se origina a partir de la yema del tallo subterráneo y posee una forma de gancho en su parte extremo. Su función principal es el transporte de sustancias azucaradas desde las hojas hasta los tubérculos donde se almacenan en forma de almidones, además el número y longitud de los estolones varía depende de la variedad, el número de tallos subterráneos y de las condiciones de crecimiento.

Huamán (1986), menciona que los estolones de la papa son tallos laterales que se extienden horizontalmente por debajo del suelo, surgidas de yemas en la parte subterránea de los tallos. Las variedades de papas silvestres suelen tener estolones largos, pero en el mejoramiento de la papa se busca obtener estolones más cortos. Estas ramificaciones tienen la capacidad de formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal, aunque no todos los estolones logran este desarrollo. En ausencia de cobertura de suelo, un estolón puede transformarse en un tallo vertical con follaje normal.

4.2.3.8. El tubérculo

Egusquiza (2000), señala que el tubérculo es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía en forma de almidones, además representa el fruto agrícola producto del trabajo, dedicación, responsabilidad y de las condiciones ambientales favorables en las que se ha desarrollado.

Huamán (1986), indica que los tubérculos son tallos modificados y constituyen uno de los órganos esenciales de almacenamiento de la planta. Cada tubérculo posee dos extremos: un extremo basal que se conecta al estolón conocido talón y otro extremo opuesto denominado apical o distal. En su superficie los tubérculos presentan ojos dispuestos en espiral, los cuales se concentran hacia el extremo apical y están ubicadas en las axilas de hojas escamosas llamadas “cejas”, aunque según la variedad las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo contiene múltiples yemas que pueden llegar a desarrollarse para originar un nuevo sistema de tallos principales, tallos laterales y estolones. Por lo general, cuando el tubérculo alcanza la madurez, las yemas de los ojos permanecen en estado de reposo y con el tiempo las yemas del ojo apical son las primeras en activarse, esta característica se denomina dominancia apical, pero dependiendo de la variedad, para posteriormente las yemas de los otros ojos también se desarrollan para convertirse en brotes.

4.2.4. Rendimiento del cultivo de papa

Poehlman & Allen (2003), indican que el rendimiento de tubérculos está determinado por el número de estos órganos que se producen en cada planta y por el peso individual. El número de tubérculos por planta oscila entre tres a 10. Para optimizar el rendimiento de tubérculos es fundamental considerar la respuesta de las plantas al fotoperiodo ya que los días largos y la temperatura moderada favorecen el crecimiento vegetativo, mientras que los días calurosos y prolongados estimulan el desarrollo de los estolones, por otro lado, un rendimiento óptimo se obtiene cuando el crecimiento vegetativo es inducido por los días largos seguido de un periodo de días cortos que activan la tuberización. Además, la cantidad de follaje tiene un impacto en el rendimiento. La respuesta al fotoperiodo es una característica hereditaria que depende de la acción numerosos de genes.

4.2.4.1. Rendimiento mundial de la papa

FAO (2023), señala que el año 2023, Estados Unidos se posiciona como el país con el mayor rendimiento de papa a nivel mundial con una 51.45 tn/ha, seguido Nueva Zelandia, Dinamarca, Alemania, Francia, Australia, Bélgica, Países Bajos, Canadá y Reino Unido alcanzaron altos rendimientos gracias a su avanzada desarrollo de tecnología agrícola, uso intensivo de riego, fertilización y variedades mejoradas de papa.

Tabla 1

Rendimiento de papa a nivel mundial

Nº	Países	Rendimiento 2023 (t/ha)
1	Estados Unidos	51.45
2	Nueva Zelandia	50.88
3	Dinamarca	45.13
4	Alemania	43.85
5	Francia	42.19
6	Australia	42.07
7	Bélgica	42.03
8	Países Bajos	41.79
9	Canadá	41.77
10	Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda	40.87
11	Jordania	40.23
12	Irlanda	39.24
13	Sudáfrica	38.04
14	Türkiye	37.77
15	Kuwait	37.65
16	Palestina	36.25
17	Suecia	36.00
18	Argentina	35.98
19	Níger	35.6
20	Israel	34.83

Nota: Adaptado de FAOSTAT (2023)

4.2.4.2. Rendimiento de papa en América Latina

La FAO (2023), señala que en 2023; los países EEUU, Canadá, Argentina, Brasil, El Salvador, México y Chile sobresalen por su alto nivel de tecnificación agrícola, uso de fertilizantes, abonos, sistemas de riego eficientes y variedades mejoradas, lo que refleja rendimientos elevados. El Perú ocupó el puesto 15 entre 21 países de América con un rendimiento bajo pero estable, situándose en los últimos puestos de la región. Esto sugiere la necesidad de mejorar prácticas de manejo, acceso a tecnologías y sistemas de riego.

Tabla 2

Rendimiento de papa en países de América Latina

Nº	Países	Rendimiento 2023 (t/ha)
1	Estados Unidos	51.45
2	Canadá	41.77
3	Argentina	35.98
4	Brasil	33.93
5	El Salvador	32.04
6	México	31.97
7	Chile	29.09
8	República Dominicana	28.71
9	Panamá	26.21
10	Costa Rica	26.18
11	Colombia	22.78
12	Uruguay	22.65
13	Venezuela	19.96
14	Nicaragua	18.01
15	Perú	17.32
16	Cuba	16.67
17	Honduras	15.03
18	Paraguay	14.95
19	Ecuador	14.56
20	Haití	12.70
21	Bolivia	5.59

Nota: Adaptado de FAOSTAT (2023)

4.2.4.3. Rendimiento del cultivo de papa en el Perú

MINAGRI (2020), indica que el 2019, las regiones de Ica, Arequipa y Lima registraron los mayores rendimientos de papa, los cuales dependen directamente con el manejo del cultivo, ya que en la Costa se usa el riego y en la Sierra se cultiva en secano. Por otro lado, regiones como Cusco presenta bajos rendimientos debido al cultivo en secano (sin riego), limitaciones en acceso a tecnología y condiciones climáticas desfavorables. A nivel nacional, el rendimiento promedio de papa es de 15 y 16 t/ha, lo que reflejando una limitada tecnificación agrícola en el país.

Tabla 3

Nivel producción y rendimiento de papa por región

Región	Producción (toneladas)				Rendimiento promedio (tn/ha)		
	2017	2018	2019	% particip.	2017	2018	2019
Nacional	4.803	5.121	5.389		15	16	15
Puno	743	798	839	15.60%	12	13	14
Huánuco	668	644	717	13.30%	16	16	17
La Libertad	467	497	542	10.10%	20	20	21
Cusco	388	394	440	8.20%	13	13	14
Apurímac	412	438	415	7.70%	20	17	18
Junín	366	395	395	7.30%	16	16	16
Ayacucho	310	425	369	6.80%	15	18	17
Cajamarca	289	356	347	6.40%	12	13	13
Arequipa	337	329	338	6.30%	35	36	35
Huancavelica	262	242	329	6.10%	11	11	11
Pasco	176	165	171	3.20%	19	18	19
Lima	88	123	143	2.60%	22	23	26
Ica	129	118	134	2.50%	32	35	37
Ancash	77	90	101	1.90%	11	11	11
Amazonas	53	69	71	1.30%	15	18	19
Piura	19	16	22	0.40%	10	10	11
Tacna	8	10	8	0.10%	19	19	19
Moquegua	7	7	7	0.10%	13	13	12
Lima	1	1	1	0%	28	29	30
Lambayeque	5	4	1	0%	12	7	8

Nota: Adaptado de MINAGRI (2020), análisis de mercado.

4.2.4.4. Rendimiento de papa en la región Cusco

De acuerdo con el portal Agrario, el rendimiento de papa muestra una tendencia creciente, destacándose la provincia de Paucartambo, como una de las que obtienen los mejores rendimientos en la región del Cusco. Sin embargo, existe una variabilidad alta entre localidades, lo que indica una desigualdad en el acceso a recursos productivos como insumos, tecnología agrícola. Esta situación resalta la necesidad de intervenciones focalizadas para impulsar el rendimiento en las zonas con menor productividad.

Tabla 4

Rendimiento de papa en Cusco

Localidades de Región Cusco	Rendimiento (t/ha)
Paucartambo	17.533
Chumbivilcas	16.4
Urubamba	15.118
Anta	14.973
Paruro	14.607
Cusco	12.472
Quispicanchis	12.308
Canchis	11.305
Acomayo	10.26
Canas	10.098
Calca	9.233
Espinar	7.605
La Convención	7.50
Promedio	12.204

Nota: Portal Agrario Cusco 2018 – 2019

4.2.5. Riqueza potencial para el mejoramiento genético

Estrada (2000), señala que la diversidad de especies y variedades primitivas nativas tiene un potencial único de mejoramiento. Sin embargo, se requiere más tiempo para evaluar directamente o mediante cruzamientos, otras características en las especies o clones que pueden

revelar los factores epistáticos que aparecen con frecuencia en la papa cuando se efectúan nuevas combinaciones. A pesar de las diferencias de ploidía, las ocho especies cultivadas en los Andes, pueden usarse en cruzamientos sexuales, debido a la capacidad de polinización de la ploidía y triploides, lo que representa un recurso genético único en el mundo para mejorar las papas cultivadas con más de 400 cultivares mantenidos en la colección del CIP. Las especies silvestres se encuentran resistencias a las plagas y enfermedades de la papa como hongos, bacterias, virus nematodos e insectos dañinos, así como resistencia a heladas y sequías, y caracteres para mejorar el procesamiento la forma, el tamaño y el color de los tubérculos.

4.2.6. Objetivos para mejoramiento genético

Alvarez & Cespedes (2017), mencionan que el principal fin que persigue la mayoría de los mejoradores de plantas es el aumento de rendimiento. Algunas veces esto se logra no mediante mejoras específicas como la resistencia a plagas y enfermedades, sino mediante la obtención de variedades básicamente más productivas como resultado de una eficiencia fisiológica.

Montaldo (1984), afirma que el mejoramiento en papas puede agruparse en: rendimiento, calidad, resistencia a enfermedades y plagas. Las nuevas variedades deben tener un rendimiento igual o superior a los existentes, de lo contrario será muy difícil su introducción. Y se benefician de la heterosis cuando los progenitores son menos emparentados. La calidad depende y se basa en alto contenido en materia seca, que no se ennegrezca y deshaga cuando conservación, que no se pierda mucho al pelarla, que tenga buena conservación y que la pulpa tenga un determinado color. En Latinoamérica se prefieren las variedades autóctonas. Actualmente con el avance de la industrialización prefiere las variedades con alta materia seca, bajas en azúcar y de buena conservación. Para resistencia a enfermedades y plagas es esencial tener una clara evaluación económica del daño y así poder determinar la resistencia y limitarse a una o dos enfermedades para

lograr resultados positivos. Pero se debe trabajar preferiblemente hacia la resistencia de campo o poligénica por el problema de especialización cada día creciente de los patógenos.

4.2.7. Mejoramiento genético de la papa

Pumisacho & Sherwood (2002), mencionan que el mejoramiento consiste básicamente en cruzamientos de germoplasma local e introducido de varios orígenes y la identificación de clones promisorios. Hoy en día, el proceso involucra actividades en estaciones experimentales y en el campo con la participación activa de productores y usuarios de la cadena agroalimentaria, mediante la metodología de investigación participativa. Los objetivos del mejoramiento genético de la papa en el país se orientan al desarrollo de variedades precoces, resistentes al tizón tardío, con altos rendimientos y una alta calidad comercial y culinaria.

Estrada (2000), indica que uno de los objetivos esenciales en el mejoramiento de la papa es lograr la resistencia enfermedades plagas y factores abióticos, ya que son un impacto severo afectan en la cantidad y la calidad de producción. Algunos factores genéticos están involucrados en esta resistencia. La facilidad o dificultad de obtener material resistente en general para obtener la resistencia a enfermedades causados por hongos en el follaje exige mayor esfuerzo debido a la mayor variabilidad genética de los patógenos y su capacidad de mutación como ejemplo el tizón tardío de la papa, etc. Además, la selección natural de biotipos adaptables a nuevas condiciones y resistencias a factores abióticos está controlada por numerosos genes.

Montaldo (1984), indica que el mejoramiento genético en papa debe basarse en dos requisitos fundamentales:

- 1) Poseer una adecuada variabilidad genética que motive la selección.
- 2) Hacer una selección eficiente.

Esta selección debe estar orientada hacia objetivos definidos y por lo tanto el mejorador debe conocer bien cuáles son los principales problemas en el cultivo y cuáles los secundarios.

4.2.8. Hibridación en papa

Pumisacho & Sherwood (2002), señalan que la recombinación de genes se produce como resultado de la reproducción sexual. En función del problema que se desea atacar y los objetivos de mejoramiento, se necesita identificar a los progenitores (genes deseables), que se encuentran en bancos de germoplasma de variedades locales y silvestres. Diversas fuentes de resistencia a las principales limitantes de la producción de papa han sido identificadas en cultivares silvestres, nativas y cultivadas. La papa, a través de la reproducción sexual produce una descendencia altamente variada. Como resultado, se considera cada semilla genéticamente diferente. Por ello, las plantas seleccionadas a partir de la crusa son multiplicadas individualmente por vía vegetativa (clon). Una vez fijado el carácter deseado, se inicia un programa de pruebas regionales de adaptación, de rendimiento y calidad de los tubérculos, con la participación de agricultores y consumidores.

4.2.8.1. Obtención de un híbrido en papa

Estrada (2000), menciona que la hibridación sexual es el principal método de mejoramiento genético en papa, ya que permite obtener progenies segregantes con amplia variabilidad, facilitando la seleccionar genotipos con características deseables. Dado que la papa, tanto cultivada como silvestre, es altamente heterocigótica y se propaga vegetativamente, la fijación de las características deseables de la F₁ que se buscan en un nuevo híbrido.

CIP (1989), señala que la producción de semilla sexual en papa se desarrolla en cinco etapas, las cuales son las siguientes:

a) Siembra y manejo de los progenitores

Esta fase comienza con la selección de los progenitores masculinos y femeninos con características genéticas y fenotípicas apropiadas. Se siembran tubérculos sanos, primero los machos y dos semanas después las hembras, en una proporción de 1:2 durante la intensidad del período de floración de los progenitores. El cultivo se maneja con altas dosis de nitrógeno para un crecimiento vigoroso y soportes para las plantas femeninas debido al peso de las bayas.

b) Recolección de las flores masculinas, extracción y almacenamiento del polen

Durante la floración de los progenitores masculinos, se recolectan las flores por la mañana para garantizar un óptimo estado de las flores y obtener un mayor rendimiento de polen. Una vez recolectadas las flores, se doblan los pétalos, se separa el pistilo y las flores se dejan secar. Luego se extrae el polen con la ayuda de un vibrador, se colecta en cápsulas de gelatina y se conserva en refrigeración a 5 °C por una semana o a -12 °C para periodos prolongados, utilizando sílica gel. Posteriormente, este polen se utiliza en la polinización de los progenitores femeninos.

c) Emasculación y polinización

La emasculación consiste en retirar las anteras de las flores que serán polinizadas, con el fin de evitar la autopolinización. Luego, se realiza la polinización, que consiste en colocar el polen sobre el estigma de las flores del progenitor femenino para lograr la fertilización y la fecundación. Esta práctica se recomienda efectuarla diariamente en horas tempranas durante un período de dos a tres semanas, limitando la polinización hasta el segundo o tercer nivel de inflorescencia y un máximo de 10 flores por inflorescencia, para prevenir la formación de bayas pequeñas o inmaduras. La fecundación se confirma al tercer día, cuando los pétalos comienzan a marchitarse. En esta etapa

es muy importante un adecuado suministro de agua, una fertilización nitrogenada y el control de de factores climáticos adversos.

d) Cosecha de bayas

Una vez fecundadas las flores de los progenitores femeninos, se inicia la fructificación o formación de los frutos o bayas. Cuando las bayas han alcanzado un desarrollo adecuado y están maduras, se procede a la cosecha entre seis a ocho semanas después de la polinización, que consiste en cortar todo el racimo de bayas. El tamaño, número de bayas por planta y entre otros factores del progenitor femenino dependen de la calidad del polen, la nutrición y las condiciones climáticas.

e) Extracción y procesamiento de la semilla

Esta es la etapa final de la producción de la semilla y las bayas se dejan madurar hasta blandirse, se trituran y lavan para separar las semillas, las cuales se desinfectan con hipoclorito de sodio (0.5%), se secan bajo sombra y se almacenan en bolsas de papel laminado a 5 °C hasta finalizar su dormancia.

4.2.9. Características deseables de los nuevos híbridos

CIP (1989), asegura de la papa que se deben combinar cualidades de resistencia a las plagas y enfermedades, características del tubérculo y calidad de procesamiento. El material seleccionado para los progenitores evaluados y seleccionados por sus efectos favorables sobre la habilidad combinatoria de caracteres poligénicos en el Perú y Brasil se seleccionó por el CIP clones precoces de rendimiento alto, resistencia al tizón temprano, alto contenido de materia seca, excelentes cualidades de procesamiento (Hojuelas, Papas fritas), resistencia al PLRV (Potato Leaf Roll Virus), inmunidad al PVY (Potato Virus yellow).

Montaldo (1984), señala que es necesario tener una clara evaluación económica del daño que causan las plagas y las enfermedades y así poder determinar resistencia hacia qué plagas y qué enfermedades deberá trabajarse. Este objetivo debe, en lo posible, estar confinado a una o dos enfermedades para lograr algún resultado positivo. Se debe trabajar preferiblemente hacia resistencia de campo o poligénica por el problema de la especialización cada día creciente de los patógenos.

Alonso (2001), citado por Altamirano (2023), indica que los primeros criterios que se han considerado prioritarios durante mucho tiempo han sido el rendimiento la sensibilidad a enfermedades y calidades de presentación de tubérculos (forma, tamaño, color de piel y de carne, profundidad de los ojos, etc.). Secundariamente se tenían en cuenta otros parámetros como la precocidad, aptitud para la conservación, la resistencia a los golpes durante el transporte manipulación, así como las cualidades culinarias y de sabor. Además, agrega que los primeros esfuerzos de los seleccionadores se centraron principalmente en el rendimiento y resistencia a las enfermedades. Todos los mejoradores tienen por presente la resistencia al hongo *Phytophthora infestans* que se escapó de México e invadió Europa hacia 1845, en aquella época se consiguió combatir esta plaga realizando hibridaciones o cruzamientos intraespecíficos. Más tarde tuvieron lugar los primeros cruzamientos interespecíficos; de esta manera han surgido las variedades conocidas actualmente.

4.2.10. Variedades y sus propiedades

Christiansen (1967), citado por Altamirano (2023), indica que en todo el mundo se han desarrollado muchos cultivares de papa que actualmente se cultivan comercialmente. Los nombres y características de las variedades pueden encontrar en catálogos, libros o folletos, sin embargo, es importante considerar en qué condiciones ambientales se han comprobado esas características

dadas, ya que el comportamiento de una variedad puede ser variable en diferentes ambientes. Solo algunas características son independientes de las condiciones agrícolas y climáticas, mientras en la mayoría varían grandemente con las condiciones ambientales, por otro es fundamental ensayar y evaluar las variedades antes de introducirlas en un lugar diferente al de su país de origen. Algunas propiedades de las nuevas variedades son las siguientes como color de la piel, color de la carne, forma de los tubérculos, profundidad de los ojos y resistencia a ciertas enfermedades.

4.2.11. Características de una variedad

Christiansen (1967), citado por Altamirano (2023), destaca la importancia de las características de una variedad de papa para su evaluación y selección adecuada. Se enfatiza las características específicas de una variedad en determinadas condiciones de cultivo requiere prestar atención especial a los rasgos que son influenciados por el entorno. Esto se debe a que los caracteres más estables pueden ser obtenidos de otros lugares donde se haya cultivado la misma variedad. Las principales características que deben considerarse en una variedad de papa son:

Rendimiento

- Emergencia
- Desarrollo vegetativo
- Número de tallos
- Iniciación de la tuberización
- Madurez o duración del ciclo
- Número medio de tubérculos por planta

Calidad del tubérculo

- Color de la piel
- Color de la carne

- Forma de los tubérculos
- Tamaño medio de los tubérculos
- Profundidad de ojos contenido en materia seca
- Calidad culinaria para cocer
- Calidad para freír en chips
- Calidad para freír en french fries
- Sensibilidad al golpeo

Calidad de conservación

- Duración del periodo de latencia
- Desarrollo de brotes
- Susceptibilidad a podredumbres tanto húmedas como secas
- Susceptibilidad a podrirse después de trocear

Resistencia a enfermedades

- Rancha o tizón tardío
- Mildiu en vegetación
- Mildiu en tubérculo
- Alternaria o tizón temprano
- Sarna
- Nematodo (Globodera)
- Enrollado (PLRV)
- Virus Y (PVY)

Tolerancia a problemas agroclimáticos y fisiológico

- Segundos crecimientos
- Brotes filiformes y pequeños tubérculos
- Sequía
- Altas temperaturas
- Vientos

4.2.12. Herencia de la calidad y producción

Montaldo (1984), indica que muchos de los caracteres de las papas se heredan en forma cuantitativa y existe muy poca información sobre su forma de herencia.

Christiansen (1964), citado por Altamirano (2023), afirma que la herencia de ciertas cualidades, las variedades tempranas se caracterizan por el rápido crecimiento del tubérculo. El cruzamiento de dos variedades precoces, da alto porcentaje de clones precoces, de estolones cortos, aunque el porcentaje puede variar considerablemente. Por otro lado, los cruzamientos entre variedades precoces y variedades tardías pueden variar mucho. Las tardías cruzadas entre sí, dan muy pocas plantas precoces, siendo elevado el porcentaje de estolones muy largos. Clones demasiado precoces muchas veces son poco vitales, tienen reducida formación de raíces y de follaje y pocas veces son resistentes a *Phytophthora infestans*. Estolones largos son cualidad hereditaria muy fuerte, así como gran número de tubérculos. Hay fuerte correlación negativa entre el número de tubérculos y su tamaño. Pocas variedades tardías pueden producir gran número de tubérculos de tamaño suficiente. Comercialmente se prefiere variedades con un número más reducido de tubérculos y de tamaño regular. Sucede que hay variedades con tubérculos pequeños y de gran calidad; ejemplo: "la amarilla, la limeña" o "amarilla goniocalyx".

4.2.13. Fase fenológica

Yzarra & Lopez (2017), mencionan que una fase fenológica es el período en el cual los órganos de las plantas aparecen, se transforman o desaparecen. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica.

Ladrón de Guevara (2005), señala que una fase fenológica son los rasgos o cambios morfológicos cíclicos que experimenta las plantas debido a la influencia ambiental, como la aparición, la transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales. La fecha de aparición de las fases depende de dos condiciones esenciales:

- Las características intrínsecas de la especie o variedad considerada
- Las condiciones ambientales, principalmente el clima o el tiempo

La fase se considera como un aspecto de tipo fisiológico, implican la aparición y transformación progresiva de los diferentes órganos de una planta, adoptando distintos nombres según la especie.

4.2.13.1. Fase fenológica de la papa

El CICA (2022), menciona que las principales características fases fenológicas de la nueva variedad QOYA-CICA, son las siguientes:

- Brotamiento: Tiene un periodo de latencia promedio de cuatro meses, presenta dominancia apical.
- Emergencia: Tiene emergencia precoz, ocurre a los 22 días después de la siembra.
- Vegetativa de crecimiento: Esta fase de crecimiento hasta inicio de formación de botón floral dura 70 días, momento en que se ha observado inicio de tuberización.

- **Floración:** Entre la formación de botones florales y floración solo demora 12 días, alcanzando la plena floración a los 85 días después de la siembra. En esta fase la planta alcanza todo su desarrollo foliar y tallos, número de estolones y tubérculos. La floración ocurre en una sola etapa, formándose inflorescencia solo en los tallos principales, por lo tanto, la floración en este cultivar es escasa.
- **Senescencia:** El inicio de la senescencia ocurre en promedio a los 120 días. Esta fase es un intervalo bastante prolongado, la resistencia plagas y enfermedades permite una maduración paulatina a los tubérculos, en los que alcanza la madurez plena.
- **Madurez completa:** Los tubérculos tienen la epidermis o cáscara consistente o completamente adheridas (no se despelleja). Los estolones están secos y los tubérculos se separan de estos. Alcanzando su madurez comercial a los 150 días.

Figura 2

Fases fenológicas de la papa (híbridos en estudio)



Brotamiento	Emergencia	Vegetativa de crecimiento	Floración	Senescencia

4.2.14. Principales enfermedades de la papa

4.2.14.1. Tizón tardío o *Phytophthora infestans* de la papa

4.2.14.1.1. Descripción de la enfermedad

Torres (2002), menciona que el tizón tardío de la papa, causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es la enfermedad de plantas más devastadoras en la historia de la humanidad. Está presente en todas las áreas del cultivo de papa y es considerada la más importante para este cultivo. Cuando no se controla adecuadamente el uso planificado de fungicidas y las condiciones de temperaturas fluctúan entre 12 a 15°C con una humedad relativa es de 95 a 100% que son óptimas para el desarrollo del patógeno, el tizón tardío puede causar pérdidas totales en un plazo de 10 a 15 días.

4.2.14.1.2. *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary en el Perú

Egusquiza & Apaza (2003), manifiesta que en el Perú la papa se produce en tres campañas agrícolas que varían según la altitud. En la zona baja (0 a 500 msnm), la cosecha se realiza en la ausencia de lluvias y con baja humedad relativa; en la zona media (500 a 3000 msnm) se produce bajo riego durante la ausencia de lluvias; en la zona alta (3000 a 4000 msnm.) la producción se realiza principalmente en el periodo de lluvias y la presencia de *P. infestans* varía de acuerdo a la altitud y nivel de pluviosidad. Una encuesta realizada entre especialistas de papa de diversas regiones del país, revelo que la incidencia de *P. infestans* es alta en el 42% de la superficie cultivada. Debido a su geográfica y condiciones climáticas por la cordillera de los andes y la corriente marina de Humboldt, En Perú se siembra y se cosecha papa durante todo el año en distintas proporciones, Por ello la resistencia genética de los cultivares es, por tanto, un componente esencial del manejo integrado de la enfermedad.

4.2.14.1.3. Clasificación taxonómica de *Phytophthora infestans*

Raven, Evert y Eichhorn (1999), Erwin y Ribeiro (1996), citado por Checya (2023), corresponde a la siguiente clasificación:

Reino : Cromista (grupo Stramenophyle)

Phylum : Oomycota

Clase : Oomycete

Subclase : Peronosporomycetidae

Orden : Pythiales

Familia : Pythiaceae

Género : Phytophthora

Especie : *Phytophthora infestans* Mont. de Bary

Nombre común : Tizón tardío, rancha

4.2.14.1.4. Biología de *Phytophthora infestans* Mont. De Bary

Kamoun (2002), citado por Quispe (2019), destaca la importancia de entender las bases moleculares de su patogenicidad, centrándose en los efectores, moléculas que manipulan a sus huéspedes. La identificación de genes relacionados con la virulencia y avirulencia, junto con el desarrollo de herramientas computacionales para su análisis, son cruciales para combatir esta enfermedad. El enfoque de Kamoun en la genómica funcional ha permitido descubrir nuevos genes efectores y blancos para fungicidas en *P. infestans*, identificando enzimas degradantes, proteínas extracelulares y genes regulados durante la infección. La reproducción tanto sexual como asexual de *P. infestans* contribuye a su adaptabilidad, pero la propagación asexual ha causado brotes

epidémicos con graves consecuencias económicas y sociales. El trabajo de Turkesteen (s.f.) complementa esta comprensión al describir los tipos de esporas producidas por *P. infestans* y su función en su ciclo de vida, desde los zoosporangios hasta las oosporas. Por ello, la comprensión de la biología de *P. infestans* es esencial para desarrollar estrategias de manejo y control efectivas. La investigación continua, especialmente en genómica y la interacción planta-patógeno, es esencial para mitigar su impacto en la agricultura global.

4.2.14.1.5. Reproducción asexual

Perez & Forbes (2008), mencionan que en agua libre y con bajas temperaturas, los esporangios germinan indirectamente produciendo alrededor de 8 - 12 zoosporas uninucleadas y biflageladas. Las zoosporas se forman dentro del esporangio y son liberadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila, lo cual permite a las zoosporas nadar libremente. Las zoosporas tienen dos flagelos diferentes: uno de los flagelos es largo y en forma de látigo, en tanto que el otro es más corto y ornamentado, con dos filas laterales de pelos en el extremo. Las zoosporas se enquistan sobre superficies sólidas, es decir, se detienen, adquieren una forma redondeada y forman una pared celular. Luego, en presencia de humedad, pueden desarrollar un tubo germinativo y penetrar a la hoja por las estomas, o formar el apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. Una vez dentro de la planta, el micelio se desarrolla intercelularmente formando haustorios dentro de las células. Ocasionalmente se forman haustorios en forma extracelular. Cuando la temperatura es mayor a 15 °C, los esporangios pueden germinar directamente, formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedante.

4.2.14.1.6. Reproducción sexual

Perez & Forbes (2008), señalan que los gametangios se forman en dos hifas separadas, por lo que *P. infestans* es heterotálico. Así, ambos tipos de apareamiento A1 y A2, deben estar presentes para que ocurra la reproducción sexual. La unión de los gametos ocurre cuando el oogonio atraviesa el anteridio y ocurre la plasmogamia. Esto conduce a la fertilización y al desarrollo de una oospora con paredes celulares gruesas. La oospora es fuerte y puede sobrevivir en los rastrojos. Bajo condiciones favorables, la oospora produce un tubo germinativo que forma un esporangio apical, el cual puede liberar zoosporas o formar nuevamente un tubo germinativo, los cuales sirven como inóculo primario.

4.2.14.1.7. Ciclo de la enfermedad

- Ciclo primario**

Vidal (1998), citado por (Checya, 2023), señala lo siguiente, que la enfermedad al cosechar las plantas, cuando terminan las condiciones favorables del desarrollo del hongo, etapa en la que se conserva como micelio en los tubérculos infectados ya sea en las plantas huachas o en tubérculos asociados a los campos de cultivo y de almacén. Las primeras infecciones ordinarias se originan en los brotes infestados producidos por tubérculos enfermos o en aquellos tubérculos que quedan amontonado con desperdicio. En condiciones de alta humedad atmosférica las fructificaciones del hongo se forman en la superficie de estos primeros brotes infectados y en los tubérculos enfermos a través de las lenticelas, en la superficie de herida y cortes, produciendo así inóculos primarios terminados el ciclo, la enfermedad se reinició, aunque en forma insípiente imperceptible.

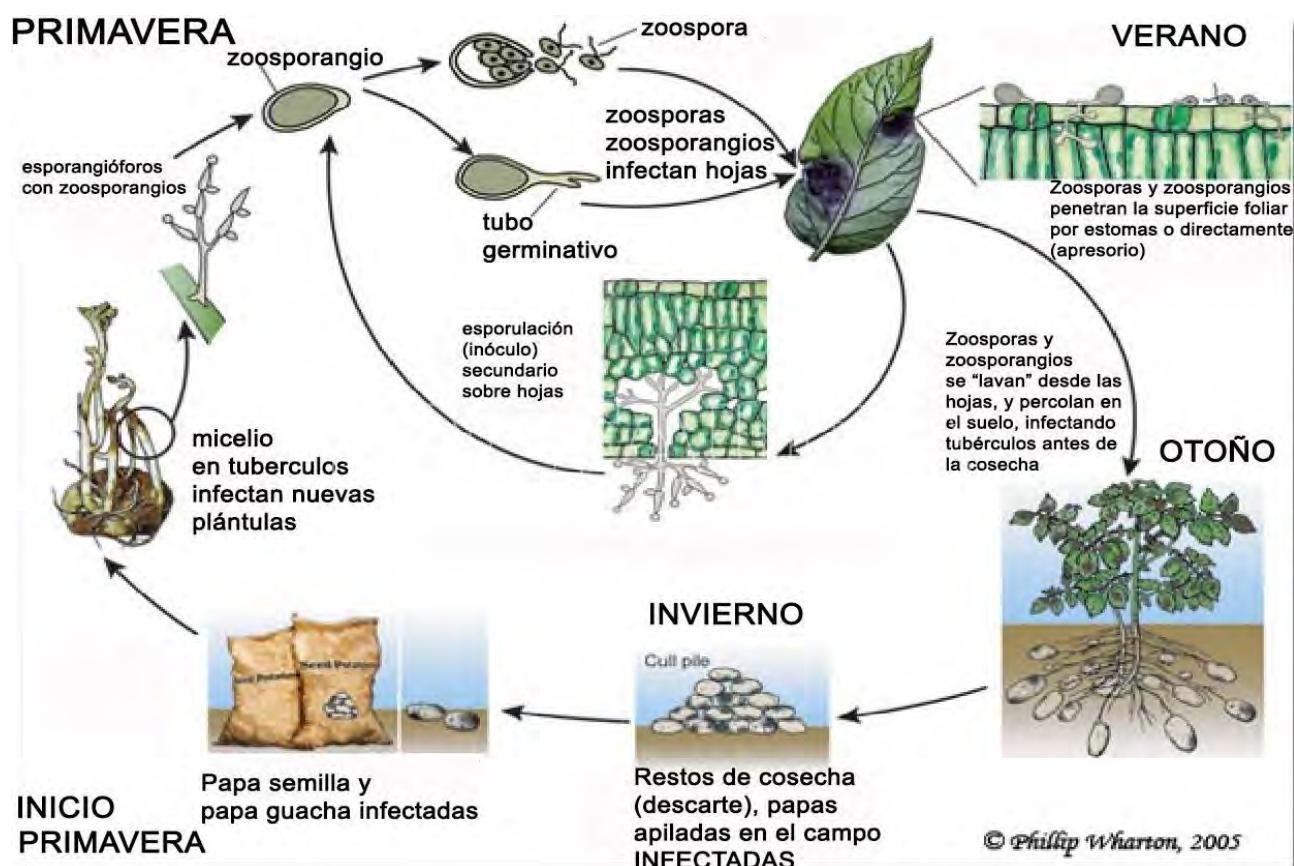
- Ciclo secundario**

Vidal (1998), citado por (Checya, 2023), indica que este ciclo está caracterizado por la sucesión de nuevas infecciones siempre que las condiciones sean favorables del hongo; de las

fuentes primaria de infección las esporas y esporangios son diseminados por viento hacia otras plantas campos vecinos originando nuevas infecciones. Si las condiciones del medio favorables al hongo, el ciclo de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary puede repetirse y puede completar este ciclo tan solo tres días. La infección de tubérculos se produce por acción de agua de lluvia de riego que arrastran a la espora a las profundidades del suelo o por contaminación al momento de la cosecha cerrándose de este modo el ciclo correspondiente.

Figura 3

Ciclo biológico - agronómico de Phytophthora infestans



Nota: Phillip Wharton (2025)

4.2.14.1.8. Síntomas

- Hojas**

CIP (2010), menciona que la enfermedad se presenta en un principio como manchas húmedas irregulares de color verde claro, generalmente cerca del ápice y los márgenes de las hojas. Estas lesiones se expanden rápidamente formando grandes áreas de color marrón oscuro. En las primeras horas de la mañana, se puede observar una eflorescencia blanca en el envés de las hojas infectadas, especialmente en los márgenes de las lesiones necróticas, formada por esporangios del patógeno. Las lesiones jóvenes (entre dos y 10 mm) son pequeñas y de forma irregular, a menudo rodeadas por un pequeño halo (tejido verde claro alrededor de la lesión necrótica oscura). A medida que crecen, las lesiones se vuelven más circulares hasta que son limitadas por los márgenes del foliolo. Por lo general, no están delimitadas por nervaduras, y las lesiones viejas tienen un halo clorótico alrededor.

- Tallos y pecíolos**

CIP (2010), indica que cuando el tizón tardío afecta al tallo, puede causar estrechamiento y las hojas que están por encima del punto de infección se marchitan. Las lesiones de color pardo claro o pardo oscuro en los tallos o los pecíolos se alargan y rodean el tallo. Estas lesiones se vuelven frágiles o quebradizas, lo que a menudo lleva a que el tallo se quiebra en ese punto.

- Tubérculos**

CIP (2010), señala que los tubérculos infectados presentan áreas irregulares de una coloración entre rojizo-pardusca y púrpura, y ligeramente hundidas extendiéndose profundamente en el tejido interno. Al principio los tubérculos infectados son duros, secos y compactos, pero pueden ser invadidos por otros patógenos, principalmente bacterias, que causan a una pudrición blanda. A menudo se percibe un olor penetrante y pútrido en los campos muy infectados; sin

embargo, dicho olor se debe a la pudrición de tejido muerto y no es consecuencia directa del tizón tardío.

4.2.14.1.9. Resistencia al tizón tardío

CIP (2010), hasta hace poco se aceptaba que la resistencia a *P. infestans* se clasificaba en dos tipos. El primero, gobernado por un solo gen dominante, mostraba efectos mayores y una clara segregación de progenie; el segundo, gobernado por varios o muchos genes, llamados genes menores, con pequeño efecto acumulativo y una continua distribución de genotipos resistentes. La resistencia de genes mayores también ha sido descrita como resistencia vertical, resistencia de genes R, resistencia específica, resistencia específica de raza, resistencia inestable y resistencia completa. Por otro lado, la resistencia conferida por genes menores se ha denominado como resistencia horizontal, resistencia poligénica, resistencia cuantitativa, resistencia general, resistencia no específica de raza, resistencia estable, resistencia parcial, resistencia de campo y resistencia reductora del grado de infección.

