

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



TESIS

EVALUACIÓN DEL DAÑO DE 30 HÍBRIDOS DE PAPA (QOYA CICA x NMG) A LA RANCHA (*Phytophthora infestans*), TIZON TEMPRANO (*Alternaria solani*) Y GORGOJO DE LOS ANDES (*Premnotrypes latithorax*), K'AYRA - CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. MILTON MESAHUANCA CCOLLCCA

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

ASESOR:

Dr. TEÓFILO POMPEYO COSIO CUENTAS

CUSCO - PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

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

El que suscribe, el Asesor Dr. TEOFILO PORPEYO COSIO CUENTAS
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACIÓN DEL DAÑO DE 30
HÍBRIDOS DE PAPA (Goya Cica x NMG) A LA RANCHA
(Phytophthora infestans), TIZON TEMPRANO (Alternaria solani)
Y GORGOTO DE LOS ANDES (Premnotrypes latithorax), KAYRA - CUSCO

Presentado por: MESAHUARCA COLLECA NILTON DNI N° 72582212;

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 1 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 5 %.

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.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
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.	<input type="checkbox"/>

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, 16 de ENERO de 2026.....


Firma

Post firma TEOFILO PORPEYO COSIO CUENTAS

Nro. de DNI 23867703

ORCID del Asesor 0000-0003-2369-268x

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 272598546763196

MILTON MESAHUANCA

EVALUACION DEL DAÑO DE 30 HIBRIDOS DE PAPA (QOYACICA X NMG) A LA RANCHA (Phytophthora infestans), T...



Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546763196

Fecha de entrega

16 ene 2026, 11:08 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

16 ene 2026, 11:18 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS - Milton Mesahuanca Ccollca.pdf

Tamaño del archivo

7.4 MB

139 páginas

30.200 palabras

147.960 caracteres




5% 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 8 palabras)
- Fuentes de Internet

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
5 caracteres sospechosos en N.º de página
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 mis queridos padres Javier Mesahuanca Barrientos y Patricia Ccollcca Gonzales, que me dieron motivo y fuerza para seguir con este trabajo de investigación.

Con mucho cariño a mis hermanas: Elena, Amanda, Fabiola y Elmer, que me dieron mucho aliento para seguir con este trabajo de investigación, Por su entrega incondicional y el esfuerzo incansable que sostuvieron cada uno de mis pasos hacia esta meta.

Con mucho amor para la Sta. Florcita, por el gran apoyo que me brindo en mi formación y ejecución de presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la Facultad de Agronomía y Zootecnia y a la Escuela Profesional de Agronomía por mi formación profesional.

A mi asesor Dr. Teófilo Pompeyo Cosio Cuentas por sus sugerencias y valioso asesoramiento en la ejecución del presente trabajo.

Al Mgt. Víctor Minauro Rojas por su orientación en el presente trabajo de tesis.

Mis sinceros agradecimientos a los docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia en especial a los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía por sus valiosos enseñanzas y recomendaciones.

A mis familiares y amigos que me brindaron su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

Al programa de Investigación en Tarwi y Maíz del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA – FAZ– UNSAAC), por el material genético brindado.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
I. PROBLEMA OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	1
1.2. Problema objeto de investigación.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.1.1. Objetivos específicos.....	3
2.2. Justificación..	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general	5
3.1.1. Hipótesis Específicas.....	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes.....	6
4.1.1. Internacional.....	6
4.1.2. Nacional.....	7
4.1.3. Regional.....	7
4.1.4. Local.....	7
4.2. Definición de términos	9
4.2.1. Clon de papa.....	9
4.2.2. Híbridos de papa.....	9
4.2.3. Banco de Germoplasma	9
4.2.4. Resistencia vs Tolerancia y Susceptibilidad	9
4.3. El cultivo de papa	10

4.3.1. Origen de la papa	10
4.3.2. Origen de la papa diploide cultivada	11
4.3.3. Origen de la papa tetraploide cultivada.....	11
4.3.4. Variedades mejoradas de papa	11
4.3.5. Posición sistemática de la papa	12
4.3.6. Fenología.....	12
4.4. El tizón tardío de la papa (<i>Phytophthora infestans</i>)	14
4.4.1. Origen.....	14
4.4.2. Importancia del tizón tardío	15
4.4.3. Morfología.....	15
4.4.4. Ciclo de vida.....	16
4.4.5. Condiciones favorables para un rancho de la papa.....	17
4.4.6. Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> en papa.....	18
4.4.7. Resistencia a “Tizón Tardío”, Causado Por <i>Phytophthora Infestans</i>	20
4.4.8. Variedades de papa con resistencia a <i>Phytophthora infestans</i>	21
4.4.9. Daño de <i>Phytophthora insfestans</i> en papa.....	24
4.4.10. Manejo de tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	28
4.5. Tizón temprano agente causal (<i>Alternaria Solani</i>)	28
4.5.1. Importancia del tizón temprano	28
4.5.2. Morfología.....	29
4.5.3. Ciclo de la enfermedad.....	30
4.5.4. Condiciones favorables para tizón temprano.....	30
4.5.5. Resistencia a <i>Alternaria solani</i> en papa	31
4.5.6. Variedades de papa con resistencia a <i>Alternaria solani</i>	32
4.5.7. Daño de <i>Alternaria solani</i> en papa	33
4.5.8. Manejo de tizón temprano	38