- **Resistencia vertical o cualitativa**

Torres (2002), menciona que las plantas de papa con resistencia vertical son resistentes solamente a un número determinado de razas del patógeno. Esta resistencia está gobernada por genes mayores conocidos como genes R, los cuales han sido incorporados utilizando a la especie silvestre *Solanum demissum* como uno de los progenitores, la cual tiene genes mayores dominantes. Desafortunadamente, este tipo de resistencia tiene corta duración en el campo, ya que las plantas sucumben ante la aparición de nuevas razas.

Pérez & Forbes (2008), citado por Zuñiga, Sofonias, Reyes, & Ninayala (2019), mencionan que las variedades de papa con resistencia vertical son aquellas que solo resisten a ciertas razas de patógeno, estas plantas no muestran manchas necróticas y las plantas presentan una apariencia

totalmente sana. Esta resistencia es de corta duración, debido a que se producen mutaciones en el patógeno para vencer esta resistencia.

- **Resistencia horizontal o cuantitativa**

Pérez & Forbes (2008), citado por Zuñiga, Sofonias, Reyes, & Ninayala (2019), señalan que las variedades de papa con resistencia horizontal son aquellas que resisten a todas las razas del patógeno y presentan pequeñas manchas necróticas en las hojas cuyo desarrollo es restringido, y esta resistencia es más duradera y más útil que la anterior.

Torres (2002), indica que está gobernada por genes menores (r) y por otros factores como ciertas características de la planta, por ejemplo, el grosor de la cutícula de la hoja y/o la presencia de sustancias que inhiben el desarrollo del patógeno. Las plantas con este tipo de resistencia se infectan en el campo, pero los daños y el porcentaje del área infectada son mucho menores en comparación con las plantas susceptibles. La resistencia horizontal es estable en el tiempo y en el espacio. Sin embargo, cuando una variedad con resistencia horizontal es expuesta en el campo a condiciones muy favorables para el patógeno y a una alta presión de inóculo, la resistencia se pierde y la variedad se comporta como susceptible, aunque recupera y la variedad vuelve a comportarse como resistente en ambientes menos favorables para *P. infestans*.

- **Nuevos genes R de resistencia**

Ñahui (2011), señala que los genes R de otros hospederos de *P. infestans* dentro del género *Solanum* han sido reportados. Los estudios de Sánchez et al., (2000) y Ewing et al., (2000) citado por Tan et al., (2010), realizados en poblaciones de retrocruzamiento provenientes de un híbrido inter-específico entre *S. tuberosum* y *S. berthaultii*, mostraron que había segregación de nuevos genes R. Los nuevos genes provenían de *S. berthaultii*, y fueron llamados R12 y R13, los cuales se localizaron en los cromosomas X y VII del mapa genético de la papa, respectivamente.

4.2.14.2. Tizón temprano o *Alternaria solani* de la papa

Torres (2002), señala que el tizón temprano es después del tizón tardío, la enfermedad foliar más importante del cultivo de papa, se presenta con mayor incidencia en las zonas paperas ubicadas en regiones húmedas y cálidas de países como India, Uruguay, Brasil y del Caribe. Las pérdidas se estiman entre 10 a 50% de los rendimientos (Martin y Thurston, 1989). En el caso del Perú, la enfermedad no es importante, debido a que en las zonas paperas de la sierra, los agricultores utilizan variedades tardías que son resistentes, sin embargo, ocasionalmente se ha encontrado en la costa y en los valles interandinos cálidos. Además, en la sierra están presentes otras enfermedades foliares como el tizón andino y la mancha anular, que normalmente son confundidas con el tizón temprano por agricultores y técnicos nacionales e internacionales.

4.2.14.2.1. Epidemiología

Torres (2002), menciona que el desarrollo máximo del micelio de *Alternaria* se produce a la temperatura de 27°C, mientras que los conidioforos y conidias requieren de una temperatura optima entre 19 a 23° C para su desarrollo. En medio de cultivo V8, las conidias se desarrollan cuando están bajo una luz constante, pero la mayor esporulación ocurre cuando las colonias del hongo son expuestas a 18°C, alternadamente en un ambiente con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, durante 12 días. Debido a esta alternancia de luz, se forman anillos en las colonias desarrolladas, similares a los anillos característicos que se producen en las manchas de las hojas infectadas en el campo. La enfermedad tiene mayor incidencia cuando los campos de papa están expuestos a una alternancia de períodos lluviosos y secos. Los riegos por aspersión, también favorecen, una mayor incidencia de la enfermedad.

4.2.14.2.2. Clasificación taxonómica de la *Alternaria solani*

Myco Bank Database (2022), como se citó en Samaniego (2022), la *Alternaria solani* corresponde a la siguiente:

Reino : Fungi

División : Ascomycota

Subdivisión : Pezizomycotina

Clase : Dothideomycetes

Orden : Pleosporales

Familia : Pleosporaceae

Género : *Alternaria*

Especie : *Alternaria solani* Sorauer

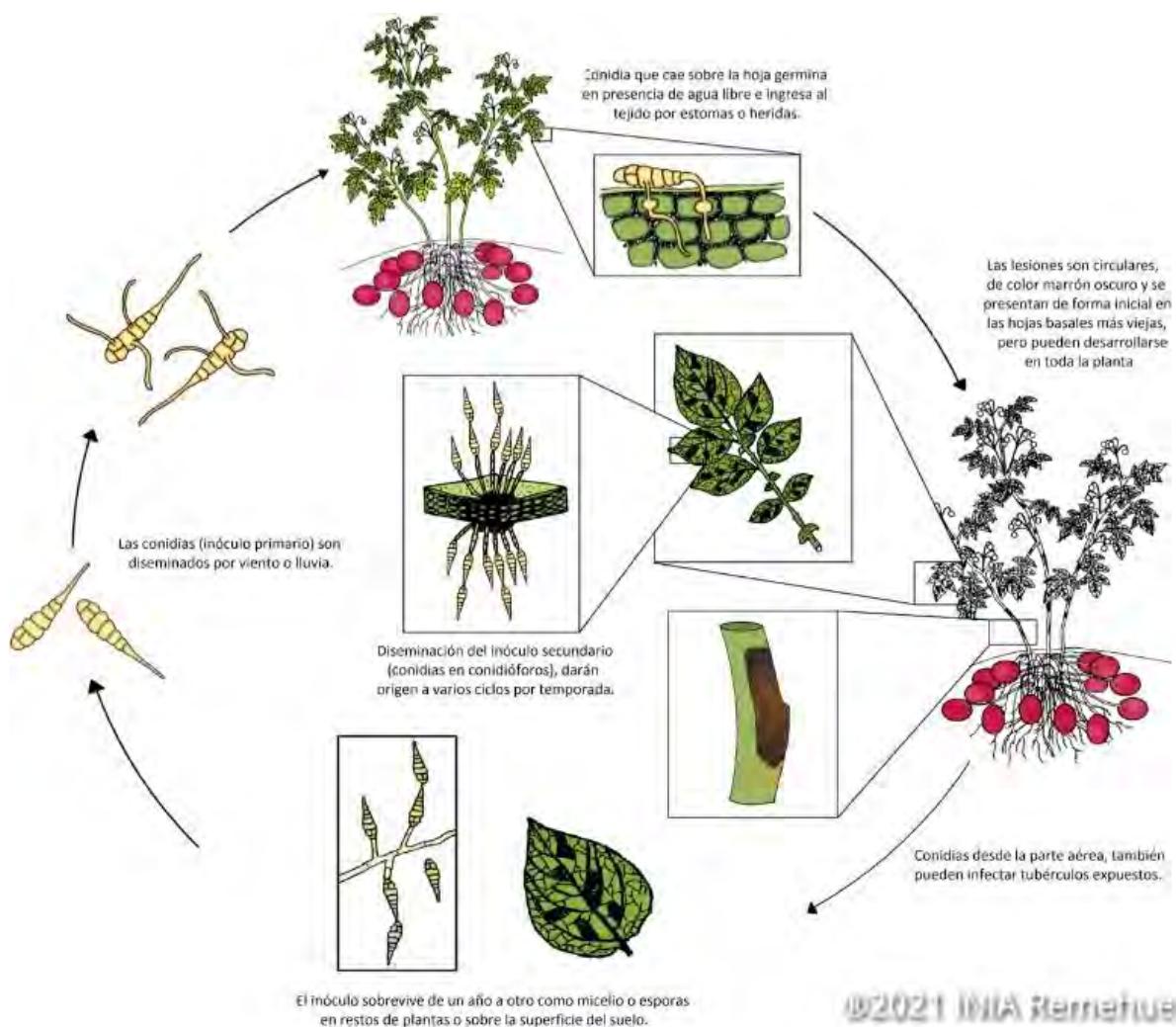
4.2.14.2.3. Ciclo de la enfermedad

CIP (1982), citado por Checya (2023), se destaca que la propagación de esporas denominadas conidios, con tabiques transversales, pero generalmente sin paredes longitudinales, terminando en una célula que se alarga y adelgaza, su germinación en condiciones específicas de humedad y temperatura entre 24 a 34 °C, y la penetración del tubo germinal en las hojas a través de las estomas o epidermis, y el micelio septado y ramificado se expande dentro de ellas. El daño del hongo avanza debido a sustancias tóxicas producidas por este, superando el crecimiento del micelio. Además, se señala que el crecimiento óptimo del hongo ocurre a alrededor de 28°C, con la producción de conidióforos estimulada por la luz y temperaturas entre 19 y 23°C.

CIP (1982), señala que la infección se inicia en las hojas del tercio inferior de la planta y ocurre a partir de los 45 días después de la siembra. En el campo, sin embargo, a veces se presenta solo en la etapa de senescencia. Los tubérculos en desarrollo son susceptibles pero los tubérculos maduros son resistentes. El hongo ingresa a los tubérculos, generalmente a través de las heridas y aberturas naturales.

Figura 4

Ciclo de Alternaria solani



Nota: Acuña, Sandoval, & Sepúlveda (2021)

4.2.14.2.4. Síntomas

- **Hojas**

Weingartner (1981), citado por Torres (2002), menciona que en las hojas basales se presentan manchas necróticas de 1 a 2 mm de diámetro a partir de los 45 días después de la siembra. A medida que desarrolla la enfermedad, las manchas se rodean de un halo clorítico y forman lesiones necróticas con anillos concéntricos de color marrón claro en toda el área foliar. La mancha puede llegar a medir aproximadamente hasta 2 cm de diámetro, aunque su expansión está restringida por las nervaduras de los foliolos. Las manchas se unen y forman áreas muy grandes, cubriendo gran parte de los foliolos, produciéndose defoliación y muerte temprana de la planta. El tamaño de las manchas varía de acuerdo al período vegetativo de la variedad de papa; las manchas son grandes en variedades de papa precoces y son pequeñas en variedades de papas tardías.

- **Tallo**

Torres (2002), señala que los tallos afectados muestran lesiones necróticas de 0.5 a 1.5 cm de diámetro observables con mayor claridad en los cultivares susceptibles.

- **Tubérculos**

Torres (2002), indica que los tubérculos afectados muestran lesiones ligeramente hundidas, circulares o de forma irregular. Estas lesiones son oscuras con bordes de un tenue color morado que pueden incrementarse en condiciones de almacén.

4.2.14.2.5. Resistencia a tizón temprano

Torres & Ames (1995), afirman que en condiciones de campo determinaron que las variedades o clones de papa precoces son susceptibles a la enfermedad y los tardíos son resistentes. En plantas de clones precoces, inoculadas artificialmente se producen manchas necróticas de 2 mm de diámetro en toda el área foliar, a los 5 a 6 días después de la inoculación. Posteriormente, las manchas aumentan de tamaño, muestran los anillos típicos de la enfermedad, se unen unas a otras

y la defoliación se inicia en las hojas del tercio inferior, hasta ocasionar la muerte de la planta, 10 a 30 días antes de la senescencia natural. En cambio, las plantas de clones tardíos inoculadas artificialmente, solo muestran puntos o manchas necróticas pequeñas que no ocasionan defoliación.

4.2.15. Fertilización química

Navarro & Navarro (2014), mencionan que el fertilizante es todo material inorgánico, cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas, capaces de mejorar su crecimiento en un momento dado, los fertilizantes tienen como misión el aumento de rendimiento, producción y una mejora en la calidad de las cosechas por su acción específico. Y pueden estar constituidos por uno o varios elementos o nutrientes para el desarrollo vegetal. De acuerdo a la cantidad de requerimientos los nutrientes se clasifican en:

- Macronutrientes. - Se requieren en mayor cantidad
- Micronutrientes. - Se requieren en menor cantidad

Tabla 5

Formas iónicas de los elementos esenciales utilizados por las plantas

Macronutrientes	Micronutrientes
Carbono: CO_2	Hierro: Fe^{2+} , Fe^{3+}
Hidrógeno: H^+ , H_2O	Manganoso: Mn^{2+}
Oxígeno: O_2 , H_2O	Boro: H_2BO_3^- , HBO_3^{-2}
Nitrógeno: NH_4^+ , NO_3^-	Molibdeno: MoO_4^{-2}
Fósforo: H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}	Cobre: Cu^{2+}
Potasio: K^+	Cinc: Zn^{2+}
Azufre: SO_4^{2-}	Cloro: Cl^-
Calcio: Ca^{2+}	
Magnesio: Mg^{2+}	

4.2.15.1. Principales funciones de los macro-nutrientes

- **Nitrógeno (N) en la planta**

Ministerio de Agricultura y Riego (2011), menciona que el nitrógeno es un elemento primario de las plantas, ya que está presente en los aminoácidos, por tanto, forma parte de las proteínas, también forma parte de compuestos vitales como amidas, la clorofila, hormonas (auxinas y citoquininas, nucleótidos, vitaminas, alcaloides y ácidos nucleicos). La deficiencia de N afecta negativamente el crecimiento de las plantas, produce las hojas pequeñas e impide la síntesis de clorofila, lo que genera clorosis (hojas de color amarillo), tallos débiles y disminuye el tamaño de los tubérculos y se desarrollan en forma desuniforme.

Vitorino (1983), sostiene que, debido a su importancia agrícola, el nitrógeno es indispensable en la síntesis de prótidos, su papel como elemento mayor son las siguientes: Su principal función es la elaboración de clorofila, que produce glúcidos que posteriormente se convierten en proteínas gracias al N del suelo. Un exceso de nitrógeno, favorece la conversión de glúcidos en proteína lo cual reduce la acumulación en los órganos de reserva. Por el contrario, su deficiencia provoca una acumulación de los glúcidos, este principio explica la distinción entre plantas agrícolas “proteícas” (leguminosas) y glucídicas (remolacha, papa, yuca, etc.). En cultivos proteicos un alto nivel de nitrógeno estimula primero el crecimiento aéreo, pero reduce la parte subterránea, su déficit de N retrasa el desarrollo de la planta en general. Las plantas glucídicas (plantas raíces) se recomienda aplicar nitrógeno en las etapas iniciales del cultivo con la finalidad de favorecer la trasferencia de glúcidos desde las hojas hacia las raíces, permitiendo formar tubérculos con la mayor proporción de glúcidos. En cuanto a la resistencia radicular; la abundancia del N favorece el desarrollo aéreo y para un equilibrio nutricional debe ir acompañado con otros elementos como el carbono. Su efecto del nitrógeno en la resistencia a enfermedades varía, ya que

puede disminuir o aumentar la resistencia de las plantas, dependiendo del contexto. Por un lado, puede promover un mayor desarrollo vegetativo, lo cual permite a la planta recuperarse más fácilmente los daños debidos a las enfermedades fúngicas en las raíces. Sin embargo, puede adelgazar finamente la cutícula, facilitando la penetración de esporas germinadas de una forma más fácil, además, el incremento del follaje genera una vegetación más densa que retiene una atmósfera más húmeda favorable para la germinación de las esporas de hongo.

- **Fósforo (P) en la planta**

Ministerio de Agricultura y Riego (2011), señala que sus funciones del fósforo (P) son únicas e insustituibles por otros nutrientes, por lo que es esencial el suplemento de P asegurar un crecimiento y reproducción en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente es deficiente en los suelos agrícolas, lo que obliga a suministrar en cantidades relativamente grandes. Una vez absorbido por las raíces, el P puede permanecer almacenado en esta área o puede movilizarse hacia las partes aéreas de la planta. A través de varias reacciones químicas el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF). En la planta el P se mueve en forma de iones ortofosfato y como P incorporado. Su deficiencia produce un retraso en crecimiento, raíces poco desarrolladas, plantas enanas, acumulación de pigmentos antociánicos en las hojas viejas con coloración púrpura, retraso en la maduración.

Vitorino (1983), señala que, debido a su relevancia agrícola, el fósforo es necesario para la formación de las semillas, especialmente en la acumulación de almidón, su carencia puede provocar una disminución en el rendimiento hasta en un 50%, además, este nutriente acelera la maduración contrarrestando el efecto unilateral de un exceso de nitrógeno, estimula el desarrollo

radicular, en ausencia del fósforo los glúcidos sirven para la formación de las partes aéreas. La abundancia de fósforo fortalece la mayor resistencia de las raíces frente a ciertas enfermedades. Asimismo, es esencial para la síntesis de prótidos y su contenido en las enzimas que producen las vitaminas influye directamente en la calidad nutricional de los alimentos para el hombre.

- **Potasio (K) en la planta**

Ministerio de Agricultura y Riego (2011), menciona que el K es esencial para la síntesis de almidón y azúcares simples, así como para la translocación de carbohidratos. Además, juega un papel muy importante en el mantenimiento del vigor y de la eficiencia de la planta de papa. Las deficiencias de potasio se manifiestan por la clorosis o amarillamiento de bordes y puntas de hojas viejas, posteriormente hay quema o necrosis, defoliación, reducción del crecimiento, disminución del peso de tubérculos. Su deficiencia puede afectar negativamente en la rentabilidad del cultivo, provocando menores rendimientos, tubérculos de menor tamaño, mayor susceptibilidad al magullado, menor contenido de almidón y mayor contenido de azúcares, mayor susceptibilidad a enfermedades y mayor susceptibilidad a daño por heladas.

Vitorino (1983), menciona desde su punto de vista agrícola, el potasio fortalece las cutículas de las células exteriores de las hojas, haciéndolas más resistentes frente a la penetración de esporas patógenas. Sin embargo, un abonado excesivo de k (al igual que el N) favorece la aparición de las enfermedades virales en el cultivo de papa. Asimismo, las plantas con altas dosis de potasio las paredes de los vasos conductores son más espesas y su diámetro se reduce, lo cual permite un uso eficiente de agua para su ETP, también estimula el desarrollo radicular. Este nutriente incrementa el contenido de almidón en los tubérculos de la papa con la condición de que no aporte un exceso de cloro, prefiriendo el K_2SO_4 al KCL.

4.2.15.2. Fertilizacion en el cultivo de papa

Cortez & Hurtado (2002), indican que los fertilizantes generan del 7 al 30% del costo de producción, según al nivel de tecnificación. Para tomar una decisión para la fertilización es necesario realizar análisis del terreno agrícola para conocer el porcentaje de fosforo, nitrógeno, potasio etc. además del pH, contenido de materia orgánica, densidad aparente, textura, generalmente los requerimientos de fertilizante para el cultivo de papa son: 150kg de Nitrógeno, 120kg de P₂O₅ y 90kg de K₂O, pero también se requiere pequeñas cantidades de magnesio, azufre, boro, calcio, molibdeno, manganeso, hierro, cobre, y zinc. Los fertilizantes a base de P₂O₅ y K₂O deben aplicarse en su totalidad en la siembra, también se aplica el nitrógeno solo el 50% de dosis en la siembra y la otra mitad restante del fertilizante nitrogenado se aplica en el primer aporque o antes de la floración de papa. Como fuente de nitrógeno se puede usar Nitrato de Amonio 33%; como fuente de P₂O₅ el triple superfosfato 46% y fosfato simple 20% y como K₂O Muriato de Potasio 60%, etc.

4.2.16. Palatabilidad de la papa

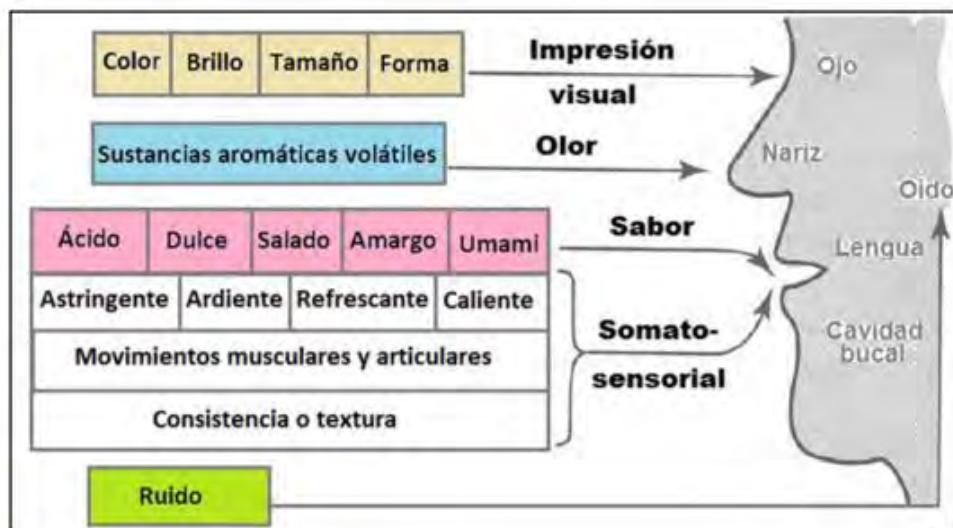
Riveros (2019), afirma que es la capacidad de los factores sensoriales en los humanos o animales para aumentar o disminuir la ingesta de alimentos, influenciados por características como sabor, consistencia, color, olor y apariencia. En el caso específicos de la papa, al igual que en otros alimentos, la palatabilidad es un aspecto importante, ya que las variedades que presentan mejor color, sabor, y textura suelen ser más consumidas y mejor valoradas en el mercado. Este aspecto contribuye al valor agregado de las papas en términos de aceptación y preferencia por parte de los consumidores.

Lotufo (2019), expresa que cuando se habla de la percepción sensorial de los alimentos en los humanos, este proceso comienza en la presencia de un estímulo que interviene directamente

sobre los receptores sensoriales. La interpretación de estas sensorial se conoce como percepción, que es la capacidad mental de atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que lo produce. Los sentidos codifican y responden a la intensidad del sabor, la textura, la calidad y el olor de los alimentos, lo que finalmente contribuye a la aceptación o rechazo, siendo este último un aspecto subjetivo.

Figura 5

Sensograma de las impresiones principales de un evaluador durante el análisis sensorial de un alimento



4.3. Definición de términos

4.3.1. Concepto de rendimiento

Hurtado (1999), menciona que es un concepto agronómico que indica la cantidad de producto físico obtenido por unidad de superficie y por unidad de tiempo. El producto físico puede ser expresado en kilogramos o toneladas y la unidad de superficie en hectáreas. La unidad de tiempo generalmente es la campaña agrícola, aunque también puede ser un año.

4.3.2. Concepto del híbrido

Quemé & Fuentes (1992), señalan que la hibridación es un método genotécnico que tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación F1 (híbrido F1) que es el resultado de la crusa de dos progenitores genéticamente diferentes con cualquier estructura genética, estos pueden ser variedades de polinización libre, variedades sintéticas, familias y líneas parcial y totalmente endogámicas, con el objetivo de combinar características favorables de ambos progenitores y mejorar el rendimiento.

4.3.3. Concepto de variedad

Otiniano (2017), sostiene que es un nombre que se le da a un conjunto de plantas cuyas características son muy semejantes entre sí y sirve para diferenciarlas de otras. Una variedad puede provenir de un clon, un cultivar o un híbrido.

4.3.4. Concepto de fenología

Yzarra & Lopez (2017), señalan que la fenología es la rama de la agrometeorología que estudia la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Este estudio se basa en observar los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima en su hábitat.

4.3.5. Características agronómicas

Inostroza (2021), indica que las características agronómicas representan el potencial de rendimiento y adaptación en el área de producción. Asimismo, señala que corresponden a los aspectos específicos relacionados con la producción, la capacidad adaptativa y la resistencia a factores bióticos como abióticos de las plantas y que constituyen elementos diferenciadores.

4.3.6. Resistencia

Agrios (2001), indica que la resistencia es la capacidad que tiene un organismo para excluir o superar, totalmente o hasta cierto grado, el efecto de un patógeno u otro factor perjudicial. Las plantas tienen un cierto nivel de resistencia no específica, pero no siempre la misma, que es eficaz contra el ataque de cada uno de sus patógenos que se conoce como resistencia.

4.3.7. Tolerancia

Agrios (2001), manifiesta que la tolerancia es la capacidad que tiene una planta para soportar los efectos de una enfermedad sin que muera, sufra daños serios o se pierda la cosecha.

4.3.8. Susceptibilidad

Agrios (2001), manifiesta que la susceptibilidad, es la incapacidad de una planta para resistir el efecto de un patógeno u otro factor perjudicial.

4.3.9. Calidad culinaria

Montaldo (1984), señala que la calidad culinaria está determinada de una serie de factores como el tiempo de cocción, la capacidad del tubérculo para mantener su forma original tras el cocido sin desintegrarse y la textura de la pulpa en la mayoría de los gustos prefieren harinosa, el color de la pulpa está relacionada con su color original y lo importante es que el tubérculo cocido conserve su color original y no ennegrecerse y asimismo el sabor.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Generalidades de la investigación

5.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo explicativo, ya que tiene como objetivo de comprobar las hipótesis específicas y cuantificar las variables en estudio de manera experimental.

5.1.2. Ubicación espacial y temporal del experimento

Este trabajo de investigación se condujo en el Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, en el potrero C terreno asignado al Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), durante la campaña agrícola 2023 – 2024.

5.1.3. Ubicación política

Región	: Cusco
Provincia	: Cusco
Distrito	: San Jerónimo
Lugar	: Centro Agronómico K'ayra

5.1.4. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 13° 33' 24''
Longitud Oeste	: 71° 52' 03''
Altitud	: 3219 m

5.1.5. Ubicación hidrográfica

Cuenca	: Vilcanota
Subcuenca	: Watanay
Micro cuenca	: Wanakaure

5.1.6. Ubicación ecológica zonas de vida

Según al diagrama bioclimático planteada por Holdridge, el Centro Agronómico K'ayra, pertenece a la zona de vida natural: Bosque seco-Montano Bajo Subtropical. (bs-MBS).

5.1.7. Ubicación satelital del campo

Figura 6

Ubicación satelital del trabajo de investigación



Nota: Imagen sacada de Google Earth

5.1.8. Historial del campo experimental

En el campo experimental fue ejecutado rotación de los siguientes cultivos:

Tabla 6*Historial del campo experimental*

Campaña	Cultivo
2020-2021	Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)
2021-2022	Maíz (<i>Zea mays</i>)
2022-2023	Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>)
2023-2024	Presente trabajo de investigación

Nota: Informe de campañas anteriores del Centro de Investigación de Cultivos Andinos - FAZ

5.2. Materiales

5.2.1. Material genético

En este estudio, el material genético fue suministrado por el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Se utilizó cuatro híbridos seleccionados de papa segregantes de la crusa KI-43//Mdo-2A X NEGRA-MG (QOYA-CICA x NEGRA-MG) de papa (*Solanum tuberosum L. ssp. andigena*), cuyos híbridos o segregantes están siendo evaluados y en este trabajo de investigación fueron evaluados en su sexta generación clonal.

Tabla 7*Material genético para la investigación*

Nº	Híbridos
1	H - 118
2	H - 207
3	H - 084
4	H - 512

5.2.1.1. Descripción del material genético

KI MORADO 2A X NEGRA MG - H - 118.- Las características morfológicas de este híbrido de acuerdo a Ccallo (2020), son las siguientes:

- Hábito de crecimiento: Decumbente
- Tallos: De color verde con muchas manchas y forma de alas recto
- Hojas: De tipo dissectada, con cuatro pares de foliolos laterales, dos pares de interhojuelas entre foliolos laterales.
- Color de la flor: Morado y de forma pentagonal
- Tubérculo: La piel del tubérculo de color rojo-morado con una intensidad oscuro, color de pulpa blanca, de forma redondo, con una variante aplanada y una profundidad de ojos superficial.



KI MORADO 2A X NEGRA MG - H - 207.- Las características morfológicas de este híbrido de acuerdo a Ccallo (2020) son las siguientes:

- Hábito de crecimiento: Erecto
- Tallos: Son pigmentados con poco de color verde y forma de alas recto
- Hojas: De tipo dissectada, con cinco pares de foliolos laterales, un par de interhojuelas entre foliolos laterales.
- Color de la flor: Morado de intensidad intermedio y de forma pentagonal

- Tubérculo: La piel del tubérculo de color rojo-morado con intensidad pálido claro, color de pulpa crema, de forma redondo con variante aplanado y una profundidad de ojos superficial.
- Rendimiento: De 0.75 kg/planta y una 1.88 TM/Ha.



KI MORADO 2A X NEGRA MG - H - 084.- Las características morfológicas de este híbrido de acuerdo a Ccallo (2020) son las siguientes:

- Hábito de crecimiento: Semi erecto
- Tallos: Son pigmentados con abundante color verde y forma de alas recto
- Hojas: De tipo dissectada, con cuatro pares de foliolos laterales, un par de interhojuelas entre foliolos laterales.
- Color de la flor: Morado de intensidad pálido y de forma pentagonal
- Tubérculo: La piel del tubérculo de color rojo con una intensidad intermedio, color de pulpa del tubérculo es crema, de forma redondo con variante aplanada y una profundidad de ojos superficial.



KI MORADO 2A X NEGRA MG - H - 512.- No ha sido objeto de evaluación ni caracterizado morfológicamente en estudios anteriores.



5.2.2. Insumos químicos

- Nitrato de amonio (NH_4NO_3) al 33 % de nitrógeno (N)
- Fosfato diamónico $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ al 18% de nitrógeno (N) y 46 % de fósforo (P_2O_5)
- Cloruro de potasio (KCL) al 60% de potasio (K₂O)

5.3. Metodología

5.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial 4A x 3B, con 4 repeticiones y 12 tratamientos que se describen a continuación:

5.3.1.1. Factores en estudio

Factor A: Híbridos en estudio

- $a_1 = H - 118$
- $a_2 = H - 207$
- $a_3 = H - 084$
- $a_4 = H - 512$

Factor B: Niveles de fertilización: NPK

Vitorino (1983), recomienda emplear niveles de fertilización bajo, medio y alto para el tubérculo de papa en la sierra, siendo estas las siguientes; para nitrógeno 120-200 kg/ha, fósforo 80-200 kg/ha y potasio 40-120 kg/ha.

En este estudio de investigación se empleó el rango de nivel de fertilización NPK de:

- $b_1 = \text{Nivel bajo de } 120 - 100 - 80$
- $b_2 = \text{Nivel medio de } 140 - 120 - 100$
- $b_3 = \text{Nivel alto de } 160 - 140 - 120$

Fuentes de fertilización NPK

- Se utilizó el nitrato de amonio (NH_4NO_3) al 33 % de nitrógeno (N).
- Se utilizó fosfato diamónico ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) al 18% de nitrógeno (N) y 46 % de fósforo (P_2O_5).
- Se utilizó cloruro de potasio (KCL) al 60% de potasio (K_2O).

5.3.1.2. Tratamiento en estudio

A continuación, se presentan la descripción de los 12 tratamientos evaluados.

Tabla 8

Descripción de tratamientos en estudio y clave de identificación

Nº	Clave	Descripción	
1	a ₁ b ₁	H – 118 con nivel de fertilización	120 - 100 – 80 de NPK
2	a ₁ b ₂	H – 118 con nivel de fertilización	140 - 120 – 100 de NPK
3	a ₁ b ₃	H – 118 con nivel de fertilización	160 - 140 – 120 de NPK
4	a ₂ b ₁	H – 207 con nivel de fertilización	120 - 100 – 80 de NPK
5	a ₂ b ₂	H – 207 con nivel de fertilización	140 - 120 – 100 de NPK
6	a ₂ b ₃	H – 207 con nivel de fertilización	160 - 140 – 120 de NPK
7	a ₃ b ₁	H – 084 con nivel de fertilización	120 - 100 – 80 de NPK
8	a ₃ b ₂	H – 084 con nivel de fertilización	140 - 120 – 100 de NPK
9	a ₃ b ₃	H – 084 con nivel de fertilización	160 - 140 – 120 de NPK
10	a ₄ b ₁	H – 512 con nivel de fertilización	120 - 100 – 80 de NPK
11	a ₄ b ₂	H – 512 con nivel de fertilización	140 - 120 – 100 de NPK
12	a ₄ b ₃	H – 512 con nivel de fertilización	160 - 140 – 120 de NPK

5.3.1.3. Características del campo experimental

- **Dimensiones del campo experimental**

Largo : 54 m

Ancho : 27 m

Área total : 1458 m²

- **Número y dimensiones del bloque**

Número de bloques : 4

Largo : 54 m

Ancho : 6 m

Área del bloque : 324 m^2

Número de calles : 5

Distanciamiento entre bloques : 1 m

- **Número y dimensiones de la parcela**

Número total de parcelas : 48

Número de parcelas por bloque : 12

Largo : 6 m

Ancho : 4.5 m

Área total de la parcela : 27 m^2

Área neta de la parcela : 15.39 m^2

- **Número y dimensiones de surcos**

Número de surcos por parcela : 5

Número de surcos por bloque : 60

Número de surcos total : 240

Distancia entre surcos : 0.90 m

Longitud de surco : 6 m

- **Densidad de siembra**

Para 0.30 m (densidad)

Número de tubérculos / golpe : 1

Número de tubérculos / surco : 21

Número de tubérculos / parcela : 105

Numero de tubérculos / parcela neta : 57

Número de tubérculos / bloque : 1260

Número de tubérculos total : 5040

Peso promedio de tubérculos : 60.00 gr

- **Número de tubérculos total por híbrido**

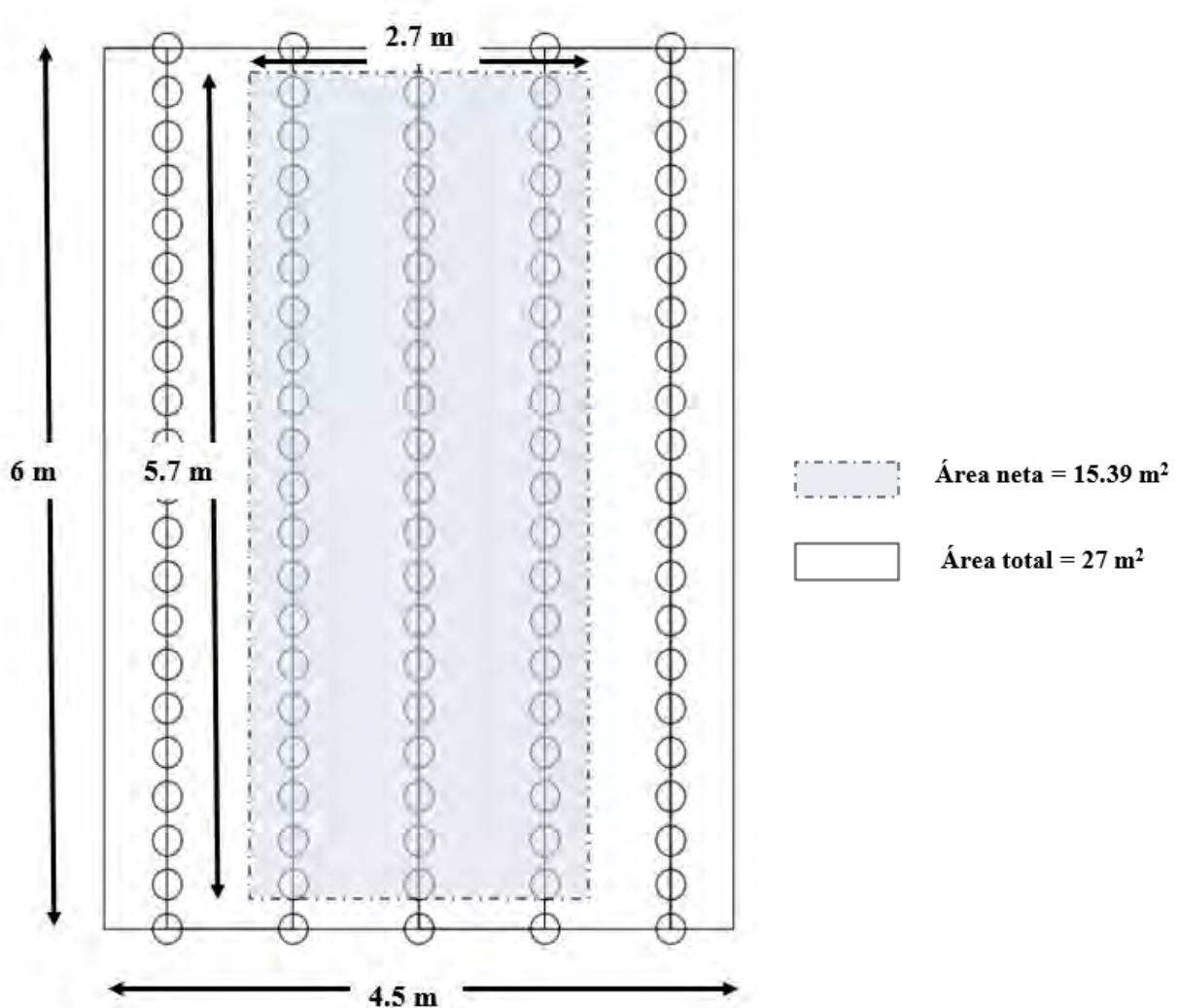
H – 118 : 1260

H – 207 : 1260

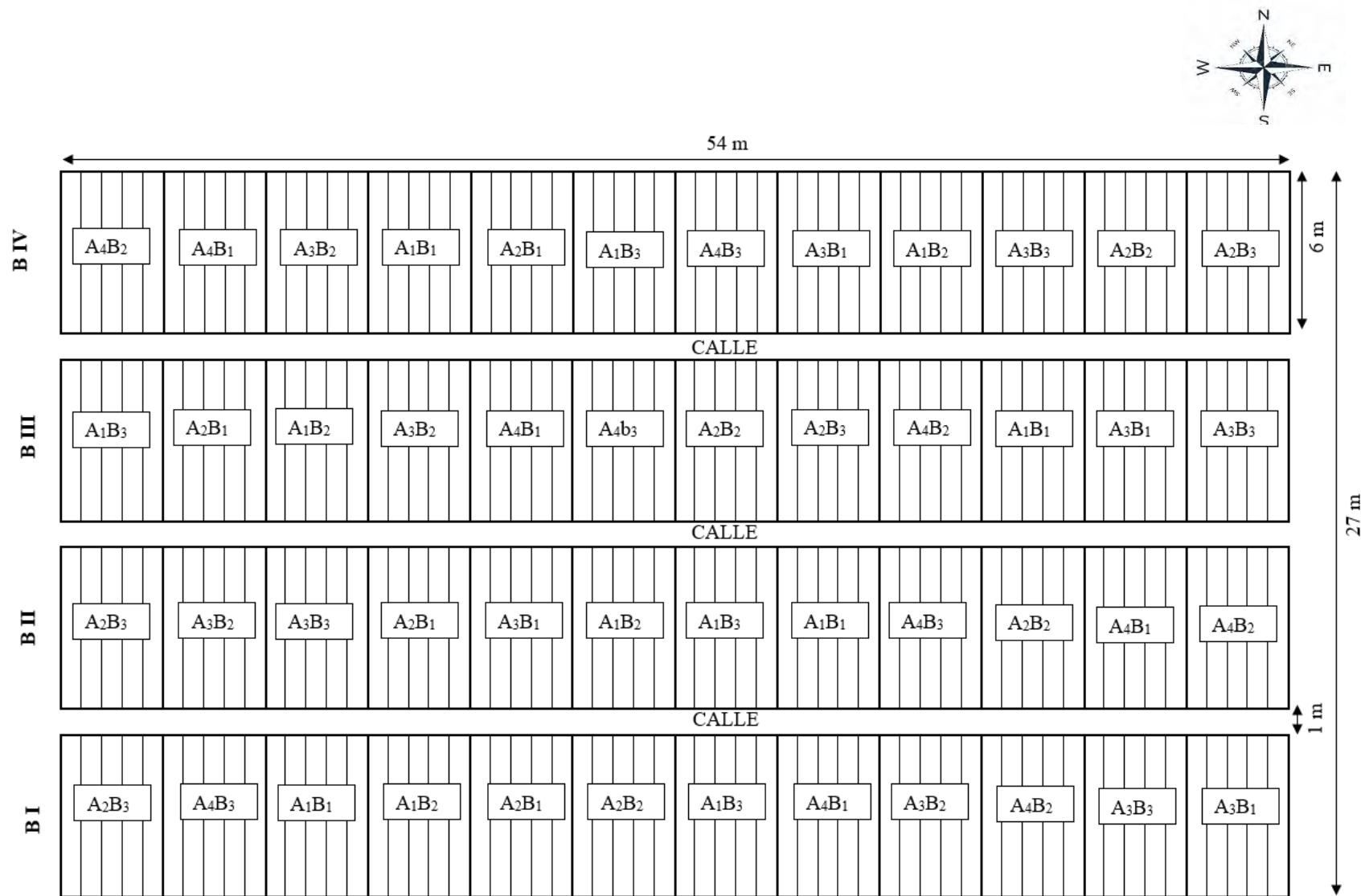
H – 084 : 1260

H – 512 : 1260

5.3.2. Características de la unidad experimental



5.3.3. Croquis de distribución y aleatorización de tratamientos



5.4. Muestreo del suelo para la caracterización con micronutrientes disponibles

El 18 de octubre del 2023 se realizó el muestreo de suelo en el campo experimental de CICA, iniciándose con la recolección de muestras mediante el método en zigzag en distintos puntos a una profundidad de 0.30m de suelo agrícola útil, posteriormente fueron mezclados y homogenizados hasta obtener 1 kg en total y finalmente la muestra fue enviada al laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande” – Lima para su análisis de fertilidad del suelo y análisis físico.

5.5. Resultados de análisis de suelo - caracterización con micronutrientes disponibles

Tabla 9

Resultados e interpretación del análisis de suelo

Parámetros	Resultados	Interpretación	Método	Técnica
Arena	28.44 %			
Limo	37.35 %	Franco arcilloso	MES-001	Bouyoucos
Arcilla	34.21 %			
C.I.C.E	23.83 mEq / 100 g	Alta	MES-017	Cálculo matemático
C.E. (E.S) a 25 °C	1.70 ds.m ⁻¹	Medio	MES-004	Electrométrico
pH. (1/1) a T° 23.6 °C	7.27	Ligeramente alcalino	MES-005	Electrométrico
Densidad aparente	1.25 g / cm ³	Adecuada	MES-035	Gravimétrico
Materia orgánica	2.69 %	Medio	MES-007	Walkley y Black
Nitrógeno total	0.16	Medio	MES-008	Kjeldahl
Fósforo disponible	19.50 ppm	Medio	MES-006	Olsen
Potasio	0.43 mEq / 100 g	Medio	MES-013	FAAS

Nota: Las abreviaturas presentadas en la tabla 10, fueron establecidas de acuerdo con el estudio de suelo elaborado por el laboratorio de Química Agrícola “Valle grande”- Lima, son las siguientes:

MES : (Método propio del laboratorio)

C.I.C.E. : (Capacidad de Intercambio Catiónico)

C.E. : (Conductividad eléctrica)

5.6. Nivel de fertilización

El nivel de fertilización para el experimento fue empleado de acuerdo a Vitorino (1983), según el cuadro 11:

Tabla 10

Nivel de fertilización recomendado

Nivel de fertilización	N	P	K
Bajo	120	100	80
Medio	140	120	100
Alto	160	140	120

- **Cálculo de fertilizantes:**

El cálculo se hizo para los tres niveles de fertilización por regla de tres simple según la tabla 11, como se muestra a continuación para nivel de fertilización bajo:

Nivel de fertilización	N	P	K
Bajo	120	100	80

Fosfato diamónico (FDA): Para fósforo (P) con un nivel bajo de 100

En 100 kg de FDA..... 46 kg de P₂O₅

X 100 kg de P₂O₅

X = 217.39 kg de FDA/ha

Estimando para parcela se tiene:

En 217.39 kg de FDA/ha..... 10,000 m²

X 27 m²

X = **0.587** kg de fosfato diamónico/**parcela**

Nitrato de amonio: Para nitrógeno (N) con un nivel bajo de 120

18 % de nitrógeno en FDA

0.18 x 217.39 kg de FDA = 39.13 kg de N/ha

Nuevo nivel para nitrato de amonio:

120 kg de N – 39.13 kg de N = **80.87** kg de N/ha con un nuevo nivel

En 100 kg de nitrato de amonio..... 33 kg de N

X 80.87 kg de N

X = 245.06 kg de nitrato de amonio /ha

Estimando para parcela se tiene:

En 245.06 kg de nitrato de amonio..... 10,000 m²

X 27 m²

X = **0.662** kg de nitrato de amonio/**parcela**

Por regla, la aplicación de nitrógeno en papa es 50% a la siembra y 50% al aporque, por lo que se dividirá en dos porciones el nitrógeno estimado.

Cloruro de potasio: Para potasio (K) con un nivel bajo de 80

En 100 kg de cloruro de potasio..... 60 kg de K

X 80 kg K

X = 133.33 kg de cloruro de potasio /ha

Estimando para parcela se tiene:

En 133.33 kg de cloruro de potasio /ha..... 10,000 m²

X 27 m²

X = **0.359** kg de cloruro de potasio/**parcela**

Tabla 11*Dosis para los 3 niveles de fertilización/parcela en la siembra*

Nivel de fertilización				Nitrato de amonio	Fosfato diamónico	Cloruro de potasio
Nivel 1:	120	100	80	0.331	0.587	0.359
Nivel 2:	140	120	100	0.381	0.704	0.450
Nivel 3:	160	140	120	0.430	0.822	0.54

Tabla 12*Dosis para los 3 niveles de fertilización/parcela en el primer aporque*

Nivel de fertilización				Nitrato de amonio	Fosfato diamónico	Cloruro de potasio
Nivel 1:	120	100	80	0.331	-	-
Nivel 2:	140	120	100	0.381	-	-
Nivel 3:	160	140	120	0.430	-	-

Tabla 13*Dosis para los 3 niveles de fertilización/parcela en kg (27 m²)*

Nivel de NPK		Nitrato de amonio	Fosfato diamónico	Cloruro de potasio	TOTAL
Bajo:	120 - 100 - 80	0.662	0.587	0.360	1.609
Medio:	140 - 120 - 100	0.761	0.704	0.450	1.916
Alto:	160 - 140 - 120	0.861	0.822	0.540	2.223
TOTAL		2.284	2.113	1.350	

Tabla 14*Cantidad de fertilizantes para los 3 niveles de fertilización/ha en kg*

Cantidad	Nivel de NPK	Nitrato de	Fosfato	Cloruro de	TOTAL
		amonio	diamónico	potasio	
kg/ha	Bajo: 120-100-80	25504.032	28750.000	46875.000	101129.032
	Medio: 140-120-100	22167.056	23958.333	37500.000	83625.389
	Alto: 160-140-120	19602.273	20535.714	31250.000	71387.987
kg/experi- mento	Bajo: 120-100-80	10.587	9.391	5.760	25.738
	Medio: 140-120-100	12.180	11.270	7.200	30.650
	Alto: 160-140-120	13.774	13.148	8.640	35.562
kg/bloque	Bajo: 120-100-80	2.647	2.348	1.440	6.434
	Medio: 140-120-100	3.045	2.817	1.800	7.662
	Alto: 160-140-120	3.443	3.287	2.160	8.890
kg/parcela	Bajo: 120-100-80	0.662	0.587	0.360	1.609
	Medio: 140-120-100	0.761	0.704	0.450	1.916
	Alto: 160-140-120	0.861	0.822	0.540	2.223
kg/golpe	Bajo: 120-100-80	0.00630	0.00559	0.00343	0.015
	Medio: 140-120-100	0.00725	0.00671	0.00429	0.018
	Alto: 160-140-120	0.00820	0.00783	0.00514	0.021

5.7. Conducción del experimento

En el presente estudio la conducción se realizó de forma homogénea, considerándose las siguientes actividades:

- **Selección de semilla:** El material genético empleado en esta investigación, fue proporcionado por el programa de Papa (CICA). La selección se llevó a cabo el 23 de junio del 2023, antes de la siembra con el propósito de seleccionar semillas de alta calidad, uniformes en tamaño y peso, donde se utilizaron semillas con un peso promedio de 60 gr en los cuatro híbridos.

- **Preparación de terreno experimental:** Días antes del arado se inició con el recojo de retos de la campaña anterior y piedras con el propósito de dejar limpio el campo experimental. El arado del campo se ejecutó el día 2 de octubre del 2023 por medio de un tractor agrícola equipado con un arado de disco y posteriormente con el rastrado para proporcionar las condiciones óptimas necesarias para el desarrollo de los tubérculos y al pasar un par de días se realizó el surcado con una profundidad de 0.30 m y un distanciamiento entre surcos de 0.90 m.
- **Marcado de terreno:** El 18 de octubre del 2023 se llevó a cabo el dimensionamiento de los bloques y las unidades experimentales en el campo experimental, siguiendo las dimensiones establecidas en el croquis.
- **Siembra.** La siembra se llevó a cabo el día 26 de octubre del 2023, distribuyendo las semillas de cada híbrido previamente seleccionados y separados en saquillos, además se aplicó el nivel de fertilizantes cuidadosamente en las unidades experimentales distribuidos por bloque según la aleatorización de los tratamientos. Seguidamente se procedió con la siembra de cada unidad experimental con cinco surcos de 6 m de largo y 21 tubérculos a fondo de surco distanciados con 0.30m entre golpes. Una vez finalizada la siembra y aplicación de los fertilizantes se procedió a tapar los tubérculos manualmente con picos.
- **Aplicación de fertilizantes:** En la fertilización se emplearon tres niveles de fertilización, los niveles bajo (120-100-80), medio (140-120-100) y alto (160-140-120). Después de calcular la cantidad necesaria de fertilizante, se procedió a pesar y mezclar los fertilizantes para todo el experimento, posteriormente se pesaron las cantidades

correspondientes para cada parcela y se empacaron en bolsas de plástico con sus respectivas etiquetas, esta actividad se realizó el día 25 de octubre del 2023.

El día de la siembra, el fertilizante se colocó en la cabecera de cada parcela y fueron distribuidos a lo largo del fondo de los surcos y entre cada golpe de tubérculo. Durante la siembra se aplicó solo el 50 % de la dosis de nitrato de amonio y el 100 % de la dosis de fosfato diamónico y cloruro de potasio. La otra mitad restante del fertilizante del nitrato de amonio se aplicó en el primer aporque.

- **Riego:** Se realizó el 16 de octubre del 2023 mediante el riego por inundación directa. Durante su desarrollo del cultivo hubo precipitaciones pluviales que favorecieron la demanda del agua por lo cual no se tuvo riegos.
- **Deshierbo:** Esta labor fue realizada cada vez que fue necesario y en forma manual con un pico, siendo el primer deshierbo el día 04 de diciembre del 2023, debido a la presencia de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), nabo (*Brassica rapa Spp Campestris L.*) y trébol carretilla (*Medicago sp*), cuando las plantas alcanzaron aproximadamente 10 cm, a partir de este momento el deshierbo se realizó de manera continuo según la presencia de malezas, esta actividad se efectuó con el propósito de mantener el campo experimental libre de malezas y evitar la competencia por luz, nutrientes y agua con el cultivo.
- **Control fitosanitario:** Siendo el objetivo de evaluar el índice de daño causado por la rancha y el tizón temprano no se realizó la aplicación de ningún fungicida, sin embargo, el 08 de diciembre del 2023 se empleó insecticida ya que fue significativo en el campo experimental, siendo TIFON 4E de 22.5 ml por 15 lt de agua para controlar el piki piki.

- **Aporques:** Se llevaron a cabo dos aporques en forma manual utilizando lampas, siendo el primer aporque que se realizó el 16 de diciembre del 2023, cuando las plantas alcanzaron entre 0.20 a 0.30 m de altura, previo el aporque se aplicó la segunda mitad del fertilizante nitrogenada. El segundo aporque se efectuó de dos semanas después del primer aporque, antes que inicie la floración, estas labores se llevaron a cabo con el propósito de facilitar la tuberización, brindar soporte a las plantas y suavizar la superficie del suelo.
- **Etiquetado de las plantas:** El marcado de plantas se llevó a cabo en la fase de crecimiento vegetativa, seleccionando al azar 20 plantas por unidad experimental dentro de la parcela neta. Esto se realizó el día 19 de enero del 2024 con la finalidad de evaluar la incidencia de daño por *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*.
- **Corte de follaje:** Se llevó a cabo 02 de abril del 2024, con la finalidad de favorecer la maduración y la uniformidad de los tubérculos de papa.
- **Cosecha:** La cosecha se realizó a cabo los días 23 y 24 de abril del 2024, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica o senescencia, es decir cuando la piel de los tubérculos presentaba firmeza y consistencia. Esta actividad se realizó por separado en el área neta de la unidad experimental abarcando tres surcos centrales y eliminando las cabeceras y bordes de cada parcela, siguiendo un orden por cada parcela y bloque. Dentro de cada área neta de la unidad experimental fueron seleccionados y etiquetados al azar 20 plantas, las cuales fueron extraídas y almacenadas en bolsas polietílenico, posteriormente se escarbaron las plantas restantes del área neta y se colocaron en un saquillo de malla.

- **Selección y clasificación de tubérculos:** Una vez finalizada la cosecha se trasladaron al secadero, donde se procedió con el pesaje del rendimiento de las 20 plantas de muestreo por área neta de cada unidad experimental utilizando balanza de precisión, posteriormente los tubérculos fueron clasificados en tres grupos: primera, segunda y tercera basados en su tamaño y peso, esta labor se realizó el día 1 de mayo de 2024. Seguidamente se procederá a evaluar los tubérculos dañados por rancha para finalmente almacenarlos, la evaluación se realizará por porcentaje de daño de tubérculos.
- **Almacenamiento:** Antes de guardar los tubérculos, se aplicó dolomita para prevenir ataques de insectos como la polilla y gorgojo de los andes, posteriormente los tubérculos fueron almacenados en un ambiente adecuado de CICA con el fin de preservar el material genético y se continúen con las investigaciones futuras.

5.8. Evaluaciones

5.8.1. Evaluaciones para rendimiento

La evaluación de rendimiento fue conducida después de la cosecha considerando el área neta o los tres surcos centrales de cada tratamiento, las evaluaciones fueron:

- **Peso de tubérculo por planta:** Después del conteo de tubérculos, esta labor se llevó a cabo el día 30 de abril del 2024, donde se quitó los restos de tierra pegados al tubérculo, seguido se procedió el pesado de los 20 tubérculos de muestreo por tratamiento, para lo cual se utilizó una balanza digital de precisión, pesando individualmente y registrando cada tratamiento.
- **Rendimiento de tubérculo por categoría comercial:** Después de pesar los tubérculos por planta, estos se agruparon con los restantes obtenidos del área neta de la parcela. Una vez obtenido el total del área neta de la parcela experimental se procedió a seleccionar y

clasificar los tubérculos en tres grupos: primera, segunda y tercera según la tabla 15. Del mismo modo, se determinó el peso total del rendimiento de tubérculos del área neta por unidad experimental.

Tabla 15

Clasificación de tubérculo por categoría comercial en gramos

Categoría comercial	Peso (g)
Primera	> 100
Segunda	60 a 100
Tercera	< 60

- **Rendimiento por hectárea:** Después de la clasificación de tubérculos, se procedió a pesar el rendimiento total de tubérculos obtenidos del área neta por unidad experimental. Luego se sumó la producción total de cada área neta correspondiente a cada híbrido. Finalmente, estos datos de rendimiento parcelario y por híbrido fueron proyectados a toneladas por hectárea.

5.8.2. Evaluaciones para las características agronómicas

- **Número de tubérculos por planta:** Después de la cosecha, se procedió con el conteo de número de tubérculos por planta de las 20 plantas debidamente codificados y tomadas como muestra, considerando dentro del área neta a evaluarse de cada parcela, dicha actividad se realizó el día 30 de abril del 2024.
- **Peso de tubérculo por planta:** Después del conteo de tubérculos, esta labor se llevó a cabo el día 30 de abril del 2024, donde se quitó los restos de tierra pegados al tubérculo, seguido se realizó el pesado de 20 veinte tubérculos de muestreo por tratamiento, para lo cual se utilizó una balanza digital de precisión, pesando individualmente y registrando.

5.8.2.1. Otras características agronómicas

- **Altura de planta:** Esta actividad se ejecutó el día 09 de marzo del 2024 en la etapa de la maduración, fue medido la altura de planta con ayuda de un metro tomando al azar 20 plantas de muestreo del área neta por cada parcela.
- **Número de tallos:** Al final de la etapa floración se realizó el conteo de número de tallos tomando las 20 plantas al azar, considerando dentro del área neta a evaluarse de cada parcela. Esta actividad se realizó el día 10 de marzo del 2024.
- **Diámetro del tallo:** Asimismo al final de la etapa de floración, fue medido el diámetro del tallo a una altura de 5 cm desde el subsuelo con ayuda de un vernier digital tomando las 20 plantas al azar como muestra, considerando dentro del área neta a evaluarse de cada parcela. Dicha actividad se realizó el día 09 de abril del 2024.

5.8.3. Evaluaciones fenológicas

- **Emergencia:** Esta fase fue evaluada entre el 26 de noviembre y el 02 de diciembre del 2023, período donde en el que más del 50% de plantas comenzaron a emerger en cada parcela, considerándose como plena emergencia en días desde la siembra.
- **Plena floración:** Se evaluó entre el 20 y 24 de enero del 2024, registrándose como plena floración el momento en que más del 50% de plantas por parcela presentaron flores abiertos, considerando en días desde la siembra.
- **Senescencia:** La madurez fisiológica se evaluó entre el 20 marzo y el 16 de abril del 2024, registrándose como senescencia completa cuando más del 50% de hojas mostraron marchitez y coloración amarillenta debido a la perdida de turgencia de las hojas y tallo. Se evaluó contando los días transcurridos desde la siembra.

5.8.4. Evaluaciones para la incidencia de daño de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*

5.8.4.1. *Phytophthora infestans*

Se evaluó en cuatro momentos a los 86 días desde la siembra y cada 21 días. La primera evaluación se realizó el 20 de enero del 2024, la segunda evaluación se realizó el 10 de febrero del 2024, la tercera evaluación fue el 2 de marzo del 2024 y la cuarta evaluación fue el 23 de marzo del 2024. La evaluación se realizó en 20 plantas al azar por parcela, codificando según la descripción escalar. La escala de evaluación utilizada para esta enfermedad fue propuesta por el Centro Internacional de la Papa y acondicionada específicamente para esta evaluación.

Los datos obtenidos de los grados escalares fueron estimados a índice de daño en porcentaje (ID%) mediante la fórmula propuesta por Townsend y Heuberger que se muestra a continuación:

$$ID = \frac{\sum(nxv)}{NV} \times 100$$

Donde:

n = Número de plantas dañadas dentro de cada categoría escalar

v = Grado escalar que corresponde a la planta deseada

N = Número total de plantas evaluadas

V = Grado escalar máximo

Esta fórmula fue utilizada en la primera, segunda, tercera y cuarta evaluación.

Tabla 16*Grados escalares de evaluación de tizón tardío o rancha*

Categoría	Grado escalar	Descripción
1	0	Plantas completamente sanas con leve inicio de daño en hojas inferiores
2	1	Plantas dañadas en hojas inferiores del tercio medio hasta el 10% de área foliar.
3	2	Plantas dañadas en hojas basales y hojas el tercio medio hasta en un 20% en área foliar.
4	3	Plantas dañadas en más del 20% hasta 40% de hojas dañadas y tallos en el tercio basal
5	4	Plantas dañadas en más del 40% de hojas y todos los tallos.

Nota: Modificado Centro Internacional de la Papa

5.8.4.2. *Alternaria solani*

Esta enfermedad se evaluó en cuatro momentos, a los 86 días desde la siembra y cada 21 días. La primera evaluación fue el 20 de enero del 2024, la segunda evaluación fue el 10 de febrero del 2024, la tercera evaluación fue el 2 de marzo del 2024 y la cuarta evaluación fue el 23 de marzo del 2024. La evaluación se realizó en 20 plantas al azar por parcela, codificando según la descripción escalar. Para esta evaluación la escala de evaluación utilizada para esta enfermedad fue propuesta por el Centro Internacional de la Papa y evaluada tanto en la primera, segunda, tercera y cuarta evaluación. El índice de daño en porcentaje se calculó utilizando la metodología de Townsend y Heuberger que se muestra a continuación:

$$ID = \frac{\sum(nxv)}{NV} \times 100$$

Donde:

n = Número de plantas dañadas dentro de cada categoría escalar

v = Grado escalar que corresponde a la planta deseada

N = Número total de plantas evaluadas

V = Grado escalar máximo

Tabla 17

Grados escalares de evaluación de tizón temprano

Categoría	Grado escalar	Descripción
1	0	Plantas completamente sanas
2	1	Plantas dañadas en hojas inferiores hasta el 20% de área foliar.
3	2	Plantas dañadas en hojas basales y hojas el tercio medio entre mayores a 20% hasta 40 % del área foliar.
4	3	Plantas dañadas en más del 40% hasta 60% de hojas dañadas.
5	4	Plantas dañadas en más del 60% de hojas

Nota: Modificado Centro Internacional de la Papa

5.8.5. Evaluaciones para la calidad culinaria de los híbridos

Para realizar el nivel de aceptabilidad se utilizó el método del Centro Internacional de la Papa CIP (2010) con algunas modificaciones que describen a continuación. La evaluación consistió en forma de papa sancochada y papas fritas cortadas a la juliana. Para lo cual se escogió los tubérculos producidos de los cuatro híbridos en estudio con una cantidad igual y de manera codificada y separada.

5.8.5.1. Pruebas de palatabilidad en tubérculos sancochados

Las pruebas de palatabilidad se realizaron el día 22 de mayo del 2024 a las 10:00 am, con la participación de compañeros y docentes como degustadores de las muestras.

- Se seleccionó 10 tubérculos uniformes de categoría comercial como muestra, sin daños por plagas ni enfermedades de los cuatro híbridos de manera identificada y separada.
- Se procedió al lavado los tubérculos para introducir en una olla.
- Seguidamente se añadió agua y desde el momento de encendido de la hornilla de la cocina fue medido el tiempo de cocción con un cronómetro. Los tubérculos se dejaron en agua hirviendo hasta que un tenedor penetre el tejido como indicador de cocción.
- Se realizó una pequeña inducción a los degustadores acerca de la finalidad del experimento, se repartió una muestra de tubérculos sancochados debidamente identificados con su etiqueta, una hoja de calificación, tenedor y un vaso de agua. Donde mediante la percepción sensorial de los degustadores se determinó la palatabilidad, preferencia y satisfacción de los consumidores.

Para conocer la textura, color y palatabilidad de los tubérculos sancochados se determinó los siguientes ítems:

a) Textura del tubérculo sancochado

- **Harinosidad de tubérculos sancochados:** Esta cualidad se determinó de forma visual y mediante el paladar, evaluando el grado de friabilidad al desmenuzarlos con el tenedor.
- **Consistencia de tubérculos sancochados:** Se determinó pinchándolos con un tenedor a los tubérculos y evaluando la facilidad con que se desintegran durante este proceso.

- **Desintegración de tubérculos sancochados:** Se evaluó observando hasta qué punto la superficie del tubérculo, después de su cocción se ha mantenido integrada o desintegrada su superficie.
- b) **Color de tubérculos sancochados:** El color de los tubérculos en sancochado se determinó mediante la observación, con los parámetros de color desde la coloración en blanco, crema, amarillo y amarillo claro para juzgar si la apariencia del tubérculo es aceptable o no, según los criterios de la prueba.
- c) **Palatabilidad:** La evaluación de la palatabilidad se determinó mediante la percepción sensorial, valorando la preferencia y satisfacción de los tubérculos según los siguientes parámetros: desagradable, poco agradable y agradable.

5.8.5.2. Pruebas de palatabilidad en tubérculos en fritura

Las pruebas de palatabilidad de tubérculos en fritura se realizaron el día 23 de mayo del 2024 a las 10:00 am, con la participación de compañeros y docentes como degustadores de las muestras, para la cocción y evaluación se siguió lo siguiente:

- Se seleccionó una muestra de tubérculos uniformes de tamaño comercial, sin daños por plagas ni enfermedades de los cuatro híbridos de manera separada.
- Se procedió a lavarlos antes de ser pelados.
- Se pelaron de forma manual quitándole los ojos con ayuda de un cuchillo de cocina.
- Luego se cortó los tubérculos en tiras julianas uniformes.
- Se procedió a freírlas las tiras de papa con aceite de cocina y el tiempo se controló con un cronómetro.
- Despues de freír, se colocaron sobre un papel absorbente para eliminar exceso de aceite.

- Se realizó una pequeña inducción a los degustadores acerca de la finalidad del experimento, se repartió una muestra de tubérculos en fritura debidamente identificados con su etiqueta, una hoja de calificación, tenedor y un vaso de agua.

a) Textura de los tubérculos en fritura

- **Harinosidad interna del tubérculo en fritura:** Se determinó con el paladar, evaluando el grado de friabilidad al ser pinchado con el tenedor.
- **Harinosidad externa del tubérculo en fritura:** Se determinó visualmente y con el paladar evaluando el grado de friabilidad al partir el tubérculo con un tenedor.

b) Color del tubérculo en fritura: La coloración de los tubérculos en fritura se determinó observando su coloración externa e interna de las tiras. Esta evaluación determinó si la muestra es aceptable o no, los parámetros de color en tubérculos en fritura son desde un color brillante cristalino hasta un color gris, oscuro. Cuando los tubérculos presentan una coloración muy oscura no son aceptables, mientras presentan un color dorado o pálido son aceptables.

c) Apariencia externa: Se evaluó observando la apariencia externa: excelente, muy bueno, bueno, regular y malo de los tubérculos en fritura.

d) Palatabilidad: La evaluación de la palatabilidad se determinó mediante la percepción sensorial, valorando la preferencia y satisfacción de los tubérculos en fritura según los siguientes parámetros: desagradable, poco agradable y agradable.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento de tubérculos por planta

El rendimiento promedio de tubérculo de 20 plantas, obtenidos en un área neta de 15.39 m², se detalla a continuación.

Tabla 18

Rendimiento promedio de tubérculo de 20 plantas (kg/planta)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	0.598	0.623	0.804	0.601	2.625	0.656
2	a1 b2	0.707	0.701	0.646	0.699	2.753	0.688
3	a1 b3	0.826	0.713	0.643	0.621	2.802	0.701
4	a2 b1	0.387	0.476	0.369	0.359	1.591	0.398
5	a2 b2	0.538	0.504	0.407	0.598	2.047	0.512
6	a2 b3	0.546	0.495	0.572	0.539	2.152	0.538
7	a3 b1	0.525	0.455	0.659	0.372	2.011	0.503
8	a3 b2	0.695	0.580	0.769	0.538	2.581	0.645
9	a3 b3	0.723	0.617	0.701	0.571	2.611	0.653
10	a4 b1	0.661	0.767	0.613	0.533	2.573	0.643
11	a4 b2	0.693	0.846	0.645	0.680	2.864	0.716
12	a4 b3	0.890	0.916	0.771	0.701	3.277	0.819
TOTAL		7.787	7.692	7.594	6.810	29.883	0.623

Tabla 19

Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento promedio de tubérculo (kg/planta)

FACTORES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO	
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	2.625	2.753	2.802	8.180	0.682
	a2	1.591	2.047	2.152	5.789	0.482
	a3	2.011	2.581	2.611	7.202	0.600
	a4	2.573	2.864	3.277	8.713	0.726
TOTAL		8.799	10.243	10.841	29.883	
PROMEDIO		0.550	0.640	0.678	0.623	

Tabla 20*ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para el rendimiento de tubérculo*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.050036	0.016679	2.567	2.892	4.437	NS	NS
A	3	0.412205	0.137402	21.147	2.892	4.437	*	**
B	2	0.137833	0.068917	10.606	3.285	5.312	*	**
AB	6	0.030585	0.005097	0.785	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	0.214421	0.006498					
Total	47	0.845080						

CV = 12.95 %

En la tabla 20, el análisis de variancia (ANVA) para el rendimiento de tubérculo por planta se establecen las siguientes conclusiones:

- El coeficiente de variabilidad de 12.95 % indica un buen nivel de precisión en el experimento, lo que garantiza que los resultados obtenidos sean altamente confiables.
- Para los bloques no existen diferencias estadísticas significativas hasta con un 99% de confianza.
- Entre los cuatro híbridos evaluados para rendimiento promedio de tubérculo por planta existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza.
- Los tres niveles de fertilización utilizados presentan diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización no presentan diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza.

Tabla 21*Prueba de Tukey para el rendimiento promedio de tubérculo en los híbridos (kg/planta)*

OM	Híbridos	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	H - 512	0.726	a	a
II	H - 118	0.682	a	b
III	H - 084	0.600	b	b
IV	H - 207	0.482	c	c
ALS(T) 0.05 = 0.089		ALS(T) 0.01 = 0.111		

En la tabla 21, de acuerdo a la prueba estadística de Tukey para el rendimiento promedio de tubérculos en 20 plantas (kg), se afirma lo siguiente:

- Para la comparación de los cuatro híbridos, se determinó con un nivel de confianza de hasta 99% que los híbridos H-512 con un rendimiento de 0.726 kg/planta y H-118 con un rendimiento de 0.682 kg/planta ocuparon el primer lugar, estas variaciones de rendimiento son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los híbridos H-084 con 0.600 kg/planta y H-207 con 0.482 kg/planta de rendimiento.
- En segundo lugar, se tiene que los híbridos H-118 y H-084 con rendimientos de 0.682 kg/planta y 0.600 kg/planta son estadísticamente iguales entre sí y superiores al híbrido H-207 con 0.482 kg/planta hasta con 99% de confianza.
- El híbrido H-207 con un rendimiento de 0.482 kg/planta muestra el menor rendimiento ocupando el último lugar respecto a los demás híbridos con 99 % de confianza.

De acuerdo Ccallo (2020), reporta en su estudio que el rendimiento por planta fue de un promedio hasta un máximo de 2.40 kg/planta y un mínimo de 0.68 kg/planta. En el presente estudio el híbrido H-512 destacó el rendimiento más alto de 0.726 kg/planta, mientras el híbrido H-207 obtuvo el rendimiento más bajo de 0.482 kg/planta.

Figura 7

Rendimiento promedio de tubérculo en los híbridos (kg/planta)

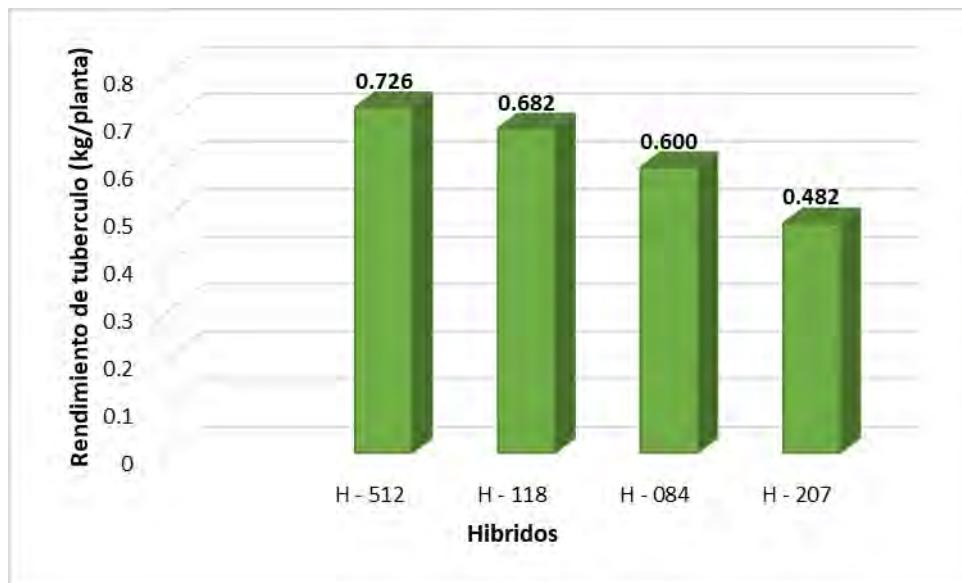


Tabla 22

Prueba de Tukey para el rendimiento promedio de tubérculo en los niveles de fertilización (kg/planta)

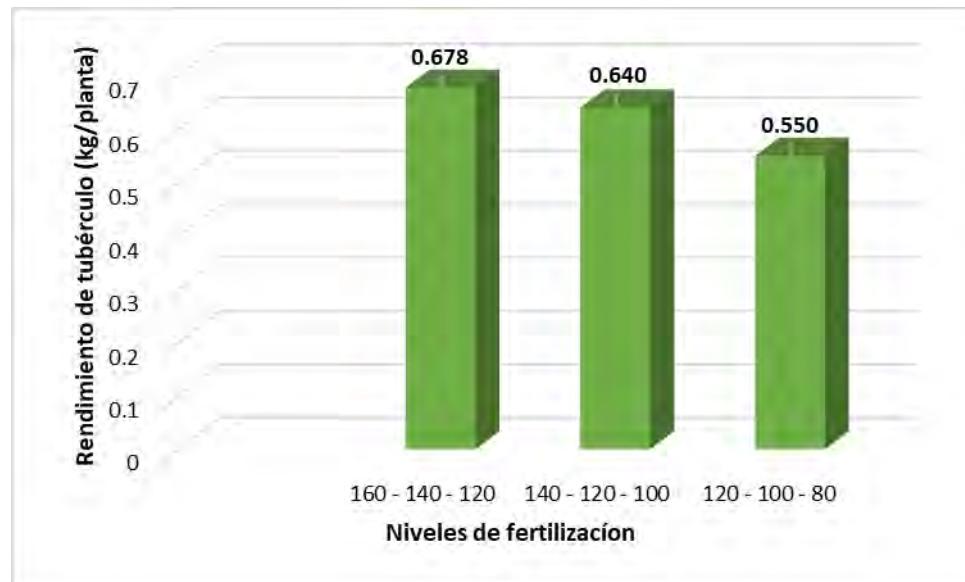
OM	Nivel de fertilización	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	160 - 140 - 120	0.678	a	a
II	140 - 120 - 100	0.640	a	a
III	120 - 100 - 80	0.550	b	b
ALS(T) 0.05 = 0.070		ALS(T) 0.01 = 0.089		

- Al 99% de confianza, los niveles de fertilización alto de 160-140-120 y el nivel medio de 140-120-100 con rendimientos de 0.678 kg/planta y 0.640 kg/planta, respectivamente son estadísticamente iguales y ambos superiores al nivel bajo.
- Por otro lado, el nivel bajo de 120-100-80 obtuvo un rendimiento de 0.550 kg/planta, ubicándose en el último lugar, esto al 99% de confianza.

Esta respuesta es coherente con la expectativa de que los niveles más altos de fertilización produzcan un mayor rendimiento en comparación con el nivel bajo. La mínima diferencia observada entre los tratamientos se debe al vigor y la capacidad productiva de los cuatro híbridos.

Figura 8

Rendimiento promedio de tubérculo en los niveles de fertilización (kg/planta)



6.2. Rendimiento total de tubérculo en t/ha

El rendimiento total de tubérculos y los correspondientes a las categorías comerciales de primera, segunda y tercera, obtenidos en un área neta de 15.39 m², fueron transformados a rendimientos por hectárea. Los rendimientos expresados en peso neto se presentan a continuación.

Tabla 23

Rendimiento total de tubérculo (t/ha)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	21.514	22.456	27.193	21.644	92.807	23.202
2	a1 b2	25.569	25.328	23.307	25.270	99.474	24.868
3	a1 b3	29.974	25.770	23.177	22.385	101.306	25.327
4	a2 b1	14.314	17.628	15.517	13.294	60.754	15.188
5	a2 b2	19.929	18.668	16.355	20.851	75.802	18.951
6	a2 b3	20.221	18.337	23.021	19.961	81.540	20.385
7	a3 b1	19.448	16.855	24.386	13.775	74.464	18.616
8	a3 b2	26.374	22.131	29.110	20.559	98.174	24.544
9	a3 b3	26.777	22.853	25.945	22.430	98.005	24.501
10	a4 b1	21.982	26.797	19.435	17.921	86.134	21.533
11	a4 b2	26.316	32.372	26.907	26.342	111.936	27.984
12	a4 b3	33.476	33.847	27.901	28.538	123.762	30.941
TOTAL		285.893	283.041	282.255	252.969	1104.159	23.003

Tabla 24

Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento total de tubérculo (t/ha)

FACTORES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO	
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	92.807	99.474	101.306	293.587	24.466
	a2	60.754	75.802	81.540	218.096	18.175
	a3	74.464	98.174	98.005	270.643	22.554
	a4	86.134	111.936	123.762	321.832	26.819
TOTAL		314.159	385.387	404.613	1104.159	
PROMEDIO		19.635	24.087	25.288		23.003

Tabla 25*ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para el rendimiento de tubérculo*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	59.747978	19.915993	2.574	2.892	4.437	NS	NS
A	3	482.620072	160.873357	20.790	2.892	4.437	*	**
B	2	283.858019	141.929010	18.341	3.285	5.312	*	**
AB	6	61.924356	10.320726	1.334	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	255.360311	7.738191					
Total	47	1143.510736						

CV=12.09 %

En la tabla 25, el análisis de variancia (ANVA) para el rendimiento de tubérculo en t/ha permite establecer las siguientes conclusiones:

- El coeficiente de variabilidad de 12.09 % indica que el experimento tuvo baja variabilidad y por lo tanto indica alta confiabilidad para esta variable para el rendimiento total por parcela.
- Para los bloques no existen diferencias estadísticas hasta con un 99% de confianza.
- Entre los tres híbridos evaluados para rendimiento de tubérculos se tiene diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza.
- Los tres niveles de fertilización utilizados presentan diferencias estadísticas significativas hasta 99% de confianza.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización no presentan interacción con 99% de confianza.

Tabla 26*Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo en los híbridos (t/ha)*

OM	Híbridos	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	H - 512	26.819	a	a
II	H - 118	24.466	a b	a b
III	H - 084	22.554	b	b
IV	H - 207	18.175	c	c
ALS(T) 0.05 = 3.072		ALS(T) 0.01 = 3.830		

En la tabla 26, según la prueba estadística de Tukey para el rendimiento por parcela (t/ha), se concluye lo siguiente:

- Para la comparación de los cuatro híbridos, se afirma que hasta con 99 % de confianza, ocupando el primer lugar los híbridos H-512 y H-118 con rendimientos de 26.819 t/ha y 24.466 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales y superiores a los híbridos H-084 con 22.554 t/ha y H-207 con 18.175 t/ha.
- En segundo lugar, los híbridos H-118 y H-084 con rendimientos de 24.466 t/ha y 22.554 t/ha respectivamente también son estadísticamente iguales y superiores al híbrido H-207 con 18.175 t/ha hasta con 99 % de confianza.
- Por otro lado, el híbrido H-207 con un rendimiento de 18.175 t/ha muestra el menor rendimiento ocupando el último lugar respecto a los demás híbridos hasta con 99 % de confianza.

Contreras (2025), reporta en su estudio que el tratamiento H-084 alcanzó el mayor rendimiento con 27.566 t/ha. En la presente investigación, el híbrido H-512 destacó el rendimiento más alto con 26.819 t/ha, mientras el híbrido H-207 obtuvo el más bajo con 18.175 t/ha, este resultado implica la superioridad del rendimiento del híbrido H-512 frente al reportado por Altamirano (2023) quien informó 24.481 t/ha para la variedad Qoya CICA. Estas variaciones

podrían atribuirse a los efectos de cambio climático, particularmente al incremento de la temperatura del suelo, que afecta el proceso de tuberización bajo las condiciones de k'ayra. Sin embargo, dichos rendimientos son inferiores a los reportados por Cosio y Catalan (2022) que obtuvieron 39.950 t/ha.

Figura 9

Rendimiento de tubérculo en los híbridos (t/ha)

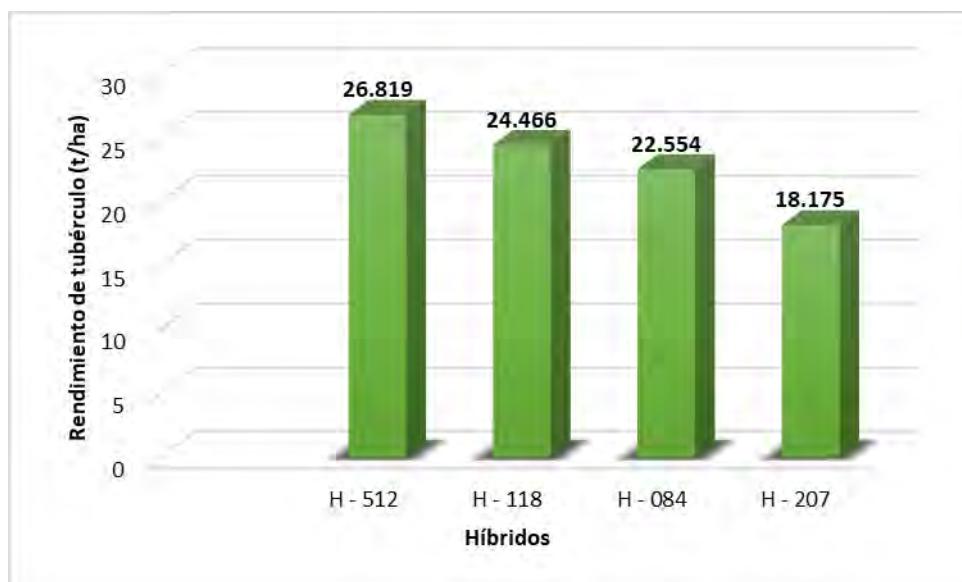


Tabla 27

Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo en los niveles de fertilización (t/ha)

OM	Nivel de fertilización	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	160 - 140 - 120	25.288	a	a
II	140 - 120 - 100	24.087	a	a
III	120 - 100 - 80	19.635	b	b
		ALS(T) 0.05 = 2.417	ALS(T) 0.01 = 3.078	

- Al 99% de confianza, los niveles de fertilización alto de 160-140-120 y medio de 140-120-100 con rendimientos de 25.288 t/ha y 24.087 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores al nivel bajo.

- Por otro lado, el nivel bajo de 120-100-80 con un rendimiento de 19.635 t/ha ocupa el último lugar, todo ello al 99% de confianza.

Altamirano (2023), reporta en su investigación que la variedad de COYA-CICA alcanzó un rendimiento de 25.397 t/ha con el nivel alto de fertilización (160-140-120) y de 25.380 t/ha con el nivel medio (140-120-100). En el presente estudio, se registraron rendimientos de 25.288 t/ha y 24.087 t/ha para los mismos niveles, lo que evidencia que los híbridos poseen un alto potencial productivo, alcanzando su máximo rendimiento incluso bajo condiciones de fertilización limitadas.

Figura 10

Rendimiento de tubérculo en los niveles de fertilización (t/ha)



6.2.1. Rendimiento de tubérculo de primera categoría comercial

Tabla 28

Rendimiento de tubérculo de primera categoría comercial (t/ha)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	11.222	9.597	11.196	10.364	42.378	10.595
2	a1 b2	12.775	11.306	10.078	12.807	46.966	11.741
3	a1 b3	13.593	11.871	9.896	11.520	46.881	11.720
4	a2 b1	4.022	3.879	3.405	1.468	12.775	3.194
5	a2 b2	4.906	4.081	3.008	5.224	17.219	4.305
6	a2 b3	5.491	5.120	5.926	5.315	21.852	5.463
7	a3 b1	6.225	6.010	7.966	3.944	24.146	6.036
8	a3 b2	8.583	8.824	11.137	7.765	36.309	9.077
9	a3 b3	10.494	9.844	11.189	9.487	41.014	10.253
10	a4 b1	8.077	8.720	7.193	5.569	29.558	7.390
11	a4 b2	11.092	11.923	10.611	10.045	43.671	10.918
12	a4 b3	15.068	12.521	10.767	11.423	49.779	12.445
TOTAL		111.546	103.697	102.372	94.932	412.547	8.595

Tabla 29

Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento de tubérculo de primera categoría (t/ha)

FACTORES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO	
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	42.378	46.966	46.881	136.225	11.352
	a2	12.775	17.219	21.852	51.845	4.320
	a3	24.146	36.309	41.014	101.468	8.456
	a4	29.558	43.671	49.779	123.008	10.251
TOTAL		108.856	144.165	159.526	412.547	
PROMEDIO		6.804	9.010	9.970	8.595	

Tabla 30*ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para tubérculos de primera categoría*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	11.578691	3.859564	2.889	2.892	4.437	NS	NS
A	3	343.607933	114.535978	85.723	2.892	4.437	*	**
B	2	84.375489	42.187744	31.575	3.285	5.312	*	**
AB	6	21.035553	3.505926	2.624	2.389	3.406	*	NS
Error	33	44.092116	1.336125					
Total	47	504.689782						

CV= 13.45 %

En la tabla 30, el análisis de variancia (ANVA) para el rendimiento de tubérculos de primera categoría (t/ha), permite establecer las siguientes conclusiones:

- La variable de rendimiento de tubérculo de primera categoría (t/ha), en este experimento alcanzo un buen nivel de precisión con 13.45 % de coeficiente de variabilidad.
- Para los bloques no existen diferencias estadísticas hasta con un 99% de confianza.
- Entre los cuatro híbridos evaluados para rendimiento de tubérculo de primera categoría existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza.
- Los tres niveles de fertilización utilizados presentan diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza cuando se trata de tubérculos de primera categoría.
- Existe diferencias significativas solo al 95% de confianza en la interacción entre los híbridos y niveles de fertilización para rendimiento de tubérculo de primera categoría.

Tabla 31*Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de primera categoría en los híbridos (t/ha)*

OM	Híbridos	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	H - 118	11.352	a	a
II	H - 512	10.251	a	a
III	H - 084	8.456	b	b
IV	H - 207	4.320	c	c
ALS(T) 0.05 = 1.276		ALS(T) 0.01 = 1.592		

Según la prueba estadística de Tukey, presentada en la tabla 31, para el rendimiento de tubérculos de primera categoría (t/ha) en los cuatro híbridos evaluados, se concluye lo siguiente:

- Los híbridos H-118 y H-512 con rendimientos de 11.352 t/ha y 10.251 t/ha son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los híbridos H-084 y H-207 con rendimientos de 8.456 t/ha y 4.320 t/ha al 99% de confianza.
- En segunda instancia el híbrido H-084 con un rendimiento de 8.456 t/ha es estadísticamente superior al híbrido H-207 con rendimiento de 4.320 t/ha al 99% de confianza.
- Por otro lado, el híbrido H-207 con un rendimiento de 4.320 t/ha ocupa el último lugar en cuanto a tubérculos de primera categoría, todo ello al 99% de confianza.

Contreras (2025), reportó que, en la categoría comercial primera, el tratamiento H-084 alcanzó un rendimiento de 12.458 t/ha. En contraste, en el presente estudio se obtuvieron rendimientos altos de 11.352 t/ha para el híbrido H-118, mientras el híbrido H-207 registró el más bajo con 4.320 t/ha, ambos correspondientes a la misma categoría. Estos resultados superan a lo reportado por Altamirano (2023), quien informó en su investigación un rendimiento promedio de 9.797 t/ha para la variedad de COYA-CICA en la categoría primera.

Figura 11

Rendimiento de tubérculo de primera categoría en los híbridos (t/ha)

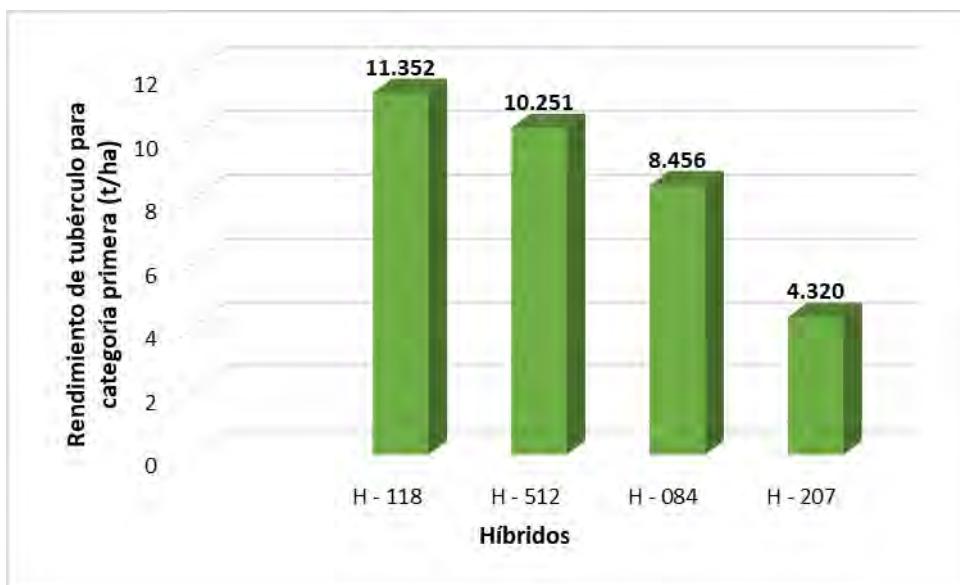


Tabla 32

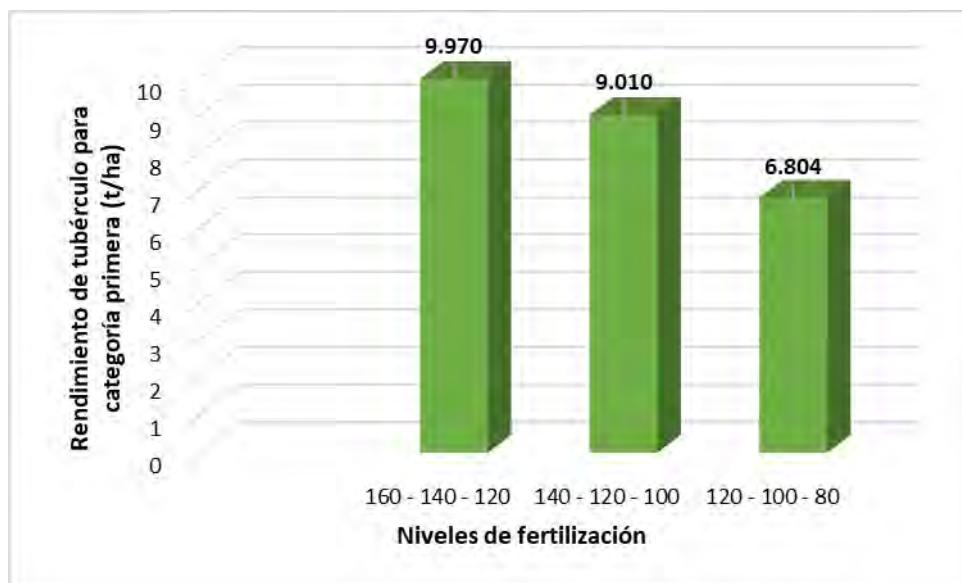
Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de primera categoría en los niveles de fertilización (t/ha)

OM	Nivel de fertilización	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	160 - 140 - 120	9.970	a	a
II	140 - 120 - 100	9.010	a	a
III	120 - 100 - 80	6.804	b	b
ALS(T) 0.05 = 1.004		ALS(T) 0.01 = 1.279		

- Al 99% de confianza, los niveles de fertilización alto de 160-140-120 y medio de 140-120-100 con rendimientos de 9.970 t/ha y 9.010 t/ha son estadísticamente iguales y superiores al nivel bajo de 120-100-80 con un rendimiento de 6.804 t/ha para tubérculos de primera categoría. Por otro lado, el nivel bajo de 120-100-80 con un rendimiento de 6.804 t/ha ocupa el último lugar, todo esto con un 99% de confianza.

Figura 12

Rendimiento de tubérculo de primera categoría en los niveles de fertilización (t/ha)



- Análisis de varianza de la interacción entre los niveles de fertilizantes y los híbridos

Tabla 33

ANVA auxiliar de los niveles de fertilizantes en los híbridos

F de V	GL	SC	CM	FC	FT 0.05	SIG 0.05
B en a ₁	2	3.443971	1.721985	1.29	3.285	NS
B en a ₂	2	10.301203	5.150602	3.85	3.285	*
B en a ₃	2	37.885021	18.942510	14.18	3.285	*
B en a ₄	2	53.780847	26.890424	20.13	3.285	*
Error	33	44.092116	1.336125			

En la tabla 33, presenta los resultados del ANVA auxiliar destacando lo siguiente:

- Los tres niveles de fertilización no alteran la capacidad productiva del híbrido H-118, lo que refleja su gran potencial productividad y alta estabilidad frente a las condiciones ambientales, una característica es especialmente favorable para la agricultura alto andina.

- El híbrido H-207 presenta interacción significativa con los niveles de fertilización con 95 % de confianza, cuya comparación se detalla más adelante.
- El híbrido H-084 también presenta una interacción con los niveles de fertilización con 95% de confianza, cuya comparación se analiza más adelante.
- De manera similar, el híbrido H-512 exhibe una interacción con los niveles de fertilización hasta con 95% de confianza, cuya comparación se analiza posteriormente.

➤ **Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de primera categoría comercial de los niveles de fertilización en el híbrido H-207**

Tabla 34

Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-207 (t/ha)

OM	Nivel de fertilización	Promedio	ALS _T	
			0.05	
I	160 - 140 - 120	5.463	a	
II	140 - 120 - 100	4.305	a	b
III	120 - 100 - 80	3.194		b
ALS(T) 0.05 = 2.008				

- Para el híbrido H-207, los niveles de fertilización alto de 16-140-120 y medio de 140-120-100 con rendimientos de 5.463 t/ha y 4.305 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y alcanzan niveles ligeramente superiores al nivel bajo de 120-100-80 con 3.194 t/ha al 95% de confianza.
- Por otro lado, los niveles de fertilización medio de 140-120-100 y bajo de 120-100-80 con rendimientos de 4.305 t/ha y 3.194 t/ha son estadísticamente iguales entre sí, pero inferiores al nivel alto al 95% de confianza.

Figura 13

Rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-207 (t/ha)



- **Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de primera categoría comercial de los niveles de fertilización en el híbrido H-084**

Tabla 35

Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-084 (t/ha)

OM	Nivel de fertilización	Promedio	ALS _T 0.05
I	160 - 140 - 120	10.253	a
II	140 - 120 - 100	9.077	a
III	120 - 100 - 80	6.036	b

ALS(T) **0.05** = 2.008

- Para el híbrido H-084, los niveles de fertilización alto 160-140-120 y medio 140-120-100, con rendimientos de 10.253 t/ha y 9.077 t/ha, respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores al nivel bajo con 95% de confianza, lo que demuestra que este híbrido responde favorablemente a los niveles altos de fertilización.

- Por otro lado, el nivel bajo 120-100-80 con un rendimiento 6.036 t/ha ocupa el último lugar con 95% de confianza.

Figura 14

Rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-084 (t/ha)



- **Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de primera categoría comercial de los niveles de fertilización en el híbrido H-512**

Tabla 36

Prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-512 (t/ha)

OM	Nivel de fertilización	Promedio	ALS _T 0.05
I	160 - 140 - 120	12.445	a
II	140 - 120 - 100	10.918	a
III	120 - 100 - 80	7.390	b

ALS(T) **0.05** = 2.008

- Para el híbrido H-512, los niveles de fertilización alto 160-140-120 y medio 140-120-100, con rendimientos de 12.445 t/ha y 10.918 t/ha, respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores al nivel bajo con 95% de confianza. 3

- Por otro lado, el nivel de fertilización de 120-100-80 con rendimiento de 7.390 t/ha es inferior a los niveles alto y medio con 95% de confianza.

Figura 15

Rendimiento de tubérculo de los niveles de fertilización en el híbrido H-512 (t/ha)



6.2.2. Rendimiento de tubérculo de segunda categoría comercial

Tabla 37

Rendimiento de tubérculo de segunda categoría comercial (t/ha)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	6.790	8.259	9.565	7.232	31.845	7.961
2	a1 b2	6.771	7.641	8.031	7.940	30.383	7.596
3	a1 b3	9.753	8.622	8.356	5.315	32.047	8.012
4	a2 b1	2.664	5.621	4.412	4.146	16.842	4.211
5	a2 b2	5.984	6.647	5.250	7.264	25.146	6.287
6	a2 b3	6.160	6.387	6.959	6.706	26.212	6.553
7	a3 b1	6.511	4.808	7.927	4.997	24.243	6.061
8	a3 b2	8.798	6.459	9.773	6.543	31.572	7.893
9	a3 b3	6.290	7.186	8.772	7.349	29.597	7.399
10	a4 b1	6.998	8.934	6.907	6.127	28.967	7.242
11	a4 b2	8.317	10.916	8.577	9.565	37.375	9.344
12	a4 b3	9.669	11.222	9.201	9.740	39.831	9.958
TOTAL		84.704	92.703	93.730	82.924	354.061	7.376

Tabla 38

Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento de tubérculo de segunda categoría (t/ha)

FACTORES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO	
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	31.845	30.383	32.047	94.276	7.856
	a2	16.842	25.146	26.212	68.200	5.683
	a3	24.243	31.572	29.597	85.413	7.118
	a4	28.967	37.375	39.831	106.173	8.848
TOTAL		101.897	124.477	127.687	354.061	
PROMEDIO		6.369	7.780	7.980	7.376	

Tabla 39*ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para tubérculos de segunda categoría*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	7.542784	2.514261	1.870	2.892	4.437	NS	NS
A	3	63.941791	21.313930	15.850	2.892	4.437	*	**
B	2	24.692468	12.346234	9.181	3.285	5.312	*	**
AB	6	12.297374	2.049562	1.524	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	44.376325	1.344737					
Total	47	152.850742						

CV= 15.72%

En la tabla 39, el análisis de variancia (ANVA) para el rendimiento de tubérculo de segunda categoría (t/ha), permite establecer las siguientes conclusiones:

- El coeficiente de variabilidad de 15.72% indica que el experimento alcanzo un buen nivel de precisión en el manejo, lo que garantiza la alta confiabilidad de los resultados.
- Para los bloques no existen diferencias estadísticas hasta con un 99% de confianza.
- Existe diferencias estadísticas significativas entre los cuatro híbridos evaluados en cuanto al rendimiento de tubérculo de segunda categoría hasta con 99% de confianza.
- Para los tres niveles de fertilización existe diferencias estadísticas significativas con 99% de confianza. No existe diferencias estadísticas para la interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización para rendimiento de segunda categoría.

Tabla 40*Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los híbridos (t/ha)*

OM	Híbridos	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	H - 512	8.848	a	a
II	H - 118	7.856	a b	a b
III	H - 084	7.118	b	b c
IV	H - 207	5.683	c	c
ALS(T) 0.05 = 1.280		ALS(T) 0.01 = 1.597		

Según la prueba estadística de Tukey, presentada en la tabla 40, para el rendimiento de tubérculos de segunda categoría (t/ha) en los cuatro híbridos evaluados al 95% de confianza se concluye lo siguiente:

- Ocupando el primer lugar los híbridos H-512 y H-118 con rendimientos de 8.848 t/ha y 7.856 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los híbridos H-084 y H-207 con rendimientos de 7.118 t/ha y 5.683 t/ha. En segunda instancia los híbridos H-118 y H-084 con rendimientos de 7.856 t/ha y 7.118 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores al híbrido H-207 con un rendimiento de 5.683 t/ha que ocupa el último lugar.

Al 99% de confianza existen tres grupos estadísticamente diferentes:

- Los híbridos H-512 y H-118 con rendimientos de 8.848 t/ha y 7.856 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los híbridos H-084 y H-207 con rendimientos de 7.118 t/ha y 5.683 t/ha. En segunda instancia los híbridos H-118 y H-084 con rendimientos de 7.856 t/ha y 7.118 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores al híbrido H-207 con un rendimiento de 5.683 t/ha. Por otro lado, los híbridos H-084 y H-207 con rendimientos de 7.118 t/ha y 5.683 t/ha son estadísticamente iguales entre sí y que ocuparon el último lugar.

Contreras (2025), reportó que, en la categoría comercial segunda, el tratamiento H-084 destacó un rendimiento de 8.291 t/ha. En contraste, en el presente estudio se obtuvieron rendimientos de 8.848 t/ha para el híbrido H-512, mientras el híbrido H-207 obtuvo el más bajo con 5.683 t/ha, estos resultados evidencian un rendimiento inferior al reportado por Altamirano

(2023), quien informó un rendimiento promedio de 9.393 t/ha para la variedad de COYA-CICA en la misma categoría.

Figura 16

Rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los híbridos (t/ha)

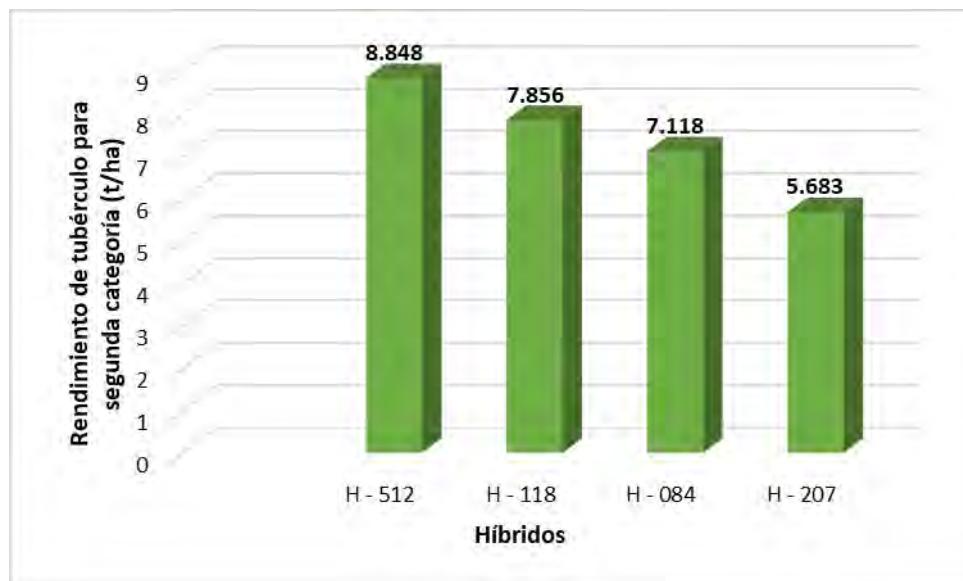


Tabla 41

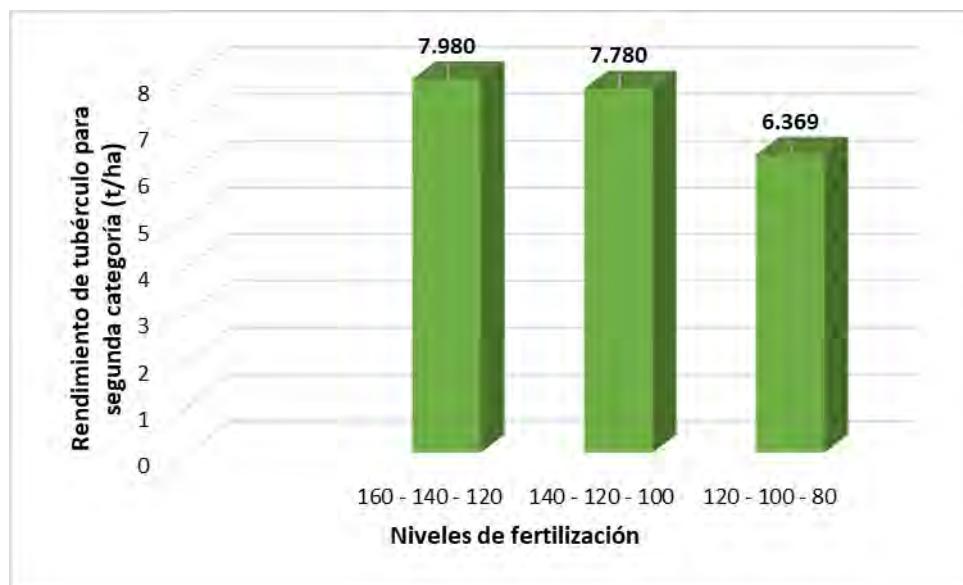
Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los niveles de fertilización (t/ha)

OM	Nivel de fertilización	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	160 - 140 - 120	7.980	a	a
II	140 - 120 - 100	7.780	a	a
III	120 - 100 - 80	6.369	b	b
ALS(T) 0.05 = 1.007		ALS(T) 0.01 = 1.283		

- Al 99% de confianza, los niveles de fertilización alto de 160-140-120 y medio de 140-120-100 con rendimientos de 7.980 t/ha y 7.780 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre sí y superiores al nivel bajo de 120-100-80 con un rendimiento de 6.369 t/ha.

Figura 17

Rendimiento de tubérculo de segunda categoría en los niveles de fertilización (t/ha)



6.2.3. Rendimiento de tubérculo de tercera categoría comercial

Tabla 42

Rendimiento de tubérculo de tercera categoría comercial (t/ha)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	3.502	4.600	6.433	4.048	18.583	4.646
2	a1 b2	6.023	6.381	5.198	4.522	22.125	5.531
3	a1 b3	6.628	5.276	4.925	5.549	22.378	5.595
4	a2 b1	7.628	8.129	7.700	7.680	31.137	7.784
5	a2 b2	9.038	7.940	8.096	8.363	33.437	8.359
6	a2 b3	8.571	6.829	10.136	7.940	33.476	8.369
7	a3 b1	6.712	6.036	8.493	4.834	26.075	6.519
8	a3 b2	8.993	6.849	8.200	6.251	30.292	7.573
9	a3 b3	9.994	5.822	5.984	5.595	27.394	6.849
10	a4 b1	6.907	9.142	5.335	6.225	27.609	6.902
11	a4 b2	6.907	9.532	7.719	6.732	30.890	7.723
12	a4 b3	8.739	10.104	7.934	7.375	34.152	8.538
TOTAL		89.643	86.641	86.153	75.114	337.550	7.032

Tabla 43*Híbridos por niveles de fertilización para rendimiento de tubérculo de tercera categoría (t/ha)*

FACTORES	NIVELES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO
		b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	18.583	22.125	22.378	63.086	5.257
	a2	31.137	33.437	33.476	98.051	8.171
	a3	26.075	30.292	27.394	83.762	6.980
	a4	27.609	30.890	34.152	92.651	7.721
TOTAL		103.405	116.745	117.401	337.550	
PROMEDIO		6.463	7.297	7.338		7.032

Tabla 44*ANVA factorial de híbridos por niveles de fertilización para tubérculos de tercera categoría*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	10.151211	3.383737	2.375	2.892	4.437	NS	NS
A	3	59.091351	19.697117	13.823	2.892	4.437	*	**
B	2	7.797347	3.898673	2.736	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	3.028530	0.504755	0.354	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	47.022496	1.424924					
Total	47	127.090935						

CV= 16.97%

En la tabla 44, según el análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento de tubérculo de tercera categoría (t/ha), permite establecer lo siguiente:

- El coeficiente de variabilidad es de 16.97% indica un buen nivel de precisión en el manejo del experimento, lo que garantiza que los resultados son altamente confiables.
- Para los bloques no existen diferencias estadísticas hasta con un 99% de confianza.
- Entre los cuatro híbridos evaluados existen diferencias estadísticas significativas en cuanto al rendimiento de tubérculo de tercera categoría hasta con 99% de confianza.
- Para los tres niveles de fertilización no existen diferencias estadísticas al 99% de confianza.

- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización no existen diferencias estadísticas en cuanto al rendimiento de tubérculos de tercera categoría al 99% de confianza.

Tabla 45

Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo de tercera categoría en los híbridos (t/ha)

OM	Híbridos	Promedio	ALS _T	
			0.05	0.01
I	H - 207	8.171	a	a
II	H - 512	7.721	a	a
III	H - 084	6.980	a	a
IV	H - 118	5.257	b	b
ALS(T) 0.05 = 1.318		ALS(T) 0.01 = 1.644		

En la tabla 45, según la prueba estadística de Tukey para el rendimiento de tubérculos de tercera categoría (t/ha), evaluados en los cuatro híbridos se concluye lo siguiente:

- Los híbridos H-207, H-512 y H-084 con rendimientos de 8.171 t/ha, 7.721 t/ha y 6.980 t/ha respectivamente son estadísticamente iguales ocupando los primeros lugares y son superiores al híbrido H-118 con un rendimiento de 5.257 t/ha al 99% de confianza.
- El híbrido H-118 con un rendimiento de 5.257 t/ha ocupa el último lugar en la categoría de tubérculos de tercera, esto señala que su producción se concentra en tubérculos de mayor tamaño y forma, favoreciendo las cosechas de primera y segunda categoría desde una perspectiva comercial.

Contreras (2025), reportó que, para la categoría comercial tercera, el tratamiento H-207 destacó un rendimiento de 7.924 t/ha. Por su parte Altamirano (2023), que reportó en su investigación un rendimiento promedio de 5.708 t/ha para la variedad de COYA-CICA en la misma categoría. En contraste, en el presente estudio se obtuvieron rendimientos de 8.171 t/ha para el híbrido H-207, lo que evidencia una mayor proporción de tubérculos de menor tamaño, correspondientes a la tercera categoría comercial; En cambio, el híbrido H-118 obtuvo un rendimiento bajo de 5.257 t/ha, lo que refleja que H-118 tiende a producir tubérculos de mayor tamaño, principalmente de la categoría primera.

Figura 18

Rendimiento de tubérculo de tercera categoría en los híbridos (t/ha)

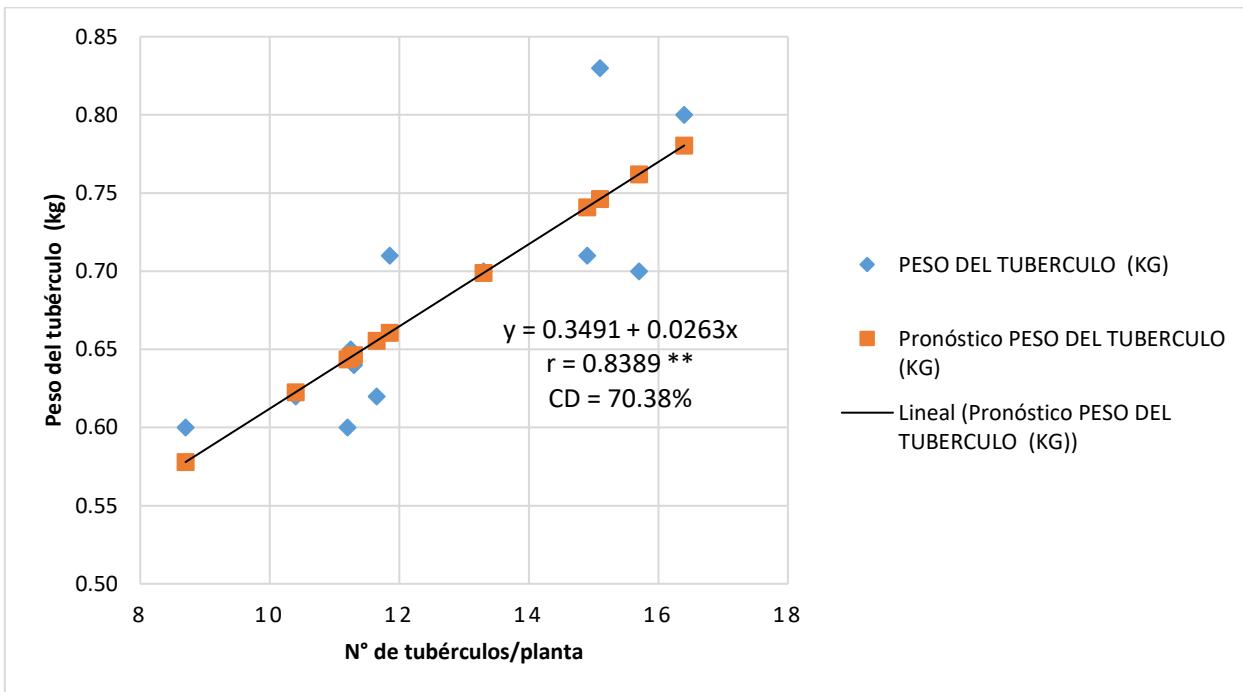


6.3. Regresión y correlación entre las características agronómicas con los niveles de fertilización

Híbrido	a	b ₁	R	CD	SIG.
H - 118	0.3491	0.0263	0.8389	70.38%	*

Figura 19

Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-118

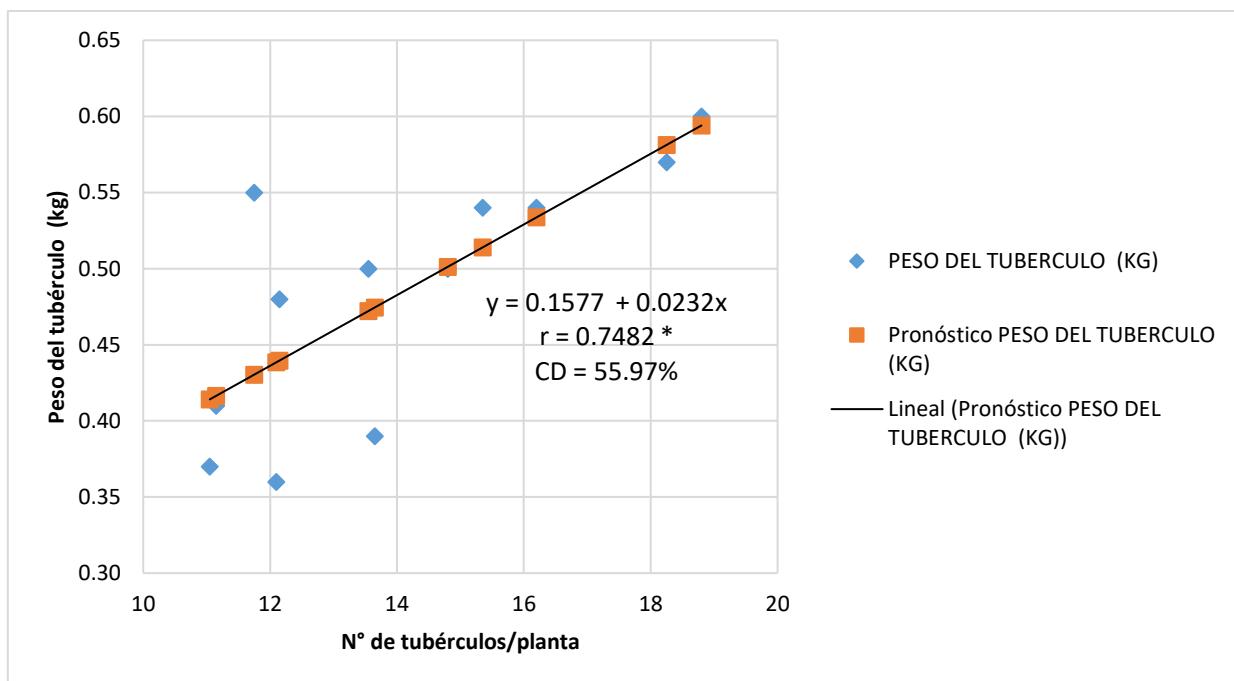


Para el híbrido H-118, la regresión entre número de tubérculos por planta con peso del tubérculo en kg, permite afirmar que por cada número de tubérculo que aumente, el peso del tubérculo se incrementa en 0.0263 kg, lo que se interpreta que existe un alto grado de asociación entre estas dos variables. La correlación se tiene un valor de $r = 0.84$, manifiesta que es una relación fuerte y alcanza un coeficiente de determinación de 70.38% lo que indica, que las variaciones del peso del tubérculo quedan explicadas en un 70.38% por las variaciones de número de tubérculos por planta.

Híbrido	a	b ₁	r	CD	SIG.
H - 207	0.1577	0.0232	0.7482	55.97%	*

Figura 20

Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-207

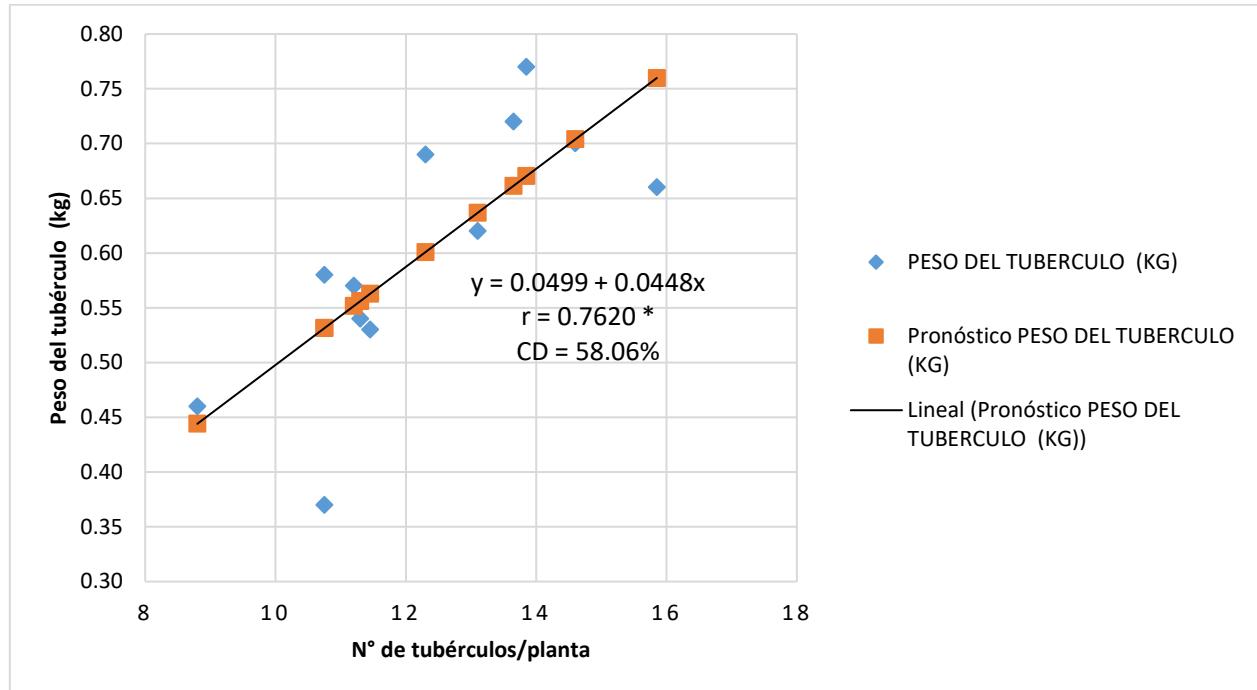


Para el híbrido H-207, la regresión entre número de tubérculo por planta con peso del tubérculo en kg, permite afirmar que, por el incremento de cada número de tubérculo, el peso del tubérculo se incrementa en 0.0232 kg, lo que se interpreta que existe una regresión entre estas dos variables. Para la correlación se tiene el valor de $r = 0.75$, manifiesta que es una relación fuerte y un coeficiente de determinación de 55.97% lo que indica, que las variaciones del peso del tubérculo quedan explicadas en un 55.97% por las variaciones de número de tubérculos por planta.

Híbrido	a	b_1	r	CD	SIG.
H - 084	0.0499	0.0448	0.7620	58.06%	*

Figura 21

Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-084

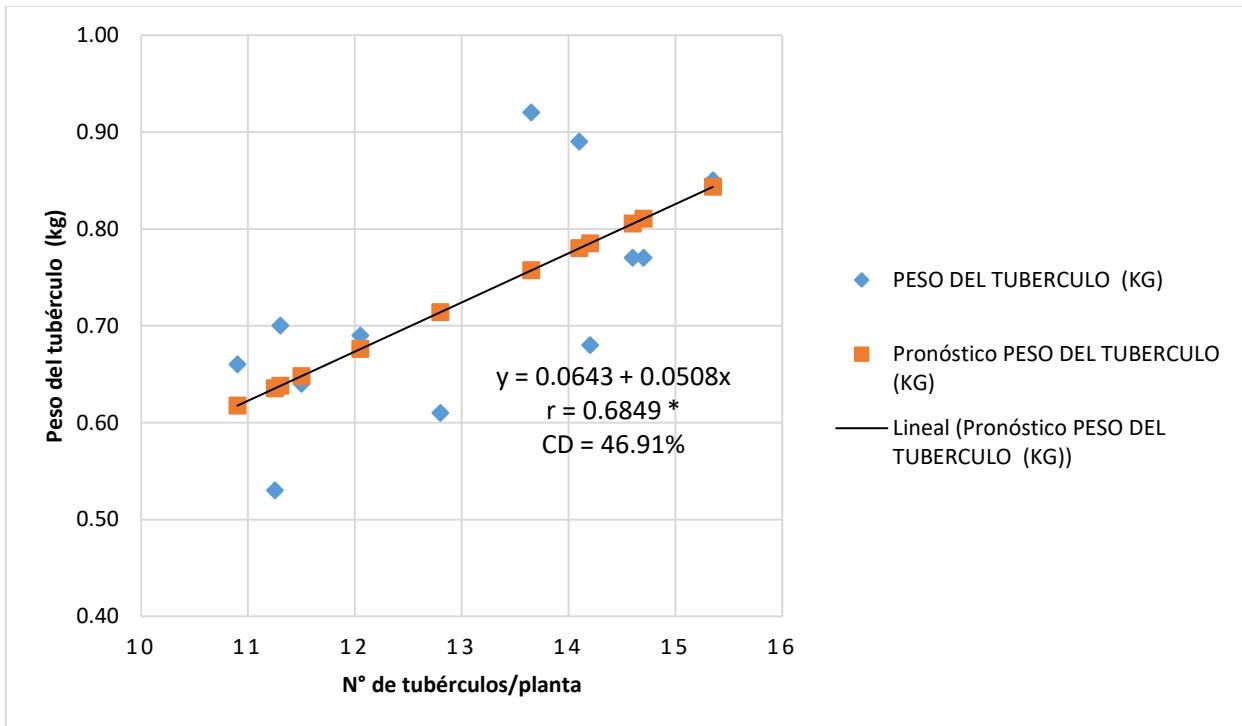


Para el híbrido H-084, la regresión entre número de tubérculo por planta con peso del tubérculo en kg, permite afirmar que, por el incremento de un tubérculo, el peso del tubérculo se incrementa en 0.0448 kg, lo que se interpreta que existe un alto grado de asociación entre estas dos variables. Para la correlación se tiene el valor de $r = 0.76$, afirma que es una relación significativa y cuyo coeficiente de determinación de 58.06% lo que indica, que las variaciones del peso del tubérculo quedan explicadas en un 58.06% que está determinado por la causa que regula la variación del número de tubérculos por planta por las variaciones.

Híbrido	a	b_1	r	CD	SIG.
H - 084	0.0643	0.0508	0.6849	46.91%	*

Figura 22

Regresión entre número de tubérculos/planta con peso del tubérculo en kg para el híbrido H-512



Para el híbrido H-512, la regresión entre número de tubérculo por planta con peso del tubérculo en kg, permite afirmar que, por el incremento de un tubérculo, el peso del tubérculo se incrementa en 0.0508 kg, lo que se interpreta que existe una regresión entre estas dos variables. Para la correlación indica un valor de $r = 0.68$, manifiesta que es una relación fuerte con un coeficiente de determinación de 46.91% lo que indica que hay un alto grado de asociación entre estas dos variables.

6.4. Índice de daño de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary

Tabla 46

Índice de daño (%) por *Phytophthora infestans* a los 87 días desde la siembra (20/01/2024)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	a1 b2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	a1 b3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	a2 b1	9.00	47.00	50.00	29.00	135.00	33.75
5	a2 b2	26.00	32.00	47.00	27.00	132.00	33.00
6	a2 b3	32.00	43.00	40.00	52.00	167.00	41.75
7	a3 b1	0.00	1.00	0.00	2.00	3.00	0.75
8	a3 b2	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.25
9	a3 b3	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.25
10	a4 b1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	a4 b2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	a4 b3	0.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.50
TOTAL		67.00	126.00	137.00	111.00	441.00	9.19

El índice de daño de la infección por *Phytophthora infestans* a los 87 días desde la siembra (primera evaluación) alcanza muchos valores de cero, lo que dificulta la aplicación de un análisis estadístico en un diseño factorial. Para una evaluación más apropiado del daño causado por el tizón tardío, se realizó una transformación de datos de índice de daño utilizando raíz cuadrada más uno $\sqrt{X + 1}$.

Del mismo modo, este procedimiento se aplicó en la segunda, tercera y cuarta evaluación de *Phytophthora infestans*.

Tabla 47*Índice de daño por Phytophthora infestans con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00
2	a1 b2	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00
3	a1 b3	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00
4	a2 b1	3.16	6.93	7.14	5.48	22.71	5.68
5	a2 b2	5.20	5.74	6.93	5.29	23.16	5.79
6	a2 b3	5.74	6.63	6.40	7.28	26.06	6.52
7	a3 b1	1.00	1.41	1.00	1.73	5.15	1.29
8	a3 b2	1.00	1.41	1.00	1.00	4.41	1.10
9	a3 b3	1.00	1.41	1.00	1.00	4.41	1.10
10	a4 b1	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00
11	a4 b2	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00
12	a4 b3	1.00	1.41	1.00	1.41	4.83	1.21
TOTAL		23.10	29.96	29.47	28.20	110.73	2.31

Tabla 48*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por Phytophthora infestans*

	FACTORES			TOTAL	PROMEDIO	
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	4.00	4.00	4.00	12.00	1.00
	a2	22.71	23.16	26.06	71.93	5.99
	a3	5.15	4.41	4.41	13.97	1.16
	a4	4.00	4.00	4.83	12.83	1.07
TOTAL		35.86	35.57	39.30	110.73	
PROMEDIO		2.24	2.22	2.46	2.31	

Tabla 49*ANVA de índice de daño por *Phytophthora infestans* a los 87 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG.	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	2.469979	0.823326	2.359	2.892	4.437	NS	NS
A	3	217.698570	72.566190	207.945	2.892	4.437	*	**
B	2	0.539070	0.269535	0.772	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	1.319012	0.219835	0.630	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	11.515934	0.348968					
Total	47	233.542564						

CV = 25.61 %

El análisis de variancia para el índice de daño por *Phytophthora infestans* a los 87 días del ciclo vegetativo del cultivo permite afirmar lo siguiente:

- El coeficiente de variabilidad de 25.61 % refleja un nivel de precisión aceptable en el experimento, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados obtenidos.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Phytophthora infestans* existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza. Esto indica que entre los híbridos existe variabilidad en la resistencia o susceptibilidad al tizón tardío.
- Entre los niveles de fertilización para índice de daño por *Phytophthora infestans* no existe diferencias estadísticas, es decir los fertilizantes de nivel alto, medio y bajo no fue causa de *Phytophthora infestans* en las plantas.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existe interacción, lo que indica que son estadísticamente iguales hasta con 99% de confianza. Lo que implica que la respuesta de los híbridos al tizón tardío es independientemente del nivel de fertilización.

Tabla 50

Prueba de Tukey para índice de daño por *Phytophthora infestans* en híbridos a los 87 días desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio Índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	1.00	0.00	a	a
II	H - 512	1.07	0.17	a	a
III	H - 084	1.16	0.42	a	a
IV	H - 207	5.99	36.17	b	b
ALS(T) 0.05 = 0.652				ALS(T) 0.01 = 0.813	

Según la tabla 50, a los 87 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, el índice de daño por *Phytophthora infestans* evaluados en la primera evaluación, los híbridos H-118 con 0% de índice de daño, H-512 con 0.17% de índice de daño y H-084 con 0.42% de índice de daño permite afirmar que existe alta resistencia de daño a rancha y siendo estadísticamente iguales entre sí y superiores al híbrido H-207 con 36.17% de índice de daño. Por otra parte, el híbrido H-207 con 36.17% de índice de daño, presenta un valor significativamente mayor, evidenciando mayor susceptibilidad a la rancha hasta con 99% de confianza.

Checya (2023), en su investigación reportó que, a los 83 días desde la siembra el porcentaje de índice de daño de *Phytophthora infestans* alcanza niveles cero. Por su parte Altamirano (2023), que a los 84 días desde la siembra fue de 6% de índice de daño en la variedad COYA-CICA. En contraste, en el presente estudio el híbrido H-207 presentó la mayor incidencia con 36.17 %, mientras que el híbrido H-118 registra 0.00 % evidenciando ausencia de infección por *Phytophthora infestans* a los 87 días desde la siembra.

Figura 23

Índice de daño por *Phytophthora infestans* en híbridos a los 87 días desde la siembra

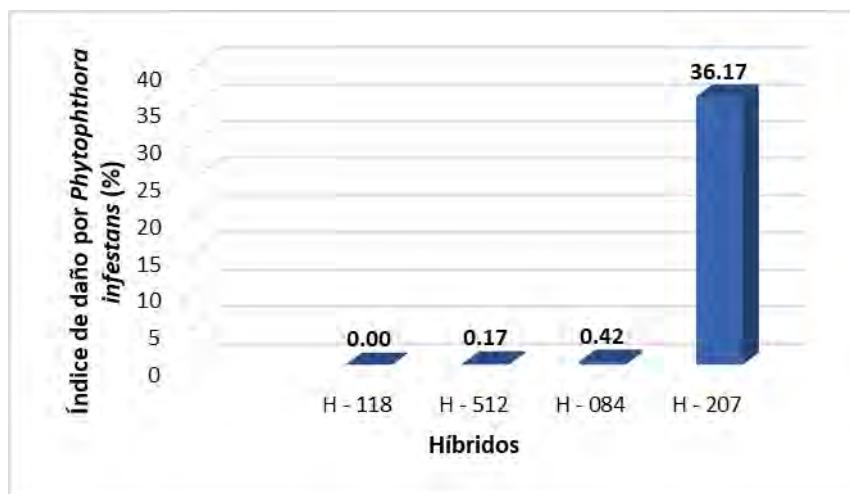


Tabla 51

Índice de daño (%) por *Phytophthora infestans* a los 108 días desde la siembra (10/02/2024)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	1.00	0.00	0.00	1.00	2.00	0.50
2	a1 b2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	a1 b3	2.00	0.00	1.00	3.00	6.00	1.50
4	a2 b1	67.00	71.00	67.00	59.00	264.00	66.00
5	a2 b2	61.00	67.00	70.00	59.00	257.00	64.25
6	a2 b3	59.00	64.00	59.00	67.00	249.00	62.25
7	a3 b1	3.00	3.00	3.00	4.00	13.00	3.25
8	a3 b2	5.00	9.00	7.00	2.00	23.00	5.75
9	a3 b3	4.00	5.00	1.00	1.00	11.00	2.75
10	a4 b1	0.00	2.00	3.00	5.00	10.00	2.50
11	a4 b2	1.00	4.00	0.00	2.00	7.00	1.75
12	a4 b3	1.00	2.00	2.00	3.00	8.00	2.00
TOTAL		204.00	227.00	213.00	206.00	850.00	17.71

Tabla 52*Índice de daño por Phytophthora infestans con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	1.41	1.00	1.00	1.41	4.83	1.21
2	a1 b2	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00
3	a1 b3	1.73	1.00	1.41	2.00	6.15	1.54
4	a2 b1	8.25	8.49	8.25	7.75	32.72	8.18
5	a2 b2	7.87	8.25	8.43	7.75	32.29	8.07
6	a2 b3	7.75	8.06	7.75	8.25	31.80	7.95
7	a3 b1	2.00	2.00	2.00	2.24	8.24	2.06
8	a3 b2	2.45	3.16	2.83	1.73	10.17	2.54
9	a3 b3	2.24	2.45	1.41	1.41	7.51	1.88
10	a4 b1	1.00	1.73	2.00	2.45	7.18	1.80
11	a4 b2	1.41	2.24	1.00	1.73	6.38	1.60
12	a4 b3	1.41	1.73	1.73	2.00	6.88	1.72
TOTAL		38.53	41.11	38.81	39.72	158.16	3.29

Tabla 53*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por Phytophthora infestans*

	FACTORES			B = Fertilización		TOTAL	PROMEDIO
	NIVELES	b1	b2	b3			
A = Híbridos	a1	4.83	4.00	6.15	14.97	1.25	
	a2	32.72	32.29	31.80	96.82	8.07	
	a3	8.24	10.17	7.51	25.92	2.16	
	a4	7.18	6.38	6.88	20.44	1.70	
TOTAL		52.97	52.85	52.34	158.16		
PROMEDIO		3.31	3.30	3.27		3.29	

Tabla 54*ANVA de índice de daño por Phytophthora infestans a los 108 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG.	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.337224	0.112408	0.697	2.892	4.437	NS	NS
A	3	369.517465	123.172488	764.240	2.892	4.437	*	**
B	2	0.013977	0.006989	0.043	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	1.704616	0.284103	1.763	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	5.318603	0.161170					
Total	47	376.891886						

CV = 12.18 %

Según el ANVA para el índice de daño por *Phytophthora infestans* a los 108 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa se pueden destacar que:

- El coeficiente de variabilidad de 12.18 % indica buen nivel de precisión en el experimento, lo que garantiza que los resultados obtenidos sean altamente confiables.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Phytophthora infestans*, existe diferencias estadísticas significativas hasta del 99% de confianza. Esto indica que entre los híbridos existe variabilidad en la resistencia o susceptibilidad al tizón tardío.
- Entre los niveles de fertilización para índice de daño por *Phytophthora infestans* no existe diferencias estadísticas, es decir los fertilizantes de nivel alto, medio y bajo no fue causa de *Phytophthora infestans* en las plantas.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existe interacción hasta con 99% de confianza. Lo que implica que la respuesta de los híbridos al tizón tardío es independientemente del nivel de fertilización.

Tabla 55

Prueba de Tukey para índice de daño por Phytophthora infestans en híbridos a los 108 días desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio Índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	1.25	0.67	a	a
II	H - 512	1.70	2.08	a	b
III	H - 084	2.16	3.92	b	b
IV	H - 207	8.07	64.17	c	c
ALS(T) 0.05 = 0.443				ALS(T) 0.01 = 0.553	

Según la tabla 55, al 99% de confianza a los 108 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa correspondiente a la segunda evaluación, el índice de daño por rancha muestra que continúa manteniendo la alta resistencia a esta enfermedad. Los híbridos H-118 con 0.67% y H-512 con 2.08% de índice de daño son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los híbridos H-084 y H-207, lo que señala que poseen tolerancia genética al tizón tardío. En segunda instancia los híbridos H-512 con 2.08% y H-084 con 3.92% de índice de daño estadísticamente son iguales entre sí y superiores al híbrido H-207 con 64.17% de índice de daño significativamente mayor, evidenciando su alta susceptibilidad.

Checya (2023), en su investigación, alcanzó 6% de índice de daño de *Phytophthora infestans* a los 111 días desde la siembra. Por parte Altamirano (2023), afirma que a los 98 días desde la siembra fue de 12 % de índice de daño en la variedad COYA-CICA. En contraste, en el presente estudio el híbrido H-207 presenta un avance significativo de la infección alcanzando 64.17 %, mientras que el híbrido H-118 registra solo 0.67 % de índice de daño por *Phytophthora infestans* a los 108 días desde la siembra.

Figura 24

Índice de daño por Phytophthora infestans en híbridos a los 108 días desde la siembra

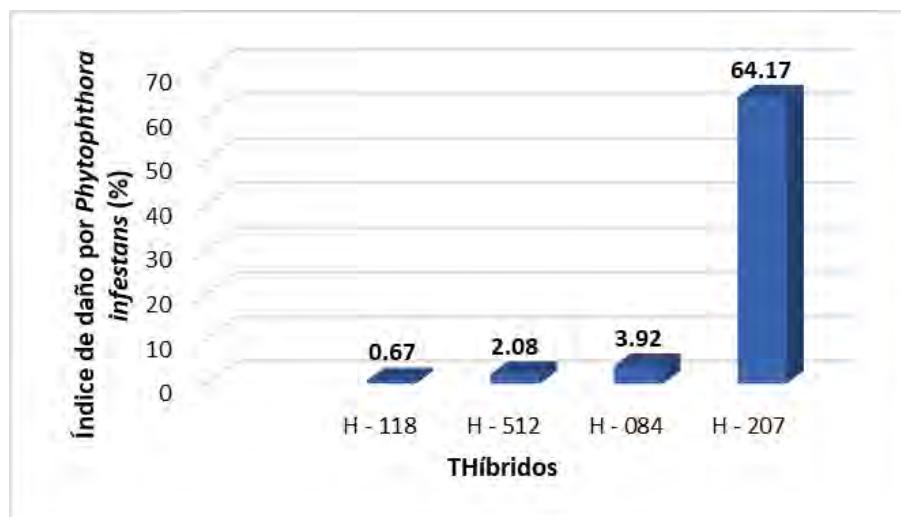


Tabla 56*Índice de daño (%) por Phytophthora infestans a los 129 días desde la siembra (02/03/2024)*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	2.00	5.00	6.00	5.00	18.00	4.50
2	a1 b2	3.00	4.00	3.00	4.00	14.00	3.50
3	a1 b3	5.00	3.00	4.00	8.00	20.00	5.00
4	a2 b1	69.00	78.00	74.00	65.00	286.00	71.50
5	a2 b2	69.00	75.00	72.00	72.00	288.00	72.00
6	a2 b3	69.00	76.00	69.00	75.00	289.00	72.25
7	a3 b1	14.00	18.00	14.00	11.00	57.00	14.25
8	a3 b2	18.00	14.00	22.00	14.00	68.00	17.00
9	a3 b3	15.00	17.00	19.00	11.00	62.00	15.50
10	a4 b1	9.00	11.00	11.00	13.00	44.00	11.00
11	a4 b2	13.00	9.00	11.00	11.00	44.00	11.00
12	a4 b3	11.00	7.00	6.00	12.00	36.00	9.00
TOTAL		297.00	317.00	311.00	301.00	1226.00	25.54

Tabla 57*Índice de daño por Phytophthora infestans con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	1.73	2.45	2.65	2.45	9.28	2.32
2	a1 b2	2.00	2.24	2.00	2.24	8.47	2.12
3	a1 b3	2.45	2.00	2.24	3.00	9.69	2.42
4	a2 b1	8.37	8.89	8.66	8.12	34.04	8.51
5	a2 b2	8.37	8.72	8.54	8.54	34.17	8.54
6	a2 b3	8.37	8.77	8.37	8.72	34.23	8.56
7	a3 b1	3.87	4.36	3.87	3.46	15.57	3.89
8	a3 b2	4.36	3.87	4.80	3.87	16.90	4.23
9	a3 b3	4.00	4.24	4.47	3.46	16.18	4.04
10	a4 b1	3.16	3.46	3.46	3.74	13.83	3.46
11	a4 b2	3.74	3.16	3.46	3.46	13.83	3.46
12	a4 b3	3.46	2.83	2.65	3.61	12.54	3.14
TOTAL		53.88	55.00	55.17	54.68	218.73	4.56

Tabla 58*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por *Phytophthora infestans**

FACTORES		B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	9.28	8.47	9.69	27.43	2.29
	a2	34.04	34.17	34.23	102.44	8.54
	a3	15.57	16.90	16.18	48.65	4.05
	a4	13.83	13.83	12.54	40.21	3.35
TOTAL		72.72	73.38	72.63	218.73	
PROMEDIO		4.54	4.59	4.54		4.56

Tabla 59*ANVA de índice de daño por *Phytophthora infestans* a los 129 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.081290	0.027097	0.218	2.892	4.437	NS	NS
A	3	272.408942	90.802981	730.250	2.892	4.437	*	**
B	2	0.020734	0.010367	0.083	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	0.673307	0.112218	0.902	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	4.103387	0.124345					
Total	47	277.287660						

CV = 7.74 %

El análisis de variancia para el índice de daño por *Phytophthora infestans* a los 129 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa correspondiente a la tercera evaluación muestra un incremento, afirmando lo siguiente:

- El coeficiente de variabilidad de 7.74 % indica excelente nivel de precisión en el experimento, lo que garantiza que los resultados obtenidos sean altamente confiables.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Phytophthora infestans*, existe diferencias estadísticas significativas hasta del 99% de confianza. Esto indica que entre los híbridos existe variabilidad en la resistencia o susceptibilidad al tizón tardío.

- Entre los niveles de fertilización para índice de daño por *Phytophthora infestans* no existe diferencias estadísticas, es decir los fertilizantes de nivel alto, medio y bajo no fue causa de *Phytophthora infestans* en las plantas.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existe interacción hasta con 99% de confianza. Lo que implica que la respuesta de los híbridos al tizón tardío es independientemente del nivel de fertilización.

Tabla 60

Prueba de Tukey para índice de daño por Phytophthora infestans en híbridos a los 129 días desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio Índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	2.29	4.33	a	a
II	H - 512	3.35	10.33	b	b
III	H - 084	4.05	15.58	c	c
IV	H - 207	8.54	71.92	d	d
ALS(T) 0.05 = 0.389				ALS(T) 0.01 = 0.486	

Según la tabla 60, en la tercera evaluación, realizado a los 129 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, el índice de daño de *Phytophthora infestans* muestra un aumento, apreciándose que el daño se presenta a nivel de resistencia, tolerancia y susceptibilidad. La prueba de Tukey señala que el híbrido H-118 con 4.33% de índice de daño continua como resistente y estadísticamente superior a los híbridos H-512 con 10.33%, H-084 con 15.58% y H-207 con 71.92% de índice de daño respectivamente. En segunda instancia le sigue el híbrido H-512 con 10.33% de índice de daño que es superior a los híbridos H-084 y H-207, lo que evidencia una alta tolerancia. En tercer lugar, se ubica el híbrido H-084 con 15.58% de índice de daño y superior al híbrido H-207. Por otro lado, el híbrido H-207 con 71.92% de índice de daño presenta el valor más

alto, evidenciando alta susceptibilidad a *Phytophthora infestans* siendo el último lugar hasta con 99% de confianza.

Figura 25

Índice de daño por *Phytophthora infestans* en híbridos a los 129 días desde la siembra

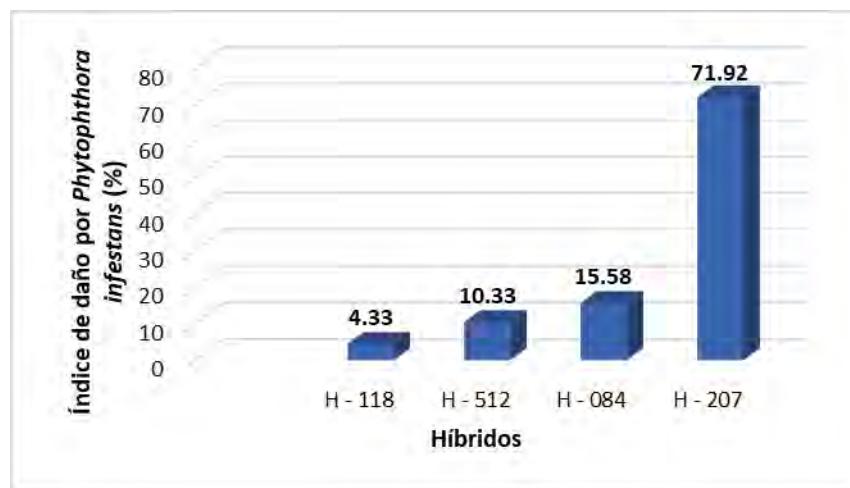


Tabla 61

Índice de daño (%) por *Phytophthora infestans* a los 150 días desde la siembra (23/03/2024)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	15.00	16.00	14.00	11.00	56.00	14.00
2	a1 b2	18.00	16.00	14.00	12.00	60.00	15.00
3	a1 b3	17.00	15.00	14.00	9.00	55.00	13.75
4	a2 b1	74.00	79.00	78.00	71.00	302.00	75.50
5	a2 b2	75.00	77.00	75.00	78.00	305.00	76.25
6	a2 b3	76.00	77.00	76.00	79.00	308.00	77.00
7	a3 b1	25.00	22.00	26.00	22.00	95.00	23.75
8	a3 b2	22.00	26.00	34.00	21.00	103.00	25.75
9	a3 b3	35.00	29.00	25.00	19.00	108.00	27.00
10	a4 b1	12.00	15.00	17.00	23.00	67.00	16.75
11	a4 b2	16.00	17.00	16.00	17.00	66.00	16.50
12	a4 b3	15.00	15.00	18.00	24.00	72.00	18.00
TOTAL		400.00	404.00	407.00	386.00	1597.00	33.27

Tabla 62*Índice de daño por Phytophthora infestans con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	4.00	4.12	3.87	3.46	15.46	3.87
2	a1 b2	4.36	4.12	3.87	3.61	15.96	3.99
3	a1 b3	4.24	4.00	3.87	3.16	15.28	3.82
4	a2 b1	8.66	8.94	8.89	8.49	34.98	8.74
5	a2 b2	8.72	8.83	8.72	8.89	35.16	8.79
6	a2 b3	8.77	8.83	8.77	8.94	35.33	8.83
7	a3 b1	5.10	4.80	5.20	4.80	19.89	4.97
8	a3 b2	4.80	5.20	5.92	4.69	20.60	5.15
9	a3 b3	6.00	5.48	5.10	4.47	21.05	5.26
10	a4 b1	3.61	4.00	4.24	4.90	16.75	4.19
11	a4 b2	4.12	4.24	4.12	4.24	16.73	4.18
12	a4 b3	4.00	4.00	4.36	5.00	17.36	4.34
TOTAL		66.38	66.57	66.94	64.65	264.53	5.51

Tabla 63*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por Phytophthora infestans*

FACTORES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO	
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	15.46	15.96	15.28	46.70	3.89
	a2	34.98	35.16	35.33	105.46	8.79
	a3	19.89	20.60	21.05	61.53	5.13
	a4	16.75	16.73	17.36	50.84	4.24
TOTAL		87.07	88.45	89.01	264.53	
PROMEDIO		5.44	5.53	5.56		5.51

Tabla 64*ANVA de índice de daño por Phytophthora infestans a los 150 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloque	3	0.25767877	0.0858929	0.569	2.892	4.437	NS	NS
A	3	181.61445	60.53815	400.716	2.892	4.437	*	**
B	2	0.1242984	0.0621492	0.411	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	0.18881369	0.0314689	0.208	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	4.98547204	0.1510749					
Total	47	187.170713						

CV = 7.05 %

Según análisis de variancia se observa un incremento en la susceptibilidad en los niveles de daño por *Phytophthora infestans* a los 150 días desde la siembra correspondiente a la cuarta evaluación, reflejando lo siguiente:

- El coeficiente de variabilidad es de 7.05 % que indica excelente nivel de precisión.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Phytophthora infestans*, existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza.
- Entre los niveles de fertilización, ni la interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existen diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de corteza.

Tabla 65

Prueba de Tukey para índice de daño por Phytophthora infestans en híbridos a los 150 días desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio Índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	3.89	14.25	a	a
II	H - 512	4.24	17.08	a	a
III	H - 084	5.13	25.50	b	b
IV	H - 207	8.79	76.25	c	c
ALS(T) 0.05 = 0.429				ALS(T) 0.01 = 0.535	

Según la tabla 65, la prueba de Tukey evidenció diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados a los 150 días del ciclo vegetativo (cuarta evaluación), con un 99% de confianza. El índice de daño por *Phytophthora infestans*, refleja distintos grados de tolerancia genética y susceptibilidad a la enfermedad en esta etapa final de maduración de los tratamientos en estudio. Los híbridos H-118 (14.25 %) y H-512 (17.08 %) se clasifican como alta resistencia genética, el híbrido H-084 (25.50 %) fue clasificado tolerante, mientras el híbrido H-207 (76.25 %) se clasifica como altamente susceptible a la *Phytophthora infestans*.

Contreras (2025), reportó que, el tratamiento H-084 que presentó la mayor incidencia de daño por *Phytophthora infestans* con un 6%, seguido por los tratamientos H-207 con 5%, H-011 con 4%, H-077 con 4%, H 060 con 2%, H-118 con 2%. Por otro lado, los tratamientos H-015, H-064 y QOYA CICA mostraron la menor incidencia, con solo un 1%. En contraste, en el presente estudio, el híbrido H-207 alcanzando la mayor incidencia de daño con un 76.25 %, mientras que el híbrido H-118 registró la menor con un 14.25 % por rancha a los 150 días del ciclo vegetativo. Esto implica que la resistencia general de los híbridos H-118 y H-512 y que se sugiere que estos materiales podrían contribuir una mayor sostenibilidad y reducir la dependencia de fungicidas.

Figura 26

Índice de daño por Phytophthora infestans en híbridos a los 150 días desde la siembra

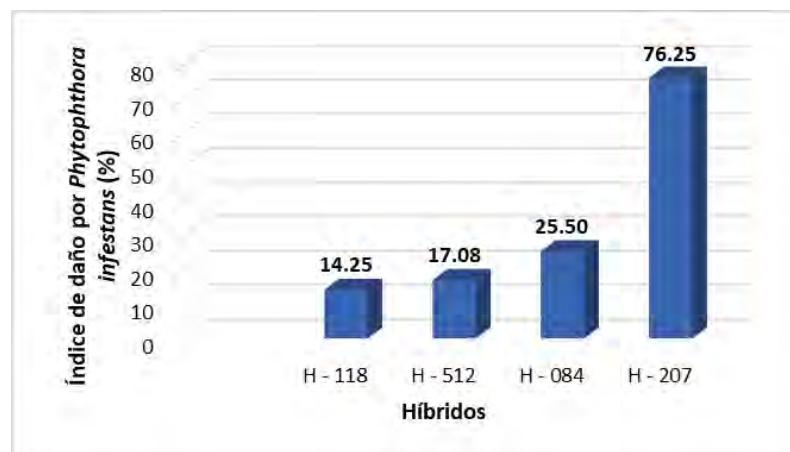


Figura 27

Niveles de daño por Phytophthora infestans

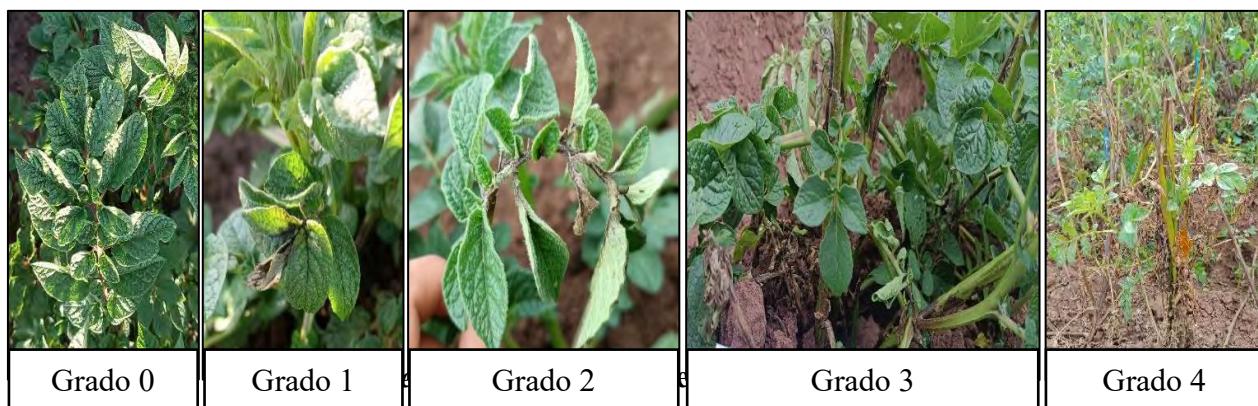


Tabla 66*Índice de daño (%) por *Alternaria solani* a los 87 días desde la siembra (20/01/2024)*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	2.00	2.00	1.00	0.00	5.00	1.25
2	a1 b2	2.00	0.00	2.00	0.00	4.00	1.00
3	a1 b3	2.00	2.00	2.00	2.00	8.00	2.00
4	a2 b1	2.00	6.00	10.00	6.00	24.00	6.00
5	a2 b2	3.00	6.00	9.00	4.00	22.00	5.50
6	a2 b3	6.00	8.00	3.00	6.00	23.00	5.75
7	a3 b1	0.00	3.00	3.00	2.00	8.00	2.00
8	a3 b2	3.00	3.00	3.00	4.00	13.00	3.25
9	a3 b3	0.00	2.00	3.00	2.00	7.00	1.75
10	a4 b1	2.00	2.00	4.00	1.00	9.00	2.25
11	a4 b2	2.00	2.00	4.00	4.00	12.00	3.00
12	a4 b3	3.00	2.00	2.00	0.00	7.00	1.75
TOTAL		27.00	38.00	46.00	31.00	142.00	2.96

El análisis del índice de daño por *Alternaria solani* a los 87 días desde la siembra que corresponde a la primera evaluación alcanza muchos valores de cero, lo que dificulta la aplicación de un análisis estadístico en un diseño factorial. Para obtener una evaluación más precisa del impacto de tizón temprano, se realizó una transformación de los datos del índice de daño utilizando raíz cuadrada más uno $\sqrt{X + 1}$.

Del mismo modo, este procedimiento se aplicó en la segunda, tercera y cuarta evaluación de *Alternaria solani*.

Tabla 67*Índice de daño por Alternaria solani con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	1.73	1.73	1.41	1.00	5.88	1.47
2	a1 b2	1.73	1.00	1.73	1.00	5.46	1.37
3	a1 b3	1.73	1.73	1.73	1.73	6.93	1.73
4	a2 b1	1.73	2.65	3.32	2.65	10.34	2.59
5	a2 b2	2.00	2.65	3.16	2.24	10.04	2.51
6	a2 b3	2.65	3.00	2.00	2.65	10.29	2.57
7	a3 b1	1.00	2.00	2.00	1.73	6.73	1.68
8	a3 b2	2.00	2.00	2.00	2.24	8.24	2.06
9	a3 b3	1.00	1.73	2.00	1.73	6.46	1.62
10	a4 b1	1.73	1.73	2.24	1.41	7.11	1.78
11	a4 b2	1.73	1.73	2.24	2.24	7.94	1.98
12	a4 b3	2.00	1.73	1.73	1.00	6.46	1.62
TOTAL		21.04	23.68	25.56	21.61	91.89	1.91

Tabla 68*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por Alternaria solani*

	FACTORES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO
		NIVELES	b1	b2	b3	
A = Híbridos	a1	5.88	5.46	6.93	18.27	1.52
	a2	10.34	10.04	10.29	30.68	2.56
	a3	6.73	8.24	6.46	21.43	1.79
	a4	7.11	7.94	6.46	21.51	1.79
TOTAL		30.06	31.68	30.15	91.89	
PROMEDIO		1.88	1.98	1.88		1.91

Tabla 69*ANVA de índice de daño por Alternaria solani a los 87 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG.	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	1.067222	0.355741	2.435	2.892	4.437	NS	NS
A	3	7.162145	2.387382	16.344	2.892	4.437	*	**
B	2	0.103455	0.051727	0.354	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	0.922204	0.153701	1.052	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	4.820266	0.146069					
Total	47	14.075291						

CV = 19.96%

El análisis de variancia para el índice de daño por *Alternaria solani* a los 87 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, permite concluir que:

- El coeficiente de variabilidad de 19.96% indica un buen nivel de precisión, lo que garantiza que los resultados obtenidos sean altamente confiables.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Alternaria solani* existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza. Esto indica que entre los híbridos existe variabilidad en la resistencia o susceptibilidad al tizón temprano.
- Entre los niveles de fertilización para índice de daño por *Alternaria solani* no existe diferencias estadísticas, es decir los fertilizantes de nivel alto, medio y bajo no fue causa de *Alternaria solani* en las plantas.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existe interacción, lo que indica que son estadísticamente iguales hasta con 99% de confianza. Lo que implica que la respuesta de los híbridos al tizón temprano es independientemente del nivel de fertilización.

Tabla 70

Prueba de Tukey para índice de daño por Alternaria solani en híbridos a los 87 días desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio Índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	1.52	1.42	a	a
II	H - 512	1.79	2.33	a	a
III	H - 084	1.79	2.33	a	a
IV	H - 207	2.56	5.75	b	b
ALST (0.05) = 0.422				ALST (0.01) = 0.526	

Según la tabla 70, al 99% de confianza a los 87 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, el índice de daño por *Alternaria solani* evaluado en la primera evaluación, los híbridos H-118 con

1.42%, H-512 con 2.33% y H-084 con 2.33% presentan índices de daño bajos y son estadísticamente similares, lo que evidencia resistencia genética a esta enfermedad, por otra parte, el híbrido H-207 con 5.75% de índice de daño, presenta un valor significativamente mayor, evidenciando también resistencia.

Checya (2023), en su investigación reportó que, a los 83 días desde la siembra el porcentaje de índice de daño es de 10.44% de *Alternaria solani*. Por otro lado, Altamirano (2023), que a los 84 días desde la siembra fue de 20.66 % de índice de daño en la variedad COYA-CICA. En contraste, en el presente estudio el híbrido H-207 presentó la mayor incidencia de daño con un 5.75 %, mientras que el híbrido H-118 registró la menor con un 1.42 % de índice de daño por *Alternaria solani* a los 87 días desde la siembra.

Figura 28

Índice de daño por Alternaria solani en híbridos a los 87 días desde la siembra

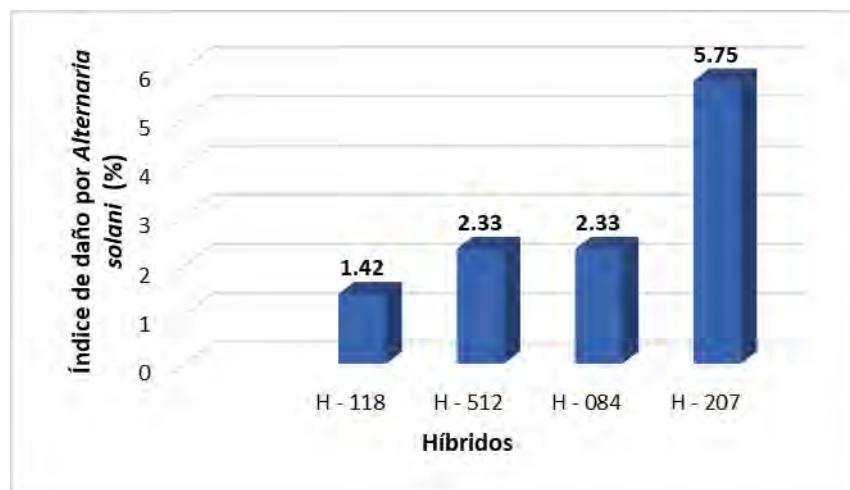


Tabla 71*Índice de daño (%) por *Alternaria solani* a los 108 días desde la siembra (10/02/2024)*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	7.00	4.00	7.00	4.00	22.00	5.50
2	a1 b2	7.00	4.00	5.00	5.00	21.00	5.25
3	a1 b3	4.00	3.00	4.00	4.00	15.00	3.75
4	a2 b1	23.00	17.00	19.00	30.00	89.00	22.25
5	a2 b2	20.00	28.00	18.00	29.00	95.00	23.75
6	a2 b3	20.00	28.00	15.00	33.00	96.00	24.00
7	a3 b1	8.00	12.00	10.00	13.00	43.00	10.75
8	a3 b2	9.00	11.00	10.00	17.00	47.00	11.75
9	a3 b3	6.00	15.00	8.00	14.00	43.00	10.75
10	a4 b1	9.00	6.00	5.00	6.00	26.00	6.50
11	a4 b2	5.00	4.00	8.00	9.00	26.00	6.50
12	a4 b3	8.00	7.00	9.00	5.00	29.00	7.25
TOTAL		126.00	139.00	118.00	169.00	552.00	11.50

Tabla 72*Índice de daño por *Alternaria solani* con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	2.83	2.24	2.83	2.24	10.13	2.53
2	a1 b2	2.83	2.24	2.45	2.45	9.96	2.49
3	a1 b3	2.24	2.00	2.24	2.24	8.71	2.18
4	a2 b1	4.90	4.24	4.47	5.57	19.18	4.80
5	a2 b2	4.58	5.39	4.36	5.48	19.80	4.95
6	a2 b3	4.58	5.39	4.00	5.83	19.80	4.95
7	a3 b1	3.00	3.61	3.32	3.74	13.66	3.42
8	a3 b2	3.16	3.46	3.32	4.24	14.19	3.55
9	a3 b3	2.65	4.00	3.00	3.87	13.52	3.38
10	a4 b1	3.16	2.65	2.45	2.65	10.90	2.73
11	a4 b2	2.45	2.24	3.00	3.16	10.85	2.71
12	a4 b3	3.00	2.83	3.16	2.45	11.44	2.86
TOTAL		39.38	40.27	38.59	43.91	162.14	3.38

Tabla 73*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por *Alternaria solani**

FACTORES	B = Fertilización			TOTAL	PROMEDIO	
	NIVELES	b1	b2	b3		
A = Híbridos	a1	10.13	9.96	8.71	28.80	2.40
	a2	19.18	19.80	19.80	58.78	4.90
	a3	13.66	14.19	13.52	41.37	3.45
	a4	10.90	10.85	11.44	33.19	2.77
TOTAL		53.88	54.80	53.47	162.14	
PROMEDIO		3.37	3.43	3.34	3.38	

Tabla 74*ANVA de índice de daño por *Alternaria solani* a los 108 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG.	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloque	3	1.383642	0.461214	2.295	2.892	4.437	NS	NS
A	3	43.778962	14.592987	72.609	2.892	4.437	*	**
B	2	0.058419	0.029209	0.145	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	0.422443	0.070407	0.350	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	6.632350	0.200980					
Total	47	52.275815						

CV = 13.27%

El análisis de variancia para el índice de daño por *Alternaria solani* a los 108 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, permite concluir lo siguiente:

- El coeficiente de variabilidad de 13.27% indica buen nivel de precisión en el experimento, lo que garantiza que los resultados obtenidos sean altamente confiables.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Alternaria solani* existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza. Esto indica que entre los híbridos existe variabilidad en la resistencia o susceptibilidad al tizón temprano.

- Entre los niveles de fertilización para índice de daño por *Alternaria solani* no existe diferencias estadísticas, es decir los fertilizantes de nivel alto, medio y bajo no fue causa de *Alternaria solani* en las plantas.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existe interacción, hasta con 99% de confianza. Lo que implica que la respuesta de los híbridos al tizón temprano es independientemente del nivel de fertilización.

Tabla 75

Prueba de Tukey para índice de daño por Alternaria solani en híbridos a los 108 días desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	2.40	4.83	a	a
II	H - 512	2.77	6.75	a	a
III	H - 084	3.45	11.08	b	b
IV	H - 207	4.90	23.33	c	c
ALST(0.05) = 0.495				ALST(0.01) = 0.617	

Según la tabla 75, en la segunda evaluación, realizado a los 108 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, se observa el índice de daño por *Alternaria solani* ha incrementado mínimamente. La prueba de Tukey señala que el híbrido H-118 con 4.83% de índice de daño, presenta el menor nivel de afectación, seguido por el híbrido H-512 con 6.75% de índice de daño, reflejando hasta esta fecha alta resistencia, siendo estadísticamente iguales entre sí y superiores a los híbridos H-084 con 11.08% y H-207 con 23.33% de índice de daño. En segunda instancia el híbrido H-084 con 11.08% de índice de daño y superior al híbrido H-207 con 23.33% de índice de daño. Finalmente, el híbrido H-207 con 23.33% de índice de daño, se clasifica como susceptible, presentando mayor vulnerabilidad al tizón temprano hasta con 99% de confianza.

Checya (2023), reporta que, alcanzó 10.44% de índice de daño de *Alternaria solani* a los 83 días desde la siembra. Por otro lado, Altamirano (2023), que a los 84 días desde la siembra fue de 20.66 % de índice de daño en la variedad COYA-CICA. En contraste, en el presente estudio el híbrido H-207 mostró un avance notable de la infección, llegando 23.33 %, mientras que el H-118 registró el menor índice de daño con 4.83 % por *Alternaria solani* a los 108 días desde la siembra.

Figura 29

Índice de daño por *Alternaria solani* en híbridos a los 108 días desde la siembra

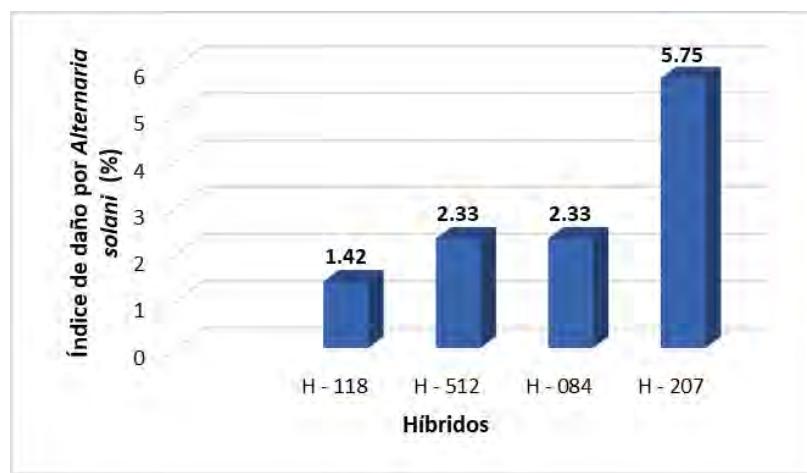


Tabla 76

Índice de daño (%) por *Alternaria solani* a los 129 días desde la siembra (02/03/2024)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	16.00	12.00	19.00	14.00	61.00	15.25
2	a1 b2	17.00	13.00	14.00	18.00	62.00	15.50
3	a1 b3	13.00	11.00	18.00	17.00	59.00	14.75
4	a2 b1	38.00	42.00	51.00	42.00	173.00	43.25
5	a2 b2	40.00	36.00	38.00	44.00	158.00	39.50
6	a2 b3	46.00	37.00	39.00	45.00	167.00	41.75
7	a3 b1	14.00	19.00	18.00	20.00	71.00	17.75
8	a3 b2	21.00	24.00	12.00	17.00	74.00	18.50
9	a3 b3	19.00	21.00	15.00	19.00	74.00	18.50
10	a4 b1	10.00	17.00	18.00	18.00	63.00	15.75
11	a4 b2	16.00	18.00	17.00	18.00	69.00	17.25
12	a4 b3	18.00	15.00	12.00	18.00	63.00	15.75
TOTAL		268.00	265.00	271.00	290.00	1094.00	22.79

Tabla 77*Índice de daño por Alternaria solani con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	4.12	3.61	4.47	3.87	16.07	4.02
2	a1 b2	4.24	3.74	3.87	4.36	16.22	4.05
3	a1 b3	3.74	3.46	4.36	4.24	15.81	3.95
4	a2 b1	6.24	6.56	7.21	6.56	26.57	6.64
5	a2 b2	6.40	6.08	6.24	6.71	25.44	6.36
6	a2 b3	6.86	6.16	6.32	6.78	26.13	6.53
7	a3 b1	3.87	4.47	4.36	4.58	17.29	4.32
8	a3 b2	4.69	5.00	3.61	4.24	17.54	4.38
9	a3 b3	4.47	4.69	4.00	4.47	17.63	4.41
10	a4 b1	3.32	4.24	4.36	4.36	16.28	4.07
11	a4 b2	4.12	4.36	4.24	4.36	17.08	4.27
12	a4 b3	4.36	4.00	3.61	4.36	16.32	4.08
TOTAL		56.45	56.38	56.66	58.90	228.38	4.76

Tabla 78*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por Alternaria solani*

	FACTORES			B = Fertilización		TOTAL	PROMEDIO
	NIVELES	b1	b2	b3			
A = Híbridos	a1	16.07	16.22	15.81	48.10	4.01	
	a2	26.57	25.44	26.13	78.14	6.51	
	a3	17.29	17.54	17.63	52.46	4.37	
	a4	16.28	17.08	16.32	49.68	4.14	
TOTAL		76.21	76.28	75.89	228.38		
PROMEDIO		4.76	4.77	4.74		4.76	

Tabla 79*ANVA de índice de daño por Alternaria solani a los 129 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloque	3	0.364279	0.121426	0.848	2.892	4.437	NS	NS
A	3	50.011153	16.670384	116.389	2.892	4.437	*	**
B	2	0.005271	0.002636	0.018	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	0.297589	0.049598	0.346	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	4.726575	0.143230					
Total	47	55.404867						

CV = 7.95%

El análisis de variancia para el índice de daño por *Alternaria solani* a los 129 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa correspondiente a la tercera evaluación permite afirmar lo siguiente:

- El coeficiente de variabilidad de 7.95% indica excelente nivel de precisión en el experimento, lo que garantiza que los resultados obtenidos sean altamente confiables.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Alternaria solani* existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza. Esto indica que entre los híbridos existe variabilidad en la resistencia o susceptibilidad al tizón temprano.
- Entre los niveles de fertilización para índice de daño por *Alternaria solani* no existe diferencias estadísticas, es decir los fertilizantes de nivel alto, medio y bajo no fue causa de *Alternaria solani* en las plantas.
- La interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existe interacción, hasta con 99% de confianza. Lo que implica que la respuesta de los híbridos al tizón temprano es independientemente del nivel de fertilización.

Tabla 80

Prueba de Tukey para índice de daño por Alternaria solani en híbridos a los 129 días del ciclo desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio Índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	4.01	15.17	a	a
II	H - 512	4.14	16.25	a	a
III	H - 084	4.37	18.25	a	a
IV	H - 207	6.51	41.50	b	b
ALST(0.05) = 0.418				ALST(0.01) = 0.521	

Según la tabla 80, a los 129 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, el índice de daño por *Alternaria solani* evaluado en la tercera evaluación muestra un incremento notorio de daño llegando a niveles de tolerancia y susceptibilidad. La prueba de Tukey señala que los híbridos H-118 con 15.17%, seguido por H-512 con 16.25% y H-084 con 18.25% de índice de daño son

estadísticamente iguales entre sí y superiores al híbrido H-207 con 41.50% de índice de daño, lo que evidencia que poseen un nivel de tolerancia similar a *Alternaria solani*. En segunda instancia el híbrido H-207 con 41.50% de índice de daño que indica alta susceptibilidad a esta enfermedad, siendo el último lugar hasta con 99% de confianza.

Figura 30

Índice de daño por *Alternaria solani* en híbridos a los 129 días del ciclo desde la siembra

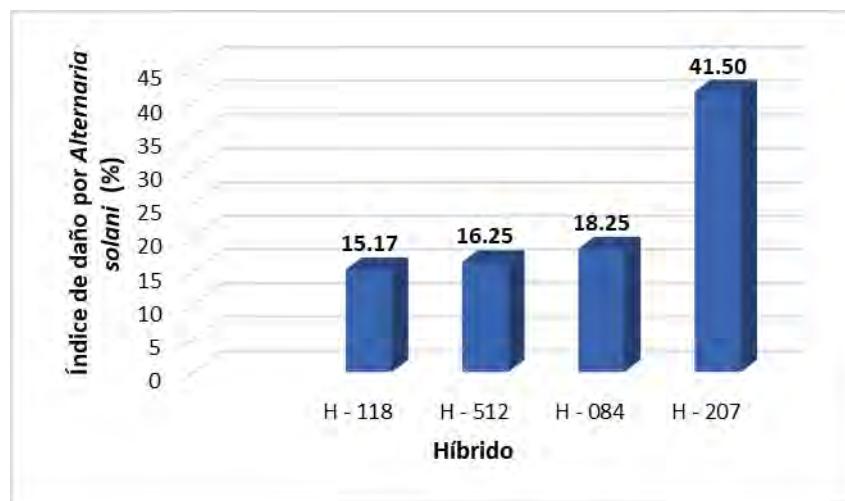


Tabla 81

Índice de daño (%) por *Alternaria solani* a los 150 días desde la siembra (23/03/2024)

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	24.00	20.00	26.00	23.00	93.00	23.25
2	a1 b2	23.00	23.00	26.00	26.00	98.00	24.50
3	a1 b3	20.00	26.00	26.00	21.00	93.00	23.25
4	a2 b1	48.00	54.00	59.00	59.00	220.00	55.00
5	a2 b2	56.00	57.00	52.00	48.00	213.00	53.25
6	a2 b3	62.00	53.00	48.00	54.00	217.00	54.25
7	a3 b1	23.00	28.00	33.00	29.00	113.00	28.25
8	a3 b2	24.00	38.00	36.00	26.00	124.00	31.00
9	a3 b3	32.00	35.00	29.00	34.00	130.00	32.50
10	a4 b1	19.00	24.00	22.00	23.00	88.00	22.00
11	a4 b2	23.00	25.00	23.00	35.00	106.00	26.50
12	a4 b3	24.00	24.00	28.00	24.00	100.00	25.00
TOTAL		378.00	407.00	408.00	402.00	1595.00	33.23

Tabla 82*Índice de daño por Alternaria solani con datos transformados*

Nº	TRATAM.	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	a1 b1	5.00	4.58	5.20	4.90	19.68	4.92
2	a1 b2	4.90	4.90	5.20	5.20	20.19	5.05
3	a1 b3	4.58	5.20	5.20	4.69	19.67	4.92
4	a2 b1	7.00	7.42	7.75	7.75	29.91	7.48
5	a2 b2	7.55	7.62	7.28	7.00	29.45	7.36
6	a2 b3	7.94	7.35	7.00	7.42	29.70	7.43
7	a3 b1	4.90	5.39	5.83	5.48	21.59	5.40
8	a3 b2	5.00	6.24	6.08	5.20	22.52	5.63
9	a3 b3	5.74	6.00	5.48	5.92	23.14	5.78
10	a4 b1	4.47	5.00	4.80	4.90	19.17	4.79
11	a4 b2	4.90	5.10	4.90	6.00	20.90	5.22
12	a4 b3	5.00	5.00	5.39	5.00	20.39	5.10
TOTAL		66.98	69.79	70.09	69.44	276.29	5.76

Tabla 83*Híbridos con niveles de fertilización para índice de daño por Alternaria solani*

	FACTORES			B = Fertilización		TOTAL	PROMEDIO
	NIVELES	b1	b2	b3			
A = Híbridos	a1	19.68	20.19	19.67	59.53	4.96	
	a2	29.91	29.45	29.70	89.06	7.42	
	a3	21.59	22.52	23.14	67.25	5.60	
	a4	19.17	20.90	20.39	60.45	5.04	
TOTAL		90.35	93.06	92.89	276.29		
PROMEDIO		5.65	5.82	5.81			5.76

Tabla 84*ANVA de índice de daño por Alternaria solani a los 150 días desde la siembra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		SIG	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloque	3	0.50283684	0.1676123	1.372	2.892	4.437	NS	NS
A	3	47.3331528	15.777718	129.128	2.892	4.437	*	**
B	2	0.28873292	0.1443665	1.182	3.285	5.312	NS	NS
AB	6	0.48068228	0.0801137	0.656	2.389	3.406	NS	NS
Error	33	4.0321521	0.1221864					
Total	47	52.6375569						

CV = 6.07%

El análisis de variancia para el índice por daño de *Alternaria solani* a los 150 días del ciclo vegetativo del cultivo de papa, permite afirmar lo siguiente:

- El coeficiente de variabilidad es de 6.07% que indica excelente nivel de precisión.
- Entre los híbridos evaluados para índice de daño por *Alternaria solani* existe diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de confianza. lo que indica variabilidad en la tolerancia o la susceptibilidad a *Alternaria solani*.
- Entre los niveles de fertilización, ni la interacción entre los híbridos y los niveles de fertilización, no existen diferencias estadísticas significativas hasta con 99% de corteza.

Tabla 85

Prueba de Tukey para índice de daño por Alternaria solani en híbridos a los 150 días desde la siembra

OM	Híbridos	Promedios Transfor.	Promedio Índice de daño (%)	ALS _T	
				0.05	0.01
I	H - 118	4.96	23.67	a	a
II	H - 512	5.04	24.50	a	a
III	H - 084	5.60	30.58	b	b
IV	H - 207	7.42	54.17	c	c
ALST(0.05) = 0.386				ALST(0.01) = 0.481	

Según la tabla 85, la prueba de Tukey evidenció diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados con un 99% de confianza. En la cuarta evaluación, realizado a los 150 días del ciclo vegetativo del cultivo, se observa el índice de daño por *Alternaria solani* se incrementa a niveles de tolerancia a susceptibilidad. Los híbridos H-118 (23.67 %) y H-512 (24.50 %) son estadísticamente iguales entre sí, clasificándose como resistentes, el híbrido H-084 (30.58 %) se considera tolerante, mientras que el H-207 (54.17 %) se considera como altamente susceptible a *Alternaria solani*.

Contreras (2025), reportó en su estudio que el daño causado por *Alternaria solani* Sorauer en los tubérculos fue mayor en los híbridos H-015, H-064 y QOYA CICA con una incidencia del 9%, mientras que H-011, H-060, H-077, H-084 y H-207 tienen un 6%. El tratamiento H-118 mostró la menor incidencia con un 5%. Por su parte Altamirano (2023) que mostró una incidencia de 22.22%. En contraste, en el presente estudio se presentaron con mayor incidencia en el híbrido H-207 con 54.17 % de índice de daño y de menor incidencia fue el híbrido H-118 con 23.67 % por *Alternaria solani* a los 150 días desde la siembra.

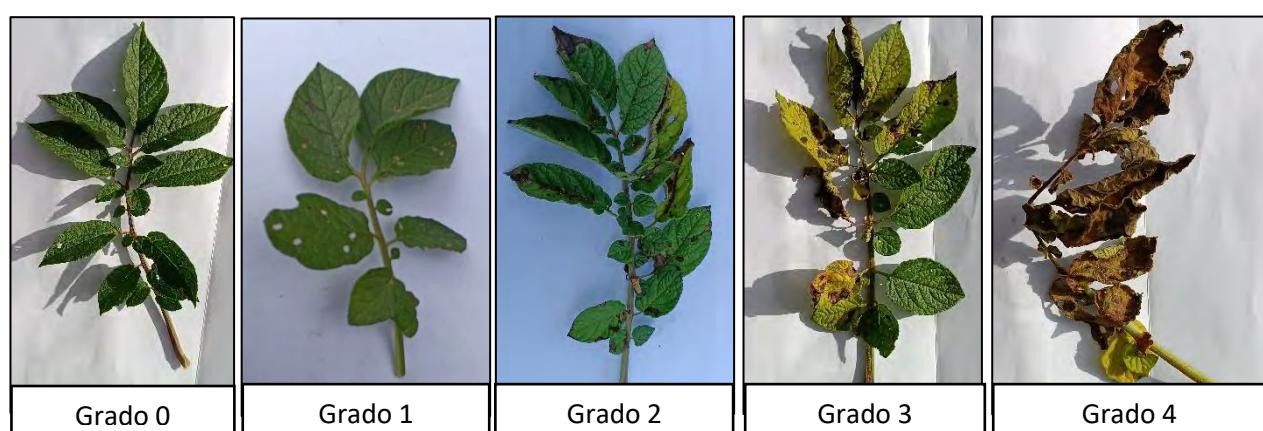
Figura 31

Índice de daño por *Alternaria solani* en híbridos a los 150 días desde la siembra



Figura 32

Niveles de daño de *Alternaria solani*



6.6. Descripción y pruebas de palatabilidad de los cuatro híbridos en sancochado y frito

Tabla 86

Evaluación de textura de los 4 híbridos en sancochado

Nº Híbrido	Textura											
	Desintegración					Consistencia				Harinosidad		
	Sin desintegración	Ligera	Moderada	Completa	Firme	Bastante firme	Bastante blanda	Blanda	No harinoso	Ligeramente harinoso	Harinoso	Muy harinoso
1 H - 118	46%	46%	0%	8%	46%	15%	0%	38%	0%	8%	69%	23%
2 H - 207	77%	15%	8%	0%	62%	31%	0%	8%	46%	31%	15%	8%
3 H - 084	77%	8%	15%	0%	69%	8%	0%	23%	15%	23%	38%	23%
4 H - 512	100%	0%	0%	0%	92%	8%	0%	0%	8%	38%	54%	0%

Tabla 87

Evaluación de palatabilidad y color de los 4 híbridos en sancochado

Nº	Híbrido	Palatabilidad			Color de tubérculos sancochados			
		Desagradable	Poca agradable	Agradable	Blanco	Crema	Amarillo	Amarillo claro
1 H - 118		0%	15%	85%	8%	31%	23%	38%
2 H - 207		23%	54%	23%	0%	46%	31%	23%
3 H - 084		0%	31%	69%	0%	23%	15%	62%
4 H - 512		0%	31%	69%	0%	31%	8%	62%

Tabla 88*Evaluación de color de los 4 híbridos en fritura*

Nº	Híbrido	Color							
		Color (Externa de las tiras)				Color (Interna de las tiras)			
		Claro blanquecino	Dorado claro	Ligeramente marrón	Oscuro	Brillante, blanco cristalino	Brillante, blanco	Menos blanco, opaco	Grisáceo
1	H - 118	80%	20%	0%	0%	10%	40%	50%	0%
2	H - 207	60%	40%	0%	0%	20%	40%	30%	10%
3	H - 084	40%	50%	10%	0%	10%	20%	60%	10%
4	H - 512	40%	20%	40%	0%	0%	40%	50%	10%

Tabla 89*Evaluación de textura de los 4 híbridos en fritura*

Nº	Híbrido	Textura									
		Harinosidad (Externa de las tiras)					Harinosidad (Interna de las tiras)				
		Crocante	Moderadamente crocante	Ligeramente crocante	Moderadamente blando	Blando	Harinoso	Moderadamente harinoso/blando	Ligeramente harinoso	Moderadamente blando	Blando
1	H - 118	30%	30%	30%	10%	0%	10%	40%	20%	10%	20%
2	H - 207	70%	10%	0%	20%	0%	30%	10%	50%	10%	0%
3	H - 084	30%	30%	10%	30%	0%	50%	30%	10%	10%	0%
4	H - 512	50%	20%	0%	20%	10%	10%	40%	30%	20%	0%

Tabla 90*Evaluación de palatabilidad y apariencia de los 4 híbridos en fritura*

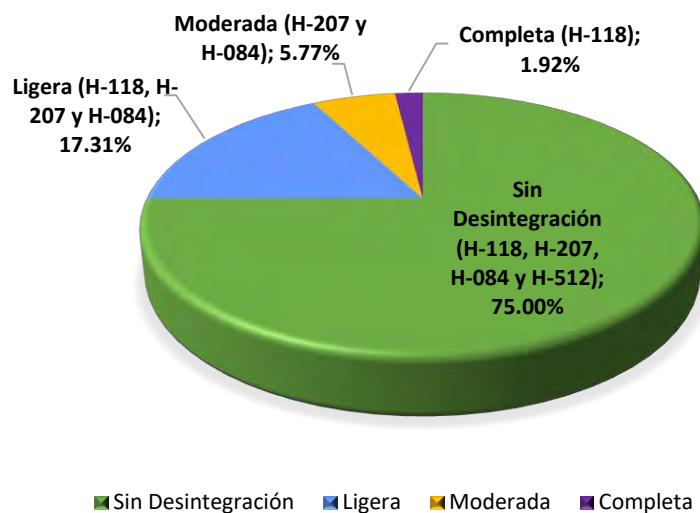
Nº	Híbrido	Apariencia Externa					Palatabilidad		
		Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Desagradable	Poco Agradable	Agradable
1	H - 118	0%	30%	50%	20%	0%	0%	20%	80%
2	H - 207	10%	20%	60%	10%	0%	0%	30%	70%
3	H - 084	0%	10%	50%	40%	0%	0%	0%	100%
4	H - 512	0%	20%	50%	30%	0%	0%	20%	80%

Tabla 91*Evaluación de tiempo de cocción de los 4 híbridos en sancochado y fritura*

Nº	Híbrido	Tiempo de cocción en sancochado (minutos)	Tiempo de cocción en fritura (minutos)
1	H - 118	42.00	11.00
2	H - 207	31.00	8.00
3	H - 084	39.00	8.00
4	H - 512	37.00	7.00

Tabla 92*Porcentaje de 4 híbridos por la desintegración de los tubérculos sancochados*

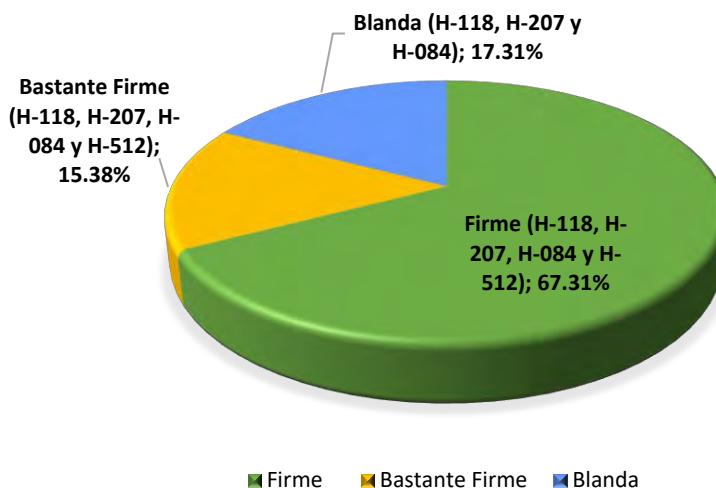
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Sin desintegración	75.00%
Ligera	17.31%
Moderada	5.77%
Completa	1.92%
Total	100%

Figura 33*Porcentaje de 4 híbridos por la desintegración del tubérculo sancochado*

Referente a la distribución porcentual de la desintegración del tubérculo sancochado en 4 híbridos evaluados. Se observa el 75.00% no presenta desintegración, lo que indica una alta resistencia estructural tras la cocción; el 17.31% corresponde a la desintegración ligera; mientras el 5.77% corresponde a la desintegración moderada; finalmente el 1.92% corresponde a la desintegración completa.

Tabla 93*Porcentaje de híbridos por la consistencia de los tubérculos sancochados*

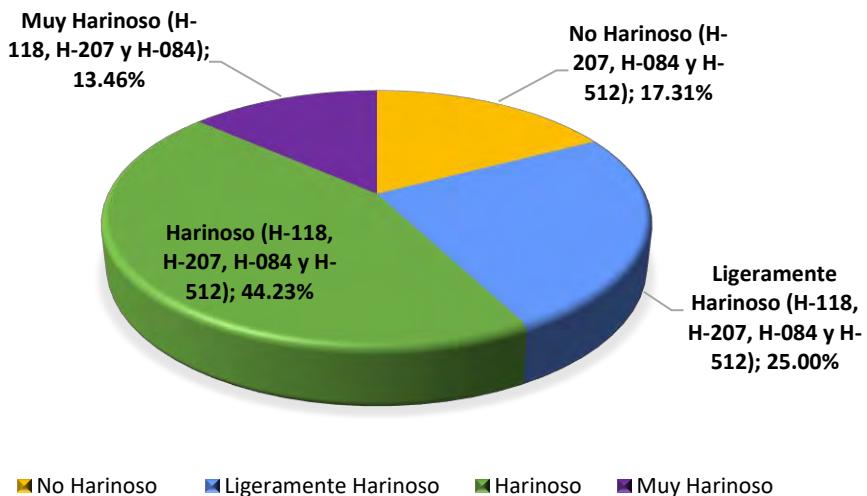
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Firme	67.31%
Bastante firme	15.38%
Blanda	17.31%
Total	100%

Figura 34*Porcentaje de 4 híbridos por la consistencia de tubérculo sancochado*

Referente al porcentaje de los 4 híbridos según la consistencia del tubérculo, sancochado el 67.31 % presenta una consistencia firme; el 17.31% corresponde a la consistencia blanda; asimismo, el 15.38% corresponde a la consistencia bastante firme.

Tabla 94*Porcentaje de híbridos por la harinosidad de los tubérculos sancochados*

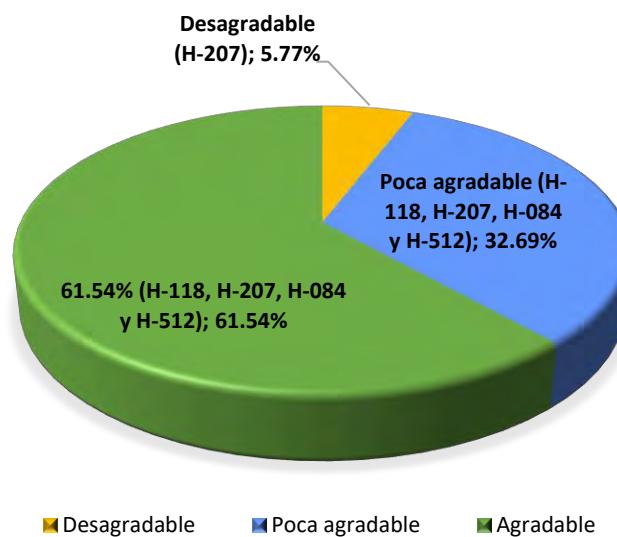
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
No Harinoso	17.31%
Ligeramente Harinoso	25.00%
Harinoso	44.23%
Muy Harinoso	13.46%
Total	100%

Figura 35*Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad del tubérculo sancochado*

Referente al porcentaje de los 4 híbridos por la harinosidad del tubérculo sancochado, se observa que el 44.23% corresponde a una textura de harinosidad harinoso; asimismo el 25.00% corresponde a la harinosidad ligeramente harinoso; por otro lado, el 17.31% no muestra harinosidad; y el 13.46% corresponde a la harinosidad muy harinoso. Estos resultados indican una variabilidad en la textura de los tubérculos tras la cocción.

Tabla 95*Porcentaje de 4 híbridos por el tipo de palatabilidad de los tubérculos sancochados*

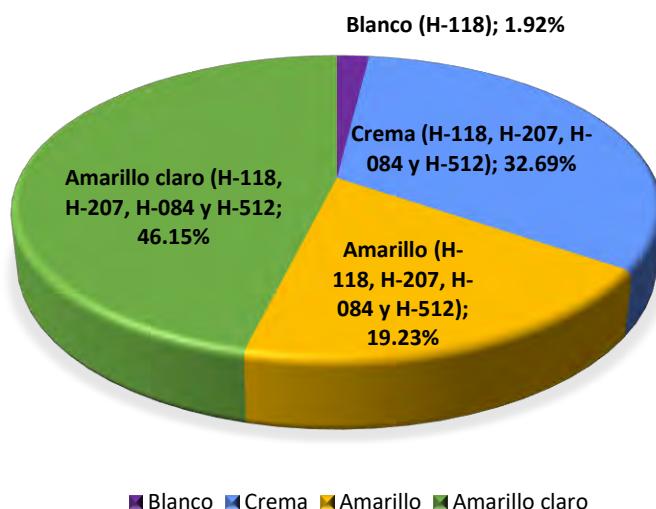
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Desagradable	5.77%
Poca agradable	32.69%
Agradable	61.54%
Total	100%

Figura 36*Porcentaje de 4 híbridos por el tipo de palatabilidad en tubérculos sancochados*

Referente por el tipo de palatabilidad de los tubérculos sancochados en los 4 híbridos evaluados, se observa que el 61.54% corresponde una palatabilidad agradable; mientras el 32.69% corresponde a la palatabilidad poco agradables; por otro lado, el 5.77% corresponde a la palatabilidad desgradables. Estos resultados reflejan una preferencia mayoritaria por los tubérculos con buena palatabilidad, aunque existe una proporción que muestra menor aceptación sensorial.

Tabla 96*Porcentaje de 4 híbridos por el color de los tubérculos sancochados*

Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Blanco	1.92%
Crema	32.69%
Amarillo	19.23%
Amarillo claro	46.15%
Total	100%

Figura 37*Porcentaje de 4 híbridos por el color del tubérculo sancochado sin piel*

Referente al color del tubérculo sancochado sin piel en los 4 híbridos; se observa que el 46.15% corresponde al color amarillo claro; seguido por el 32.69% que corresponde al color crema; asimismo el 19.23% corresponde al color amarillo; mientras el 1.92% corresponde al color blanco.

Ccallo (2020), en su investigación determinó para tubérculos sancochados con mejores propiedades culinarias, el 55.00% tuvo un sabor agradable, el 32.00% de un color crema, el 42.00% presentan una textura ligeramente harinosa, el 39.00% mostro ligera desintegración y el 31.00% presentó una consistencia blanda. En contraste, en el presente estudio sobre la calidad culinaria en sancochado fue, 75% de los híbridos no presento desintegración, el 67.31% tuvo consistencia

firme, el 44.23% con una harinosidad harinoso, el 61.54% fue calificado con una palatabilidad agradable y el 46.15% de un color amarillo claro sin piel.

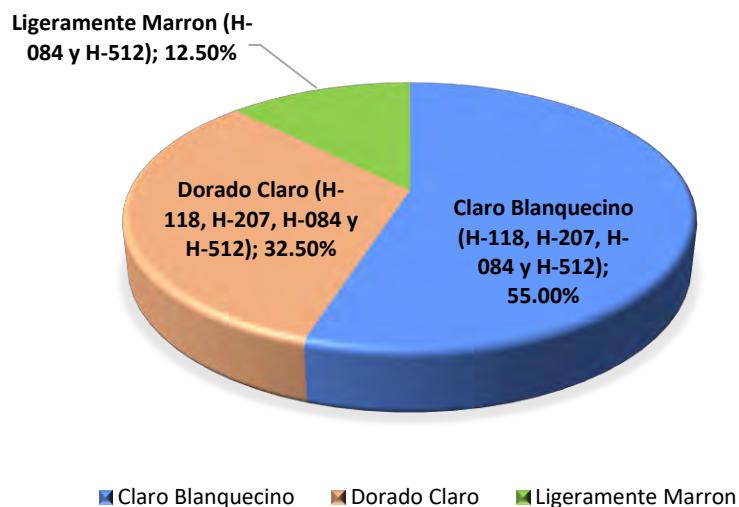
Tabla 97

Porcentaje de 4 híbridos por el color externo del tubérculo en fritura

Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Claro blanquecino	55.00%
Dorado claro	32.50%
Ligeramente marrón	12.50%
Total	100%

Figura 38

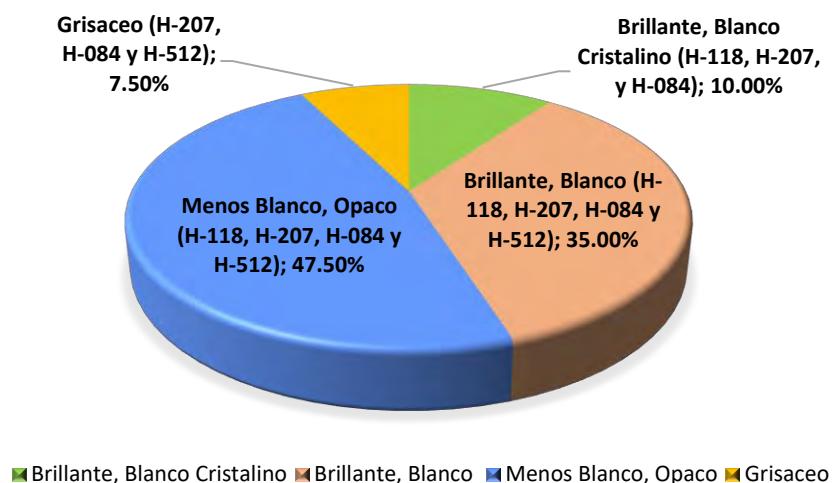
Porcentaje de 4 híbridos por el color externo del tubérculo en fritura



Referente color externo del tubérculo frito en los 4 híbridos evaluados; el 55.00% corresponde al color claro blanquecino; seguido por el 32.50% corresponde al color dorado claro; mientras el 13.50% corresponde al color ligeramente marrón. Estos resultados indican una mayor tendencia hacia tonalidades claras en la fritura de los tubérculos analizados.

Tabla 98*Porcentaje de 4 híbridos por el color interno del tubérculo en fritura*

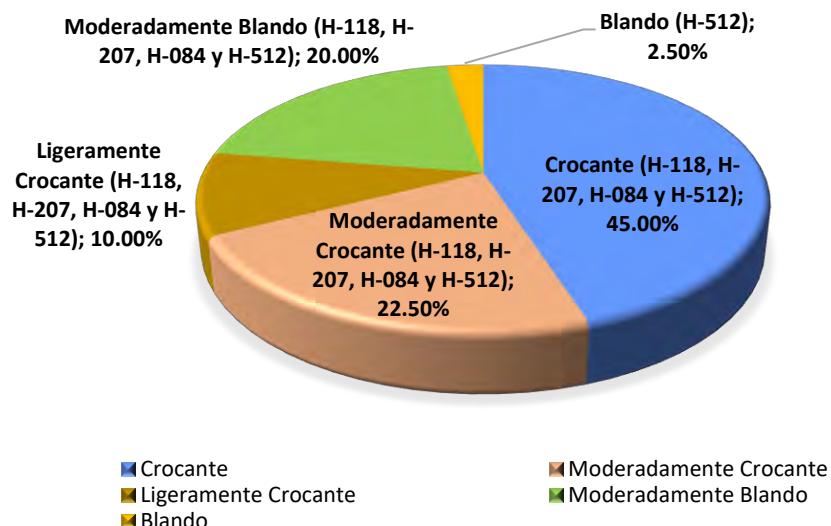
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Brillante, blanco cristalino	10.00%
Brillante, Blanco	35.00%
Menos blanco, opaco	47.50%
Grisáceo	7.50%
Total	100%

Figura 39*Porcentaje de 4 híbridos por el color interna del tubérculo en fritura*

Referente al color interno del tubérculo frito en los 4 híbridos evaluados, el 47.50% corresponde al color interno menos blanco opaco, mientras el 35.00% corresponde al color interno brillante blanco, asimismo el 10.00% corresponde al color interno Brillante, blanco cristalino y el 7.50% corresponde al color interno Grisáceo. Estos resultados evidencian una mayor prevalencia de tonalidades claras en la fritura del tubérculo.

Tabla 99*Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad externa del tubérculo en fritura*

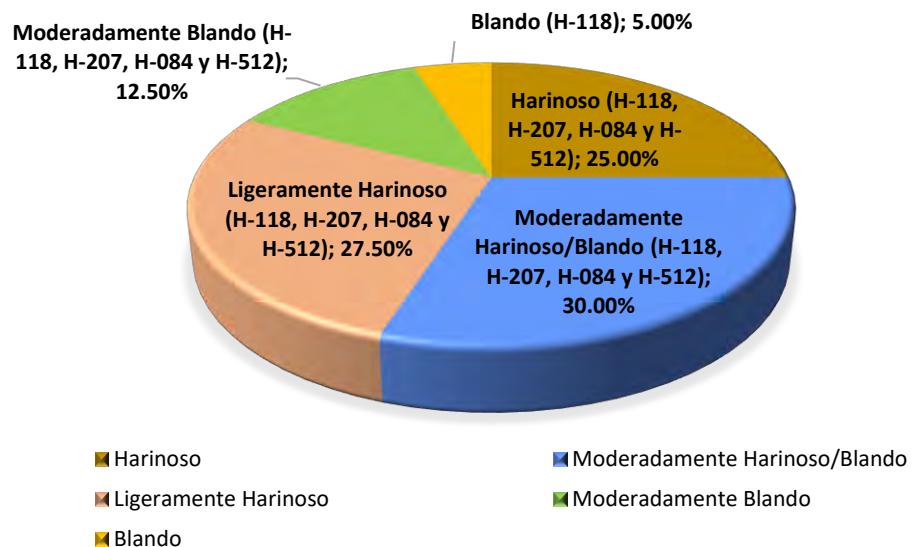
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Crocante	45.00%
Moderadamente crocante	22.50%
Ligeramente crocante	10.00%
Moderadamente blando	20.00%
Blando	2.50%
Total	100%

Figura 40*Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad externa del tubérculo en fritura*

Referente a la textura externa del tubérculo en fritura en los 4 híbridos evaluados; el 45.00% corresponde a la harinosidad externa crocante; el 22.50% corresponde a la harinosidad externa moderadamente crocante; el 20.00% corresponde a la harinosidad externa moderadamente blando; el 10.00% corresponde a la harinosidad externa ligeramente crocante y el 2.50% corresponde a la harinosidad externa blando. Estos resultados indican que la mayoría de los híbridos presentan una textura crujiente en fritura, con variaciones en distintos grados de crocancia y suavidad.

Tabla 100*Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad interna del tubérculo en fritura*

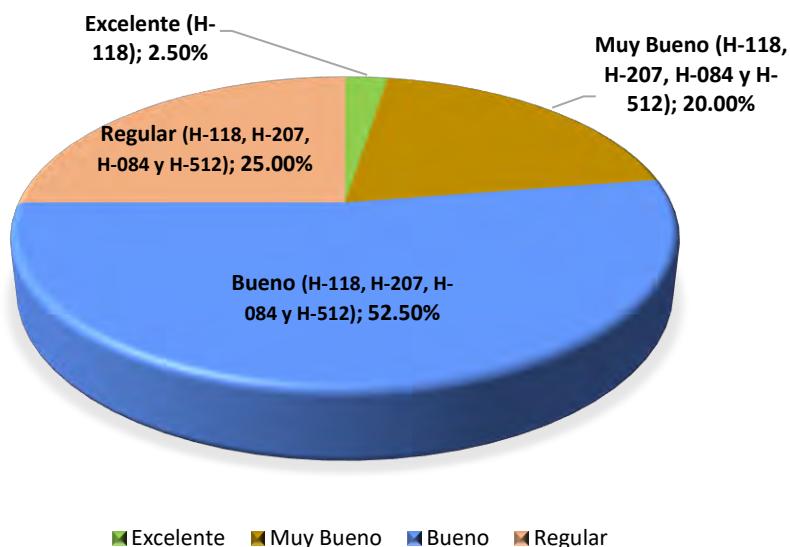
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Harinoso	25.00%
Moderadamente harinoso/blando	30.00%
Ligeramente harinoso	27.50%
Moderadamente blando	12.50%
Blando	5.00%
Total	100%

Figura 41*Porcentaje de 4 híbridos por la harinosidad interna del tubérculo en fritura*

Referente a la harinosidad interna del tubérculo en fritura en los 4 híbridos; el 30.00% corresponde a la harinosidad interna moderadamente harinoso/blando; el 27.50% corresponde a la harinosidad interna ligeramente harinoso; el 25.00% corresponde a la harinosidad interna harinoso; el 12.50% corresponde a la harinosidad interna moderadamente blando y el 5.00% corresponde a la harinosidad interna blando. Estos resultados indican que la mayoría de los híbridos poseen textura intermedia con variaciones harinosidad interna y suavidad.

Tabla 101*Porcentaje de 4 híbridos por la apariencia externa del tubérculo en fritura*

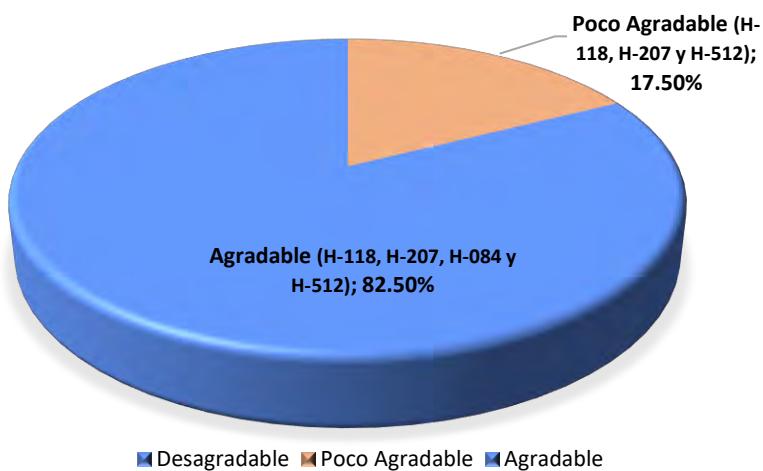
Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Excelente	2.50%
Muy bueno	20.00%
Bueno	52.50%
Regular	25.00%
Total	100%

Figura 42*Porcentaje de 4 híbridos por la apariencia del tubérculo en fritura*

Referente a la apariencia del tubérculo en fritura en los 4 híbridos; el 52.50% corresponde a la apariencia bueno; el 25.00% corresponde a la apariencia regular; el 20.00% corresponde a la apariencia muy bueno y el 2.50% corresponde a la apariencia excelente. Estos resultados indican que la mayoría de los tubérculos presentan una apariencia aceptable.

Tabla 102*Porcentaje de 4 híbridos por la palatabilidad del tubérculo en fritura*

Escala de descriptores	Porcentaje (%)
Poco agradable	17.50%
Agradable	82.50%
Total	100%

Figura 43*Porcentaje de 4 híbridos por la palatabilidad del tubérculo en fritura*

Referente a la palatabilidad del tubérculo en fritura en los 4 híbridos; el 82.50% fue calificado con una palatabilidad agradable y el 17.50% corresponde a la palatabilidad poco agradable. Estos resultados indican que la mayoría de los tubérculos evaluados ofrecen una buena aceptación sensorial en fritura.

Ccallo (2020), en su investigación determinó para tubérculos en fritura con mejores propiedades culinarias, el 44.00% con sabor agradable, el 32.00% con una apariencia regular, el 39.00% de harinosidad externa ligeramente crocante, el 35.00% una ligera harinosidad interna, el 47.00% un color externo dorado claro y el 36.00% un color interno menos blanco, opaco. En contraste en el presente estudio sobre la calidad culinaria en fritura fue, el 55% presentaron el color externo de claro blanquecino, el 47.50% tuvo un color interno de menos blanco opaco, el 45%

presentó la harinosidad externa crocante, el 30% presentó la harinosidad interna moderadamente harinoso/blando, el 52.50% presentaron la apariencia bueno y el 82.50% obtuvo una calificación de palatabilidad agradable.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

7.1.1. Sobre rendimiento de tubérculo y los tres niveles de fertilización

Para el rendimiento total de tubérculos en t/ha de los híbridos evaluados existe diferencias estadísticas al 99% de confianza. Siendo los de mayor rendimiento los híbridos H-512 (26.819 t/ha) y H-118 (24.466 t/ha), mientras que H-084 (22.554 t/ha) y H-207 (18.175 t/ha) presentan un rendimiento inferior. En cuanto al rendimiento de tubérculo para la primera categoría destacaron los híbridos H-118 (11.352 t/ha) y H-512 (10.251 t/ha), para la segunda categoría, ambos también sobresalieron con 8.848 t/ha y 7.856 t/ha respectivamente, y para la tercera categoría, los híbridos H-207 (8.171 t/ha), H-512 (7.721 t/ha) y H-084 (6.980 t/ha) mostraron rendimientos similares.

Para los niveles de fertilización evaluados existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza. El nivel alto de 160-140-120 con 25.288 t/ha y el nivel medio de 140-120-100 con 24.087 t/ha son estadísticamente iguales y superiores al nivel bajo de 120-100-80.

Sobre la interacción de los híbridos y los niveles de fertilización

Para rendimiento en t/ha no mostró interacción entre híbridos y niveles de fertilización, evidenciando que la alta capacidad productiva y estabilidad de los híbridos es independiente del nivel de fertilización, destacando su adaptación a las condiciones ambientales de la agricultura altoandina. Respecto al rendimiento de la primera categoría comercial, existe diferencias estadísticas al 95% de confianza, el híbrido H-118 mantiene un rendimiento estable independientemente de los niveles de fertilización sin alterar la capacidad productiva, demostrando alta capacidad productiva y estabilidad. En cambio, los híbridos H-207, H-084 y H-512 respondieron mejor al nivel alto, alcanzando rendimientos de 5.463 t/ha, 10.253 t/ha y 12.445 t/ha respectivamente, sin diferencias significativas con el nivel medio.

7.1.2. Sobre la regresión y correlación entre las características agronómicas con los niveles de fertilización

La regresión entre el número de tubérculos por planta y el peso del tubérculo en kg muestra una relación positiva evidenciando un alto grado de asociación entre ambas variables en los cuatro híbridos evaluados. En el híbrido H-118, por cada incremento en el número de tubérculos, el peso del tubérculo se incrementa en 0.0263 kg con coeficiente de determinación = 70.38%; en el híbrido H-207, se incrementa en 0.0232 kg con CD = 55.97%; en el híbrido H-084, se incrementa en 0.0448 kg con CD = 58.06%; y en el híbrido H-512, se incrementa en 0.0508 kg con CD = 46.91%.

7.1.3. Sobre el índice de daño por *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*

A los 150 días del ciclo vegetativo del cultivo, se registraron diferencias estadísticas significativas entre los cuatro híbridos evaluados hasta con 99% de confianza. Respecto al índice de daño por *Phytophthora infestans*, los híbridos H-118 con 14.25% y H-512 con 17.08% mostraron un bajo nivel de infección, clasificándose con un alto grado de resistencia genética; el híbrido H-084 (25.50%) como tolerante, y mientras H-207 (76.25%) considerado como altamente susceptible. Por otro lado, en cuanto al índice de daño por *Alternaria solani*, los híbridos H-118 (23.67%) y H-512 (24.50%) presentaron resistencia; el híbrido H-084 (30.58%) se considera como tolerante y H-207 (54.17%) presentó alta susceptibilidad a la enfermedad.

7.1.4. Sobre la palatabilidad de los cuatro híbridos en sancochado y frito

Los cuatro híbridos se destacaron con propiedades culinarias superiores en sancochado y fritura; en sancochado el 75.00% de los híbridos no presentaron la desintegración, el 67.31% presentaron con consistencia de tubérculo firme, el 44.23% corresponden a una harinosidad del tubérculo harinoso, el 61.54% presentaron el tipo de palatabilidad agradable, y el 46.15% exhibieron un color amarillo claro sin piel. En fritura, el 55.00% presentaron el color externo del tubérculo de claro blanquecino, el 47.50% presentaron el color interno del tubérculo menos blanco

opaco, el 45.00% presentaron la harinosidad del tubérculo externa crocante, el 30.00% presentaron la harinosidad interna del tubérculo moderadamente harinoso/blando, el 52.50% presentaron la apariencia del tubérculo bueno, y el 82.50% fue calificado con una palatabilidad agradable.

7.2. Sugerencias

- Repetir la investigación en diferentes pisos ecológicos utilizando los híbridos evaluados con el objetivo de evaluar su rendimiento y comportamiento, descartando el híbrido H-207 debido por su bajo rendimiento y alta susceptibilidad a la rancha y alternaria.
- Seleccionar los híbridos con mayor rendimiento para su posible liberación como nueva variedad de papa.
- Realizar estudios de investigación sobre la resistencia de los híbridos en evaluación frente a las principales plagas insectiles.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Acuña, I., Sandoval, C., & Sepúlveda, C. (2021). Obtido de Enfermedades de la papa: Plataforma de evaluación de riesgo sanitario. Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA.
- Agrios, G. (2001). En *Fitopatología*. México. Limusa.
- Alarcón, L. (2021). *Búsqueda de resistencia al tizón tardío (Phytophthora infestans) en accesiones de papa nativa bajo condiciones de invernadero*. Mantaro, Perú. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Del Centro Del Perú].
- Altamirano, R. (2023). *Comparativo de rendimiento de tres genotípicos de papa resistentes a (Phytophthora infestans Mont. de Bary) con tres niveles de fertilización bajo condiciones de K'ayra- San Jerónimo - Cusco*. Cusco, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Alvarez, A., & Cespedes, E. (2017). *Fitomejoramiento General*. Cusco, Perú. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Atilio, M., & Capezio, S. (2013). Cultivo de papa. Argentina. [Unidad Integrada Balcarce INTAFCA UNMdP].
- Borda, N. (2008). *La papa un alimento básico. Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica*. Uruguay. RAP-AL.
- Ccallo, Y. (2020). *Evaluación y caracterización en F1 de la cruce KI-morado 2A x NEGRA MG, de papa (Solanum tuberosum L.) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra-Cusco*. Cusco, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Checya, F. (2023). *Evaluación de resistencia a la rancha, alternaria, roña e insecto esqueletizador en 70 híbridos de papa (Solanum tuberosum L.) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra-Cusco*. Cusco, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- CIP. (1989). *Mejoramiento de la papa y la batata en el Mundo*. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa.
- CIP. (2010). *Procedimientos para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa*. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa.
- Contreras, H. (2025). *Comparativo de rendimiento, evaluación preliminar de resistencia a enfermedades y calidad culinaria de ocho genotípicos híbridos de papa (Solanum tuberosum*

- L.) en K'ayra-Cusco. Cusco, Perú. Cusco, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Cortez, M., & Hurtado, G. (2002). *Cultivo de la papa*. Arce, El Salvador. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Cosio, T., & Catalan, W. (2022). *Expediente técnico de la variedad de papa QOYA-CICA*. Cusco, Perú. Centro de Investigacion en Cultivos Andinos - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Díaz, O. (2018). *Efecto de 12 niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (Solanum tuberosum L.), en el sector San Juan, distrito de Cutervo 2017*. Lambayeque, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
- Egusquiza, R. (2000). *La papa, produccion, transformación y comercialización*. Lima, Perú. International Potato Center.
- Egusquiza, R., & Apaza, W. (2003). *La rancha de la papa (Phytophthora infestans) en el Peru*. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Estrada, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genetico de la papa*. La Paz, Bolivia. PROINPA-CID-CIP.
- FAO. (2023). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura*.
- Flores, R., & al, e. (2020). Fertilización NPK, distribución de biomasa y número de minitubérculos de papa en invernadero.
- Huamán, Z. (1986). *Botánica Sistemática y Morfología de la Papa*. Lima, Perú. Boletín de Información Técnica 6 CIP.
- Hurtado, F. (1999). *Elementos para la planificacion agropecuaria de los Andes Sur Peruanos*. Cusco, Perú. UNSAAC Y IIUR.
- Inostroza, J. (2021). *Variedades de papa*. Vilcún, Chile. INIA Carillanca.
- Ladrón de Guevara, O. (2005). *Introducción a la climatología y fenología agrícola*. Cusco, Perú. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Lotufo, A. (2019). *Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de productos alimenticios elaborados con tubérculos andinos*. Salta, Argentina. [Universidad nacional de Salta].
- MINAGRI. (2020). *Analisis de Mercado*. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura y Riego.

- Ministerio de Agricultura y Riego. (2011). *Cadena agroproductiva de papa, manejo y fertilidad de suelos*. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura, La Molina.
- Montaldo, A. (1984). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. San Jose, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Navarro, G., & Navarro, S. (2014). *Fertilizantes química y acción*. España, Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.
- Ñahui, M. (2011). *Vulnerabilidad de papas nativas a Phytophthora infestans (Mont.) de Bary en el contexto del cambio climático*. El Mantaro, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Otiniano, R. (2017). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú*. Lima, Perú. [Grafikoz].
- Perez, W., & Forbes, G. (2008). *Manual Técnico. El tizón tardío de la papa*. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa.
- Phillip, W. (2025). Obtenido de Herbario Virtual. Catedra de Fitopatología. Argentina. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- Poehlman, M., & Allen, D. (2003). *Mejoramiento de las cosechas*. México. Editorial Limusa S.A.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito, Ecuador. INIAP-CIP.
- Quispe, F. (2021). *Comparativo de rendimiento y comportamiento fenológico de siete clones promisorios segregantes de Qompis (Solanum tuberosum sub especie andigena), bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra*. Cusco, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Quispe, R. (2019). *Incidencias de phytophthora infestans (Mont.) de Bary en cuatro variedades de dos clones de papa en el Centro Agronómico K'ayra-Cusco*. Cusco, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco].
- Riveros, Y. (2019). *Ánálisis químico proximal y palatabilidad de chullcce obtenida de olluco (Ullucus tuberosus) con tres formas de escaldado*. Huancavelica, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica].
- Samaniego, A. (2022). *Productos químicos, biológicos e inductores de resistencia contra Phytophthora infestans y Alternaria solani en papa variedad capiro en Pillao, Huánuco*. Lima, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos Andinos*. Lima, Perú. FAO y ANPE.
- Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la Papa en el Perú*. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa.
- Vitorino, B. (1983). *Fertilidad de suelos y fertilizantes*. Cusco, Perú. Facultad de Agronomía y Zootecnia - Departamento Académico de Agricultura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Yzarra, W., & Lopez, F. (2017). *Manual de observaciones fenológicas*. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura, SENAMHI.
- Yzarra, W., & Lopez, F. (2017). *Manual de observaciones fenológicas*. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura, SENAMHI.
- Zuñiga, L., & et al. (2019). *Tecnologías de manejo de la "Rancha o Tizón Tardío" de la papa (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)*. Huancayo, Perú. Ministerio de Agricultura, INIA.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de datos para regresión y correlación

Híbridos		H - 118		H - 207		H - 084		H - 512				
Bloques	Trat.	Peso de tubérculo /planta (Kg)	Nº de tubérculos/planta	Trat.	Peso de tubérculo /planta (Kg)	Nº de tubérculos/planta	Trat.	Peso de tubérculo /planta (Kg)	Nº de tubérculos/planta	Trat.	Peso de tubérculo /planta (Kg)	Nº de tubérculos/planta
B-I	a ₁ b ₁	0.6	8.7	a ₂ b ₁	0.39	13.2	a ₃ b ₁	0.53	11.45	a ₄ b ₁	0.66	10.9
	a ₁ b ₂	0.71	11.85	a ₂ b ₂	0.54	15.35	a ₃ b ₂	0.69	12.3	a ₄ b ₂	0.69	12.05
	a ₁ b ₃	0.83	14.35	a ₂ b ₃	0.55	11.75	a ₃ b ₃	0.72	13.65	a ₄ b ₃	0.89	14.1
B-II	a ₁ b ₁	0.62	10.4	a ₂ b ₁	0.48	12.15	a ₃ b ₁	0.46	8.8	a ₄ b ₁	0.77	13.65
	a ₁ b ₂	0.7	14.4	a ₂ b ₂	0.5	14.8	a ₃ b ₂	0.58	10.75	a ₄ b ₂	0.85	14.6
	a ₁ b ₃	0.71	14.5	a ₂ b ₃	0.5	13.55	a ₃ b ₃	0.62	13.1	a ₄ b ₃	0.92	15.35
B-III	a ₁ b ₁	0.8	15.9	a ₂ b ₁	0.37	11.05	a ₃ b ₁	0.66	13.85	a ₄ b ₁	0.61	12.8
	a ₁ b ₂	0.65	11.25	a ₂ b ₂	0.41	11.15	a ₃ b ₂	0.77	14.6	a ₄ b ₂	0.64	11.5
	a ₁ b ₃	0.64	11.3	a ₂ b ₃	0.57	18.25	a ₃ b ₃	0.7	15.85	a ₄ b ₃	0.77	14.5
B-IV	a ₁ b ₁	0.6	11.2	a ₂ b ₁	0.36	12.1	a ₃ b ₁	0.37	11.2	a ₄ b ₁	0.53	11.25
	a ₁ b ₂	0.7	12.95	a ₂ b ₂	0.6	18.8	a ₃ b ₂	0.54	10.75	a ₄ b ₂	0.68	11.3
	a ₁ b ₃	0.62	11.65	a ₂ b ₃	0.54	16.2	a ₃ b ₃	0.57	11.3	a ₄ b ₃	0.7	14.2

Anexo 2: Características agronómicas promedio de las cuatro repeticiones para los 4 híbridos en estudio

Híbridos	N°	Tratamientos	Peso de tubérculo/planta (kg)	Número de tubérculos/planta	Número de tallo/planta	Diámetro del tallo (mm)	Altura de planta (cm)
H - 118	1	a ₁ b ₁	0.66	12	4	12	1.35
	2	a ₁ b ₂	0.69	13	4	12	1.45
	3	a ₁ b ₃	0.70	13	4	12	1.39
H - 207	4	a ₂ b ₁	0.40	12	3	10	1.08
	5	a ₂ b ₂	0.51	15	3	10	1.20
	6	a ₂ b ₃	0.54	15	3	10	1.17
H - 084	7	a ₃ b ₁	0.50	11	4	12	1.41
	8	a ₃ b ₂	0.65	12	4	11	1.37
	9	a ₃ b ₃	0.65	13	4	12	1.53
H - 512	10	a ₄ b ₁	0.64	12	4	12	1.36
	11	a ₄ b ₂	0.72	12	4	12	1.44
	12	a ₄ b ₃	0.82	15	4	12	1.36

Anexo 3: Evaluaciones para la incidencia de daño por *Phytophthora infestans*

Bloques	Fecha		20/01/2024					10/02/2024					2/03/2024					23/03/2024								
	Nº	Tratamientos	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					
			0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	
B - I	T1	a1 b1	20	0	0	0	0	0.00	19	1	0	0	0	1.00	18	2	0	0	0	2.00	9	7	4	0	0	15.00
	T2	a1 b2	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	17	3	0	0	0	3.00	8	6	6	0	0	18.00
	T3	a1 b3	20	0	0	0	0	0.00	18	2	0	0	0	2.00	15	5	0	0	0	5.00	9	5	6	0	0	17.00
	T4	a2 b1	15	2	2	1	0	9.00	0	0	2	9	9	67.00	0	0	0	11	9	69.00	0	0	0	6	14	74.00
	T5	a2 b2	10	0	4	6	0	26.00	1	2	2	5	10	61.00	0	0	2	7	11	69.00	0	0	1	3	16	75.00
	T6	a2 b3	4	7	2	7	0	32.00	0	1	5	8	6	59.00	0	0	3	5	12	69.00	0	0	0	4	16	76.00
	T7	a3 b1	20	0	0	0	0	0.00	17	3	0	0	0	3.00	7	12	1	0	0	14.00	5	5	10	0	0	25.00
	T8	a3 b2	20	0	0	0	0	0.00	15	5	0	0	0	5.00	6	10	4	0	0	18.00	6	6	8	0	0	22.00
	T9	a3 b3	20	0	0	0	0	0.00	17	2	1	0	0	4.00	7	11	2	0	0	15.00	2	1	17	0	0	35.00
	T10	a4 b1	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	11	9	0	0	0	9.00	10	8	2	0	0	12.00
	T11	a4 b2	20	0	0	0	0	0.00	19	1	0	0	0	1.00	9	9	2	0	0	13.00	9	6	5	0	0	16.00
	T12	a4 b3	20	0	0	0	0	0.00	19	1	0	0	0	1.00	10	9	1	0	0	11.00	9	7	4	0	0	15.00
B - II	T1	a1 b1	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	15	5	0	0	0	5.00	9	6	5	0	0	16.00
	T2	a1 b2	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	16	4	0	0	0	4.00	9	6	5	0	0	16.00
	T3	a1 b3	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	17	3	0	0	0	3.00	9	7	4	0	0	15.00
	T4	a2 b1	3	1	2	14	0	47.00	0	0	2	5	13	71.00	0	0	0	2	18	78.00	0	0	0	1	19	79.00
	T5	a2 b2	7	2	3	8	0	32.00	0	0	4	5	11	67.00	0	0	0	5	15	75.00	0	0	0	3	17	77.00
	T6	a2 b3	3	2	4	11	0	43.00	0	0	3	10	7	64.00	0	0	0	4	16	76.00	0	0	0	3	17	77.00
	T7	a3 b1	19	1	0	0	0	1.00	17	3	0	0	0	3.00	5	12	3	0	0	18.00	5	9	5	1	0	22.00
	T8	a3 b2	19	1	0	0	0	1.00	11	9	0	0	0	9.00	7	12	1	0	0	14.00	2	11	6	1	0	26.00
	T9	a3 b3	19	1	0	0	0	1.00	15	5	0	0	0	5.00	6	11	3	0	0	17.00	4	4	11	1	0	29.00
	T10	a4 b1	20	0	0	0	0	0.00	18	2	0	0	0	2.00	10	9	1	0	0	11.00	9	7	4	0	0	15.00
	T11	a4 b2	20	0	0	0	0	0.00	16	4	0	0	0	4.00	11	9	0	0	0	9.00	8	7	5	0	0	17.00
	T12	a4 b3	19	1	0	0	0	1.00	18	2	0	0	0	2.00	13	7	0	0	0	7.00	9	7	4	0	0	15.00

Continua...

...Viene

Bloques	Fecha		20/01/2024					10/02/2024					2/03/2024					23/03/2024								
	Nº	Tratamientos	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					
			0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	
B - III	T1	a1 b1	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	14	6	0	0	0	6.00	9	8	3	0	0	14.00
	T2	a1 b2	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	17	3	0	0	0	3.00	9	8	3	0	0	14.00
	T3	a1 b3	20	0	0	0	0	0.00	19	1	0	0	0	1.00	16	4	0	0	0	4.00	10	6	4	0	0	14.00
	T4	a2 b1	2	2	3	10	3	50.00	0	0	1	11	8	67.00	0	0	0	6	14	74.00	0	0	0	2	18	78.00
	T5	a2 b2	2	2	4	11	1	47.00	0	0	1	8	11	70.00	0	0	1	6	13	72.00	0	0	0	5	15	75.00
	T6	a2 b3	4	3	3	9	1	40.00	0	0	5	11	4	59.00	0	0	1	9	10	69.00	0	0	0	4	16	76.00
	T7	a3 b1	20	0	0	0	0	0.00	17	3	0	0	0	3.00	6	14	0	0	0	14.00	3	8	9	0	0	26.00
	T8	a3 b2	20	0	0	0	0	0.00	13	7	0	0	0	7.00	3	12	5	0	0	22.00	1	5	13	1	0	34.00
	T9	a3 b3	20	0	0	0	0	0.00	19	1	0	0	0	1.00	5	11	4	0	0	19.00	4	7	9	0	0	25.00
	T10	a4 b1	20	0	0	0	0	0.00	17	3	0	0	0	3.00	10	9	1	0	0	11.00	9	5	6	0	0	17.00
	T11	a4 b2	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	10	9	1	0	0	11.00	8	8	4	0	0	16.00
	T12	a4 b3	20	0	0	0	0	0.00	18	2	0	0	0	2.00	14	6	0	0	0	6.00	8	6	6	0	0	18.00
B - IV	T1	a1 b1	20	0	0	0	0	0.00	19	1	0	0	0	1.00	15	5	0	0	0	5.00	12	5	3	0	0	11.00
	T2	a1 b2	20	0	0	0	0	0.00	20	0	0	0	0	0.00	16	4	0	0	0	4.00	11	6	3	0	0	12.00
	T3	a1 b3	20	0	0	0	0	0.00	17	3	0	0	0	3.00	12	8	0	0	0	8.00	11	9	0	0	0	9.00
	T4	a2 b1	5	3	10	2	0	29.00	0	1	5	8	6	59.00	0	0	4	7	9	65.00	0	0	2	5	13	71.00
	T5	a2 b2	7	2	8	3	0	27.00	0	1	6	6	7	59.00	0	0	0	8	12	72.00	0	0	0	2	18	78.00
	T6	a2 b3	2	2	1	12	3	52.00	0	0	1	11	8	67.00	0	0	0	5	15	75.00	0	0	0	1	19	79.00
	T7	a3 b1	18	2	0	0	0	2.00	16	4	0	0	0	4.00	9	11	0	0	0	11.00	6	6	8	0	0	22.00
	T8	a3 b2	20	0	0	0	0	0.00	18	2	0	0	0	2.00	7	12	1	0	0	14.00	6	7	7	0	0	21.00
	T9	a3 b3	20	0	0	0	0	0.00	19	1	0	0	0	1.00	9	11	0	0	0	11.00	8	5	7	0	0	19.00
	T10	a4 b1	20	0	0	0	0	0.00	16	3	1	0	0	5.00	8	11	1	0	0	13.00	5	8	6	1	0	23.00
	T11	a4 b2	20	0	0	0	0	0.00	18	2	0	0	0	2.00	10	9	1	0	0	11.00	9	7	2	2	0	17.00
	T12	a4 b3	19	1	0	0	0	1.00	17	3	0	0	0	3.00	9	10	1	0	0	12.00	6	6	6	2	0	24.00

Anexo 4: Evaluaciones para la incidencia de daño por Alternaria solani

Bloques	Fecha		20/01/2024					10/02/2024					2/03/2024					23/03/2024								
	Nº	Tratamientos	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					
			0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	
B - I	T1	a ₁ b ₁	18	2	0	0	0	2.00	13	7	0	0	0	7.00	9	6	5	0	0	16.00	3	11	5	1	0	24.00
	T2	a ₁ b ₂	18	2	0	0	0	2.00	15	3	2	0	0	7.00	7	9	4	0	0	17.00	2	14	3	1	0	23.00
	T3	a ₁ b ₃	18	2	0	0	0	2.00	16	4	0	0	0	4.00	10	7	3	0	0	13.00	2	16	2	0	0	20.00
	T4	a ₂ b ₁	18	2	0	0	0	2.00	2	13	5	0	0	23.00	0	4	14	2	0	38.00	0	2	10	6	2	48.00
	T5	a ₂ b ₂	17	3	0	0	0	3.00	3	14	3	0	0	20.00	0	3	14	3	0	40.00	0	1	7	7	5	56.00
	T6	a ₂ b ₃	14	6	0	0	0	6.00	5	10	5	0	0	20.00	0	1	12	7	0	46.00	0	1	4	7	8	62.00
	T7	a ₃ b ₁	20	0	0	0	0	0.00	12	8	0	0	0	8.00	8	10	2	0	0	14.00	0	17	3	0	0	23.00
	T8	a ₃ b ₂	17	3	0	0	0	3.00	11	9	0	0	0	9.00	7	5	8	0	0	21.00	0	16	4	0	0	24.00
	T9	a ₃ b ₃	20	0	0	0	0	0.00	14	6	0	0	0	6.00	9	3	8	0	0	19.00	0	12	4	4	0	32.00
	T10	a ₄ b ₁	18	2	0	0	0	2.00	13	5	2	0	0	9.00	10	10	0	0	0	10.00	3	15	2	0	0	19.00
	T11	a ₄ b ₂	18	2	0	0	0	2.00	15	5	0	0	0	5.00	8	9	2	1	0	16.00	1	15	4	0	0	23.00
	T12	a ₄ b ₃	17	3	0	0	0	3.00	14	4	2	0	0	8.00	7	8	5	0	0	18.00	0	17	2	1	0	24.00
B - II	T1	a ₁ b ₁	18	2	0	0	0	2.00	16	4	0	0	0	4.00	10	8	2	0	0	12.00	3	14	3	0	0	20.00
	T2	a ₁ b ₂	20	0	0	0	0	0.00	16	4	0	0	0	4.00	10	7	3	0	0	13.00	1	15	4	0	0	23.00
	T3	a ₁ b ₃	18	2	0	0	0	2.00	17	3	0	0	0	3.00	9	11	0	0	0	11.00	2	11	6	1	0	26.00
	T4	a ₂ b ₁	14	6	0	0	0	6.00	7	9	4	0	0	17.00	0	1	16	3	0	42.00	0	1	8	7	4	54.00
	T5	a ₂ b ₂	14	6	0	0	0	6.00	1	10	9	0	0	28.00	0	4	16	0	0	36.00	0	1	5	10	4	57.00
	T6	a ₂ b ₃	14	4	2	0	0	8.00	0	12	8	0	0	28.00	3	3	8	6	0	37.00	0	1	6	12	1	53.00
	T7	a ₃ b ₁	17	3	0	0	0	3.00	9	10	1	0	0	12.00	9	3	8	0	0	19.00	0	12	8	0	0	28.00
	T8	a ₃ b ₂	17	3	0	0	0	3.00	12	5	3	0	0	11.00	5	6	9	0	0	24.00	0	5	12	3	0	38.00
	T9	a ₃ b ₃	18	2	0	0	0	2.00	10	5	5	0	0	15.00	8	3	9	0	0	21.00	0	6	13	1	0	35.00
	T10	a ₄ b ₁	18	2	0	0	0	2.00	15	4	1	0	0	6.00	8	7	5	0	0	17.00	4	9	6	1	0	24.00
	T11	a ₄ b ₂	18	2	0	0	0	2.00	16	4	0	0	0	4.00	8	6	6	0	0	18.00	2	13	3	2	0	25.00

Continua...

...Viene

Bloques	Fecha		20/01/2024					10/02/2024					2/03/2024					23/03/2024								
	Nº	Tratamientos	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					ID	Grado de daño					
			0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	
B - III	T12	a4 b3	18	2	0	0	0	2.00	15	3	2	0	0	7.00	10	5	5	0	0	15.00	3	12	3	2	0	24.00
	T1	a1 b1	19	1	0	0	0	1.00	14	5	1	0	0	7.00	9	3	8	0	0	19.00	3	8	9	0	0	26.00
	T2	a1 b2	18	2	0	0	0	2.00	16	3	1	0	0	5.00	9	8	3	0	0	14.00	2	10	8	0	0	26.00
	T3	a1 b3	18	2	0	0	0	2.00	16	4	0	0	0	4.00	8	6	6	0	0	18.00	1	12	7	0	0	26.00
	T4	a2 b1	10	10	0	0	0	10.00	3	15	2	0	0	19.00	0	0	9	11	0	51.00	0	1	3	12	4	59.00
	T5	a2 b2	12	7	1	0	0	9.00	3	16	1	0	0	18.00	0	5	12	3	0	38.00	0	1	7	11	1	52.00
	T6	a2 b3	17	3	0	0	0	3.00	5	15	0	0	0	15.00	0	4	13	3	0	39.00	0	1	10	9	0	48.00
	T7	a3 b1	17	3	0	0	0	3.00	10	10	0	0	0	10.00	9	4	7	0	0	18.00	0	8	11	1	0	33.00
	T8	a3 b2	17	3	0	0	0	3.00	10	10	0	0	0	10.00	12	4	4	0	0	12.00	0	7	10	3	0	36.00
	T9	a3 b3	17	3	0	0	0	3.00	12	8	0	0	0	8.00	7	11	2	0	0	15.00	0	12	7	1	0	29.00
	T10	a4 b1	16	4	0	0	0	4.00	15	5	0	0	0	5.00	7	8	5	0	0	18.00	0	18	2	0	0	22.00
	T11	a4 b2	16	4	0	0	0	4.00	12	8	0	0	0	8.00	8	7	5	0	0	17.00	0	17	3	0	0	23.00
	T12	a4 b3	18	2	0	0	0	2.00	11	9	0	0	0	9.00	8	12	0	0	0	12.00	0	12	8	0	0	28.00
B - IV	T1	a1 b1	20	0	0	0	0	0.00	16	4	0	0	0	4.00	11	4	5	0	0	14.00	2	13	5	0	0	23.00
	T2	a1 b2	20	0	0	0	0	0.00	15	5	0	0	0	5.00	9	4	7	0	0	18.00	0	14	6	0	0	26.00
	T3	a1 b3	18	2	0	0	0	2.00	16	4	0	0	0	4.00	8	7	5	0	0	17.00	2	15	3	0	0	21.00
	T4	a2 b1	14	6	0	0	0	6.00	0	10	10	0	0	30.00	0	2	14	4	0	42.00	0	1	5	8	6	59.00
	T5	a2 b2	16	4	0	0	0	4.00	0	11	9	0	0	29.00	0	1	14	5	0	44.00	0	1	10	9	0	48.00
	T6	a2 b3	14	6	0	0	0	6.00	1	5	14	0	0	33.00	0	1	13	6	0	45.00	0	1	5	13	1	54.00
	T7	a3 b1	18	2	0	0	0	2.00	10	7	3	0	0	13.00	7	7	5	1	0	20.00	0	11	9	0	0	29.00
	T8	a3 b2	16	4	0	0	0	4.00	9	5	6	0	0	17.00	7	9	4	0	0	17.00	0	14	6	0	0	26.00
	T9	a3 b3	18	2	0	0	0	2.00	10	6	4	0	0	14.00	7	7	6	0	0	19.00	0	7	12	1	0	34.00
	T10	a4 b1	19	1	0	0	0	1.00	14	6	0	0	0	6.00	8	6	6	0	0	18.00	1	15	4	0	0	23.00
	T11	a4 b2	16	4	0	0	0	4.00	12	7	1	0	0	9.00	10	3	6	1	0	18.00	0	8	9	3	0	35.00
	T12	a4 b3	20	0	0	0	0	0.00	15	5	0	0	0	5.00	7	8	5	0	0	18.00	0	16	4	0	0	24.00

Anexo 5: Porcentaje de daño por *Phytophthora infestans* en 100 tubérculos

Nº	Tratamientos	Infectados (%)	Enfermos (%)
1	a₁ b₁	100	0.00
2	a₁ b₂	100	0.00
3	a₁ b₃	100	0.00
4	a₂ b₁	96.75	3.25
5	a₂ b₂	98.5	1.50
6	a₂ b₃	95.25	4.75
7	a₃ b₁	99.5	0.50
8	a₃ b₂	99.75	0.25
9	a₃ b₃	99.25	0.75
10	a₄ b₁	100	0.00
11	a₄ b₂	100	0.00
12	a₄ b₃	100	0.00

Anexo 6: Fases fenológicas promedio de las cuatro repeticiones para los 4 híbridos en estudio

Híbridos	Nº	Tratamientos	Plena emergencia (días desde la siembra)	Plena floración (días desde la siembra)	Senescencia (días desde la siembra)
H - 118	1	a₁ b₁	31	86	170
	2	a₁ b₂	31	86	170
	3	a₁ b₃	31	86	170
H - 207	4	a₂ b₁	32	89	146
	5	a₂ b₂	32	90	151
	6	a₂ b₃	32	89	146
H - 084	7	a₃ b₁	32	86	171
	8	a₃ b₂	31	86	171
	9	a₃ b₃	31	86	171
H - 512	10	a₄ b₁	34	86	171
	11	a₄ b₂	34	86	171
	12	a₄ b₃	34	86	171

Anexo 7: Evaluaciones para la palatabilidad de tubérculos en sancochado y fritura

HOJA DE CALIFICACION DE PAPA SANCOCHADA

Estudiante..... Fecha.....

Nº	HÍBRIDO	TEXTURA											
		DESINTEGRACION				CONSISTENCIA				HARINOSIDAD			
		SIN DESINTEGRACION	LIGERA	MODERADA	COMPLETA	FIRME	BASTANTE FIRME	BASTANTE BLANDA	BLANDA	NO HARINOSO	LIGERAMENTE HARINOSO	HARINOSO	MUY HARINOSO
1	H - 118	6.00	6.00	0.00	1.00	6.00	2.00	0.00	5.00	0.00	1.00	9.00	3.00
2	H - 207	10.00	2.00	1.00	0.00	8.00	4.00	0.00	1.00	6.00	4.00	2.00	1.00
3	H - 084	10.00	1.00	2.00	0.00	9.00	1.00	0.00	3.00	2.00	3.00	5.00	3.00
4	H - 512	13.00	0.00	0.00	0.00	12.00	1.00	0.00	0.00	1.00	5.00	7.00	0.00

Nº	HÍBRIDO	PALATABILIDAD			COLOR DE TUBERCULOS SANCOCHADOS				
		DESAGRADABLE	POCA AGRADABLE	AGRADABLE	BLANCO	CREMA	AMARILLO	AMARILLO CLARO	VIOLETA
1	H - 118	0.00	2.00	11.00	1.00	4.00	3.00	5.00	0.00
2	H - 207	3.00	7.00	3.00	0.00	6.00	4.00	3.00	1.00
3	H - 084	0.00	4.00	9.00	0.00	3.00	2.00	8.00	0.00
4	H - 512	0.00	4.00	9.00	0.00	4.00	1.00	8.00	0.00

HOJA DE CALIFICACION DE PAPA FRITA

Estudiante..... Fecha.....

Nº	HÍBRIDO	COLOR								
		COLOR (EXTERNA DE LAS TIRES)				COLOR (INTERNA DE LAS TIRES)				
		CLARO BLANQUESINO	DORADO CLARO	LIGERAMENTE MARRON	OSCURO	BRILLANTE, BLANCO CRISTALINO	BRILLANTE, BLANCO	MENOS BLANCO, OPACO	GRISACEO	GRIS, OSCURO
1	H - 118	8.00	2.00	0.00	0.00	1.00	4.00	5.00	0.00	0.00
2	H - 207	6.00	4.00	0.00	0.00	2.00	4.00	3.00	1.00	0.00
3	H - 084	4.00	5.00	1.00	0.00	1.00	2.00	6.00	1.00	0.00
4	H - 512	4.00	2.00	4.00	0.00	0.00	4.00	5.00	1.00	0.00

Nº	HÍBRIDO	TEXTURA									
		HARINOSIDAD (EXTERNA DE LAS TIRES)					HARINOSIDAD (INTERNA DE LAS TIRES)				
		CROCANTE	MODERADAMENTE CROCANTE	LIGERAMENTE CROCANTE	MODERADAMENTE BLANDO	BLANDO	HARINOSO	MODERADAMENTE HARINOSO/BLANDO	LIGERAMENTE HARINOSO	MODERADAMENTE BLANDO	BLANDO
1	H - 118	3.00	3.00	3.00	1.00	0.00	1.00	4.00	2.00	1.00	2.00
2	H - 207	7.00	1.00	0.00	2.00	0.00	3.00	1.00	5.00	1.00	0.00
3	H - 084	3.00	3.00	1.00	3.00	0.00	5.00	3.00	1.00	1.00	0.00
4	H - 512	5.00	2.00	0.00	2.00	1.00	1.00	4.00	3.00	2.00	0.00

Nº	HÍBRIDO	APARIENCIA EXTERNA					PALATABILIDAD		
		EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	DESAGRADABLE	POCO AGRADABLE	AGRADABLE
1	H - 118	1.00	3.00	5.00	1.00	0.00	0.00	2.00	8.00
2	H - 207	0.00	2.00	6.00	2.00	0.00	0.00	3.00	7.00
3	H - 084	0.00	1.00	5.00	4.00	0.00	0.00	0.00	10.00
4	H - 512	0.00	2.00	5.00	3.00	0.00	0.00	2.00	8.00

Anexo 8: Análisis del suelo

Figura 44

Análisis del suelo - caracterización con micronutrientes disponibles



SOLICITANTE : ELODIA QQUECCANO QUISPE	ANÁLISIS N° : 1149-015-2023
PREDIO : CENTRO AGRONOMICO KAYRA	LUGAR : San Jeronimo
MATRIZ : SUELO AGRICOLA	FECHA DE RECEP. : 18/11/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACION CON MICRONUTRIENTES DISPONIBLES
MUESTRA : LOTE. POTRERO C1 - 1458m - CULT. PAPA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	28.44	%		
Limo	37.35	%		
Arcilla	34.21	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Carbonato de Calcio Total	0.27	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.70	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.6 °C.	7.27		MES - 005	Electrométrico
Densidad Aparente	1.25	g / cm ³	MES - 035	Gravimétrico
Fósforo Disponible	19.50	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.69	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.16	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	167.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	21.56	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.33	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.51	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.43	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I.	2.15	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	23.83	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Micronutrientes Disponibles				Extractante: DTPA
Cobre	3.32	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc	0.91	ppm	MES - 019	FAAS
Manganoso	17.88	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro	14.05	ppm	MES - 021	FAAS
Boro	0.58	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

E.S : Extracto de Saturación.

(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.

P.S.I. : Porcentaje de Sodio Intercambiable.

C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Equivalente.

% : Masa / Masa.

ppm : mg / Kg.

MES : Método Propio del Laboratorio.

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Octubre 2023

Estación : GRANJA KAYRA

Departamento : CUSCO **Provincia :** CUSCO **Distrito :** SAN JERONIMO
Latitud : 13°33'24.29" S **Longitud :** 71°52'30.61" W **Altitud :** 3214 msnm.
Tipo : Convencional - Meteorológica **Código :** 100044

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		
1/10/2023	24.2	9.2	63	14.2
2/10/2023	25.6	7	72.1	0
3/10/2023	27.6	7.4	70.9	0
4/10/2023	25.2	8	66.9	0
5/10/2023	24.6	6.4	69.7	0
6/10/2023	26.1	6	82.9	0
7/10/2023	25.2	6.6	74.3	0
8/10/2023	26.4	6.8	74.6	0.7
9/10/2023	25.4	5.5	74	0
10/10/2023	25.6	10.5	68.4	0
11/10/2023	26.2	9	69.3	0
12/10/2023	24.8	9	72.8	0
13/10/2023	25.6	6.5	68.9	0
14/10/2023	23	5.5	70.7	0
15/10/2023	24.8	3.2	64.2	0
16/10/2023	25.6	4.5	70.6	0
17/10/2023	24.2	4	64.7	0
18/10/2023	22.8	5	70.9	0
19/10/2023	24.2	5	74.4	0
20/10/2023	22	6	66.3	0
21/10/2023	25.2	4.8	69.8	0
22/10/2023	24.6	3.5	66.1	0
23/10/2023	25.6	7.5	67.6	0.3
24/10/2023	24.6	7	72.1	1.3
25/10/2023	21.4	9	73	0.6
26/10/2023	21.2	7.8	72.2	0
27/10/2023	23.2	6.5	77.3	0
28/10/2023	21.5	8	82	4.7
29/10/2023	26.8	9.5	79.9	0
30/10/2023	26.5	6.5	74.9	0
31/10/2023	26.2	5.5	60.1	0
1/11/2023	23.2	6.8	74.5	S/D

Noviembre 2023

Estación : GRANJA KAYRA					
Departamento :	CUSCO	Provincia :	CUSCO	Distrito :	SAN JERONIMO
Latitud :	13°33'24.29" S	Longitud :	71°52'30.61" W	Altitud :	3214 msnm.
Tipo :	Convencional - Meteorológica	Código :	100044		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN			TOTAL
1/11/2023	23.2	6.8	74.5	2.2	
2/11/2023	24.8	5.5	73.9	0	
3/11/2023	26.6	4.2	71.1	0	
4/11/2023	21.6	7.6	62.9	1.5	
5/11/2023	21.4	7.8	71.8	0	
6/11/2023	24.2	7.6	66.3	0	
7/11/2023	25.2	6.5	65	0	
8/11/2023	24	7.8	65.3	4.8	
9/11/2023	16.8	8	84	0	
10/11/2023	20.2	8.6	76.3	0	
11/11/2023	17.2	8	78.5	3.2	
12/11/2023	23	7.2	69.5	0	
13/11/2023	23.2	8.5	72	6	
14/11/2023	21.5	9.2	73.2	0	
15/11/2023	21	9.5	73.9	0	
16/11/2023	S/D	6.5	S/D	S/D	
17/11/2023	21.6	8.5	78	0	
18/11/2023	24.6	6.6	73	0	
19/11/2023	22.6	7.2	69.6	3.8	
20/11/2023	23.5	8.7	78	4.4	
21/11/2023	S/D	9.5	S/D	S/D	
22/11/2023	23.6	8.7	75.4	0	
23/11/2023	21	7.2	71.9	0	
24/11/2023	22.4	6.5	73.8	13.1	
25/11/2023	S/D	7.6	S/D	S/D	
26/11/2023	20	7.5	70	0	
27/11/2023	19.8	8.5	77.8	3.4	
28/11/2023	22.4	9	77.1	0	
29/11/2023	22	8.6	86.1	14.9	
30/11/2023	S/D	10	S/D	S/D	
1/12/2023	20	9.5	80.6	S/D	

Diciembre 2023

Estación : GRANJA KAYRA					
Departamento :	CUSCO	Provincia :	CUSCO	Distrito :	SAN JERONIMO
Latitud :	13°33'24.29" S	Longitud :	71°52'30.61" W	Altitud :	3214 msnm.
Tipo :	Convencional - Meteorológica	Código :	100044		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN		TOTAL	
1/12/2023	20	9.5	80.6	14.5	
2/12/2023	21.6	9	74.1	0	
3/12/2023	22.2	8.2	77.3	14.7	
4/12/2023	23	6.5	69.1	0	
5/12/2023	23.2	10.4	78.1	0	
6/12/2023	21.8	5.5	78.1	0.6	
7/12/2023	22.4	5.3	72.9	0	
8/12/2023	23.6	6.6	68.5	16.6	
9/12/2023	23	7.4	60.7	0	
10/12/2023	23.2	7.8	72.2	18.2	
11/12/2023	21.8	7.2	76.6	22.4	
12/12/2023	20.5	9	83	20.1	
13/12/2023	19.8	8.6	85.4	1.2	
14/12/2023	20.2	8.6	78.6	2.8	
15/12/2023	21.6	9	80	0	
16/12/2023	21.8	10.4	77	17.5	
17/12/2023	21.6	9	80.2	0.9	
18/12/2023	21	9	78.2	0.8	
19/12/2023	21.8	8.6	78.1	4.3	
20/12/2023	22.4	10	79.4	1.2	
21/12/2023	23.6	10.2	72.8	3.6	
22/12/2023	23.2	9.8	79.7	1.2	
23/12/2023	23.6	9	77.5	0	
24/12/2023	22.6	7.5	77.5	0	
25/12/2023	22.8	6	79.9	0	
26/12/2023	17.8	7.8	83.9	0.4	
27/12/2023	23.2	8.8	75.2	0	
28/12/2023	23.6	6.2	76.3	0	
29/12/2023	23.2	6.5	S/D	0	
30/12/2023	22.4	8	72.7	3	
31/12/2023	21.6	7	78.2	3	

Enero 2024

Estación : GRANJA KAYRA

Departamento : CUSCO **Provincia :** CUSCO **Distrito :** SAN JERONIMO
Latitud : 13°33'24.29" S **Longitud :** 71°52'30.61" W **Altitud :** 3214 msnm.
Tipo : Convencional - Meteorológica **Código :** 100044

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		
1/01/2024	20.2	10	77.9	0.3
2/01/2024	20.4	8.7	80.5	2.6
3/01/2024	21.4	8.2	77.8	19.7
4/01/2024	22.4	9	78	0.8
5/01/2024	22.6	8.5	73.6	0
6/01/2024	22.8	9.2	75.8	0
7/01/2024	24.2	9	78.7	0
8/01/2024	24.8	5	78.8	0
9/01/2024	25	5	77.3	0
10/01/2024	24.6	5.2	70.9	0
11/01/2024	23.5	6.2	76.7	0.8
12/01/2024	22.4	4.5	74	11.7
13/01/2024	23.6	8	74	0
14/01/2024	22.4	7	74.1	0
15/01/2024	23.8	6.5	70.7	0
16/01/2024	25.2	8.5	68.7	0
17/01/2024	22	8.5	76.8	7.2
18/01/2024	21	10.5	73.9	0.6
19/01/2024	21.6	8	71.5	0.2
20/01/2024	22.8	8.2	80.8	0
21/01/2024	24	7.8	78.4	0
22/01/2024	22.6	5.5	72.6	0
23/01/2024	25.2	8.2	72.8	2.5
24/01/2024	23	10	73.6	1.6
25/01/2024	19.2	9	84.4	14
26/01/2024	23.4	9.5	73.5	0
27/01/2024	21.2	10.6	79.4	0
28/01/2024	23.4	10	78	3.4
29/01/2024	23.4	9.5	81.3	6.7
30/01/2024	24	8.5	76.8	0
31/01/2024	22.6	9.8	72.9	1.5

Febrero 2024

Estación : GRANJA KAYRA					
Departamento :	CUSCO	Provincia :	CUSCO	Distrito :	SAN JERONIMO
Latitud :	13°33'24.29" S	Longitud :	71°52'30.61" W	Altitud :	3214 msnm.
Tipo :	Convencional - Meteorológica	Código :	100044		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN		TOTAL	
1/02/2024	22.6	9.5	82.9	2.4	
2/02/2024	22.2	9.5	77	0	
3/02/2024	23.2	10.4	79.3	0.8	
4/02/2024	24.2	9.8	75.7	0	
5/02/2024	22.4	7.5	81.4	5.2	
6/02/2024	20.2	7.5	80.8	2	
7/02/2024	20.2	8.4	80.3	12.3	
8/02/2024	20.5	8	85.2	0.6	
9/02/2024	21.2	8.4	80.1	10.1	
10/02/2024	22.6	6.4	77.3	0	
11/02/2024	23	6.8	73.7	3.1	
12/02/2024	22.8	6.5	74.6	17.6	
13/02/2024	22.2	7	80	6	
14/02/2024	20	9	81.3	0	
15/02/2024	24	8	79.3	0	
16/02/2024	21.8	7.5	80.2	0	
17/02/2024	23.8	7	75	0	
18/02/2024	23.2	8.2	77.1	1.7	
19/02/2024	22.8	9.4	80.5	5.6	
20/02/2024	19.8	8.2	77.9	3	
21/02/2024	20.4	8.5	74.5	0	
22/02/2024	22	5.5	75	0	
23/02/2024	21.2	6.8	72.7	0	
24/02/2024	21.2	8.2	77.8	1	
25/02/2024	18	9.5	83.4	1.2	
26/02/2024	18.4	8.6	85.5	10.8	
27/02/2024	19.8	9	84.6	0	
28/02/2024	21	8.6	73.9	0.2	
29/02/2024	20.2	8.5	83.8	0	

Marzo 2024

Estación : GRANJA KAYRA								
Departamento :	CUSCO		Provincia :	CUSCO		Distrito :	SAN JERONIMO	
Latitud :	13°33'24.29" S		Longitud :	71°52'30.61" W		Altitud :	3214 msnm.	
Tipo :	Convencional - Meteorológica			Código :	100044			
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		
	MAX	MIN					TOTAL	
1/03/2024	21.2	9			67.5			0
2/03/2024	21.4	8.2			76.7			0
3/03/2024	23.4	7.8			73.7			7
4/03/2024	22.2	4.5			73.4			0.2
5/03/2024	20	8.5			79.2			0
6/03/2024	22.4	6.2			74			0
7/03/2024	21.8	8.2			77			0
8/03/2024	22.2	10			77.2			0
9/03/2024	22.4	7			79			0
10/03/2024	23.6	8.2			74.4			5.5
11/03/2024	23.4	7			74.3			0
12/03/2024	24.2	4.5			77.8			0
13/03/2024	23.6	4.5			75			4
14/03/2024	22.6	3.5			75.5			0
15/03/2024	24.2	4.4			71.8			15.1
16/03/2024	23.2	9			73.4			29
17/03/2024	20	9.4			80.4			4.8
18/03/2024	19.2	10			82			0.2
19/03/2024	18.4	9.5			81.1			0
20/03/2024	23.5	8.2			78.3			19.9
21/03/2024	22.6	6			79.1			7.7
22/03/2024	22.6	8			76.9			2
23/03/2024	22.4	8			86.1			0
24/03/2024	24.2	7.5			69.6			0
25/03/2024	23.6	6.5			83.1			7.2
26/03/2024	19	9			79.7			10.1
27/03/2024	19.2	8.8			81.3			7.9
28/03/2024	19.2	8.6			83			0.5
29/03/2024	20.2	7.6			74.2			0
30/03/2024	17.6	7.5			85.9			7.5
31/03/2024	20	7.8			88.8			0.7

Abril 2024

Estación : GRANJA KAYRA					
Departamento :	CUSCO	Provincia :	CUSCO	Distrito :	SAN JERONIMO
Latitud :	13°33'24.29" S	Longitud :	71°52'30.61" W	Altitud :	3214 msnm.
Tipo :	Convencional - Meteorológica	Código :	100044		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN		TOTAL	
1/04/2024	24.8	8.2	74.5	5.3	
2/04/2024	20.5	10	84.3	20.1	
3/04/2024	21.5	5.5	85.1	5.7	
4/04/2024	21.8	7	81.9	5.8	
5/04/2024	21.5	4.2	78.3	0	
6/04/2024	24.5	9	77.8	2.4	
7/04/2024	23.4	8.5	78.7	1.4	
8/04/2024	24	7.5	78.4	3.4	
9/04/2024	25.2	9.6	78.2	0	
10/04/2024	22.2	9.5	81.9	9	
11/04/2024	22	6.4	75	0.3	
12/04/2024	21.5	6.4	79.6	1.8	
13/04/2024	20.5	6	75.2	0	
14/04/2024	23	5.5	74.1	0	
15/04/2024	23.2	3.2	71.9	0	
16/04/2024	25.8	2.8	70.8	0	
17/04/2024	22.2	2.4	75	0	
18/04/2024	24.2	1.2	68.9	0	
19/04/2024	23.8	1	75.9	0	
20/04/2024	20.8	0	73	0	
21/04/2024	24.2	-4.5	70.4	0	
22/04/2024	25.2	-4	71.4	0	
23/04/2024	24.2	1.4	71.6	0	
24/04/2024	24	1	71.2	0	
25/04/2024	25.5	0.5	76	0	
26/04/2024	21.2	-1	81.2	0	
27/04/2024	24.6	-2	69.5	0	
28/04/2024	23.4	-2.6	68.8	0	
29/04/2024	21.6	-3.5	77.9	0	
30/04/2024	23	3	74.8	0	
1/05/2024	21.2	3	74.6	S/D	

Anexo 10: Fotografías del trabajo de investigación

Figura 45

Pesaje de los tres niveles de fertilización



Figura 46

Siembra de los híbridos en estudio



Figura 47

Fertilización en la siembra



Figura 48

Plena emergencia del híbrido 118 (tratamiento a₁b₁)



Figura 49

Primer y segundo aporque



Figura 50

Etiquetado de los híbridos



Figura 51

Evaluación de la rancha y tizón temprano



Figura 52

Síntomas de la rancha en el híbrido H-207 a los 64 días desde la siembra



Figura 53

Planta de los híbridos en estudio

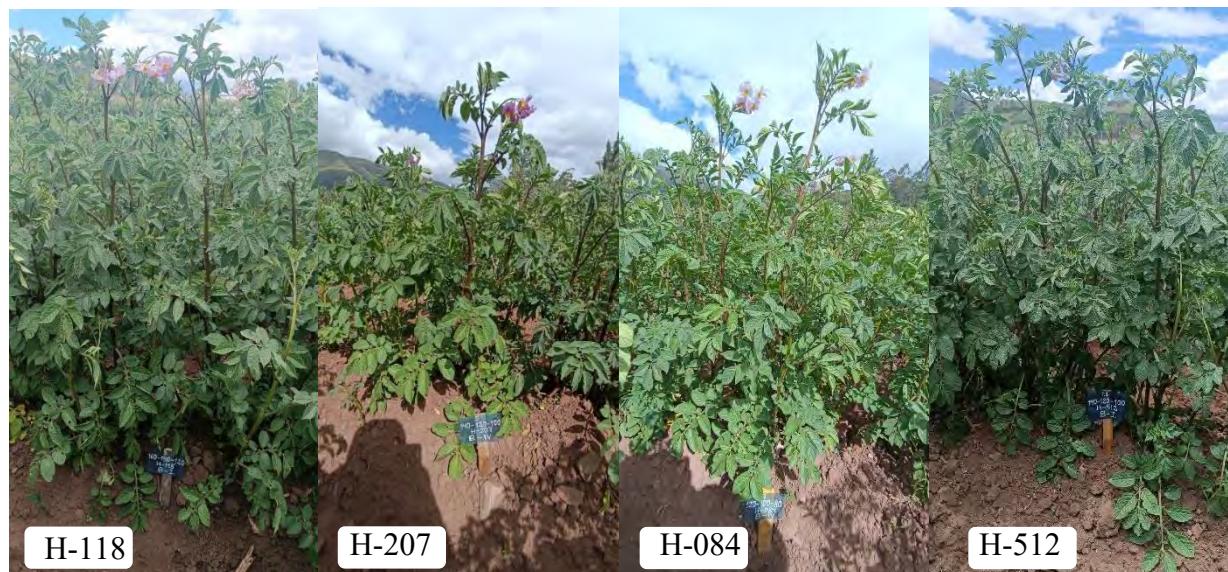


Figura 54

Plena floración de los híbridos en estudio



Figura 55

Senescencia de los híbridos en estudio



Figura 56

Cosecha de los híbridos



Figura 57

Pesaje de los híbridos



Figura 58

Clasificación de primera, segunda y tercera de los híbridos



Figura 59

Daño en los tubérculos por la rancha en los híbridos en estudio

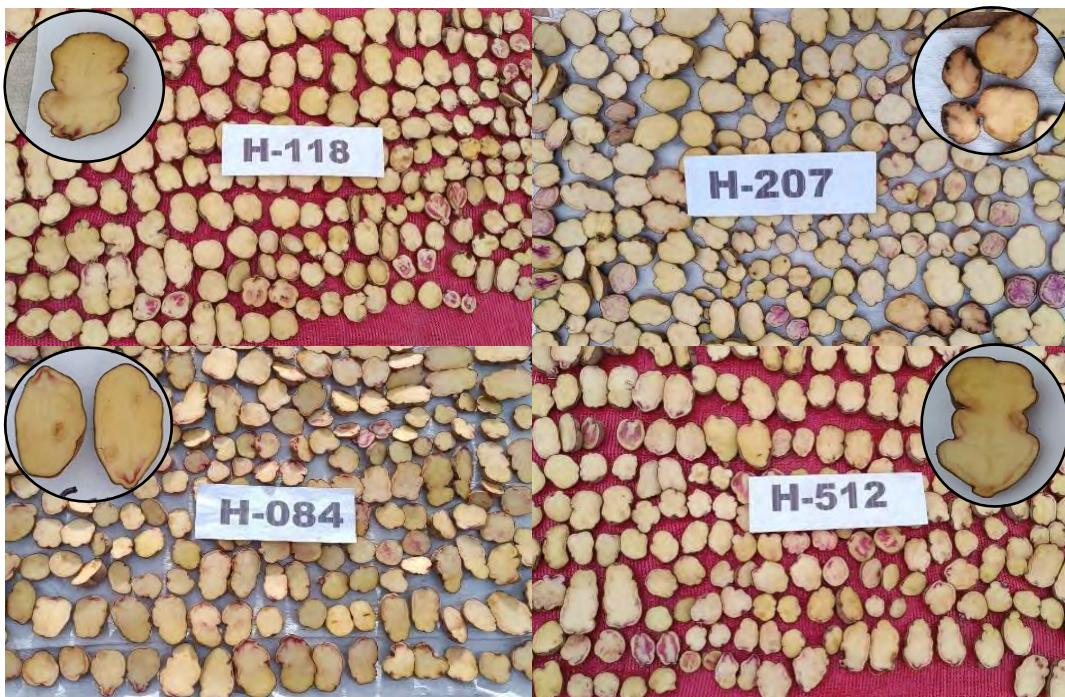


Figura 60

Prueba de palatabilidad



Figura 61

Palatabilidad de tubérculos en sancochado



Figura 62

Palatabilidad de tubérculos en fritura