4.5.9. Diferencia de Tizón tardío y Tizón Temprano	38
4.6. Objetivo de mejoramiento de resistencia en papa.....	38
4.6.1. Evaluación de la resistencia	38
4.6.2. Tipos de resistencia	39
4.6.3. Mejoramiento genético	40
4.6.4. Métodos De Mejora.....	40
4.7. Gorgojo de los andes en la papa.....	41
4.7.1. Gorgojo de los andes (<i>Premnotypes latithorax</i>)	41
4.7.2. Importancia Económica	41
4.7.3. Características de gorgojo de los andes.....	42
4.7.4. Distribución geográfica de gorgojo de los andes.	42
4.7.5. Ciclo biológico de gorgojo de los andes.....	43
4.7.6. Daño de gorgojo de los andes.....	45
4.7.7. Manejo integrado	48
4.7.8. Control del gorgojo dentro del Cultivo	49
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
5.1. Tipo de Investigación.....	50
5.2. Ubicación del campo experimental	50
5.2.1. Ubicación Política:	51
5.2.2. Ubicación Geográfica:	51
5.2.3. Ubicación Hidrográfica:.....	51
5.3. Ubicación Temporal.....	51
5.4. Historia del campo Experimental.....	51
5.5. Condiciones meteorológicas	52
5.6. Material.....	53
5.6.1. Material genético.....	53

5.6.2. Materiales de campo y gabinete.....	54
5.7. Métodos.....	55
5.7.1. Diseño experimental.....	55
5.7.2. Características del diseño	57
5.8. Croquis de campo experimental.....	58
5.9. Descripción de actividades.....	59
5.9.1. Preparación del terreno	59
5.9.2. Surcado de terreno	59
5.9.3. Replanteo del terreno	59
5.9.4. Selección de semilla	60
5.9.5. Siembra.....	61
5.9.6. Riego.....	61
5.9.7. Labores culturales.....	62
5.10. Evaluaciones realizados en campo.....	63
5.10.1. Evaluación Fenológica.....	63
5.10.2. Evaluaciones Agronómicas	66
5.10.3. Identificación del Gorgojo de los andes (<i>Phytophthora infestans</i>)	67
5.10.4. Evaluación de tizón tardío	67
5.10.5. Evaluación de tizón temprano	69
5.10.6. Evaluación de Gorgojo de los Andes	71
5.10.7. Variables y sus indicadores.....	73
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	74
6.1. Evaluación de daño de tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	74
6.2. Evaluación de daño de <i>Alternaria solani</i> según grado escalar	81
6.3. Evaluación de daño del Gorgojo de los andes según grado escalar	88

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	94
7.1 CONCLUSIÓN	94
7.2 SUGERENCIA	96
VIII. BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXO.....	102

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Escala utilizada para clasificar la incidencia y el grado de severidad en cuatro enfermedades en tallo, fruto, hojas y racimos.....	35
Cuadro 02: Historia del campo experimental	52
Cuadro 03: Distribución de híbridos por bloques	54
Cuadro 04: Lista de materiales y equipos.....	55
Cuadro 05: Tratamientos en estudio.....	56
Cuadro 06: Escala de severidad de evaluación de rancha	68
Cuadro 07: Escala de severidad de evaluación de tizón temprano.....	70
Cuadro 08: Grados escalares de evaluación de gorgojo de los andes.....	72
Cuadro 9: Variables y sus indicadores para la evaluación de rancha, tizón temprano y gorgojo de los andes.	73
Cuadro 10: Índice de daño (%) de <i>Phytophthora infestans</i> en tres momentos de evaluación desde la siembra.	74
Cuadro 11: Grados del daño de rancha de la papa en tres momentos de evaluación desde la siembra.....	76
Cuadro 12: Porcentaje de severidad de daño (%) de <i>Phytophthora infestans</i> en tres momentos de evaluación desde la siembra.	78
Cuadro 13: Híbridos de papas que muestran síntomas de rancha de la papa.....	80
Cuadro 14: Índice de daño (%) de <i>Alternaria solani</i> en tres momentos de evaluación desde la siembra	81
Cuadro 15: Grados de daño de <i>Alternaria solani</i> en tres momentos de evaluación desde la siembra.....	83
Cuadro 16: Porcentaje de severidad de daño (%) de <i>Alternaria solani</i> en tres momentos de evaluación desde la siembra.	85
Cuadro 17: Índice de daño del Gorgojo de los andes en los tubérculos de 30 híbridos de	

papa en la cosecha	88
Cuadro 18: Grados de daño del Gorgojo de los andes en los tubérculos de 30 híbridos de papa en la cosecha	90
Cuadro 19: Híbridos que muestran resistencia y tolerancia a Gorgojo de los andes (<i>premnotypes latithorax</i>).....	93
Cuadro 20: Croquis y clasificación de los 30 híbridos.....	103
Cuadro 21: Evaluación de incidencia de tizón tardío	104
Cuadro 22: Evaluación de incidencia de tizón temprano	104
Cuadro 23: Evaluación del daño de gorgojo de los andes	108
Cuadro 24: Altura de planta.....	110
Cuadro 25: Peso de tubérculo y rendimiento por planta	111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Precipitación mensual total y humedad relativa 2022 al 2023	52
Gráfico 02: Temperatura 2022 al 2023 estación Granja K'ayra	53
Gráfico 03: Incidencia del daño de la rancha (tizón tardío).....	75
Gráfico 04: Grado de daño en los 30 híbridos de Tizón tardío.....	77
Gráfico 05: incidencia de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	82
Gráfico 06: Grado de daño de tizón temprano en los 30 híbridos de papa.	84
Gráfico 07: Porcentaje de severidad de daño (%) de <i>Alternaria solani</i> en tres momentos de evaluación desde la siembra.	86
Gráfico 08: Incidencia de daño de gorgojo de los andes	89
Gráfico 09: Grado de daño de gorgojo de los andes (<i>Premnotypes latithorax</i>).....	91
Figura 26: Grado de severidad de gorgojo de los andes (<i>Premnotypes latithorax</i>).....	92
Gráfico 10: Escala de severidad de gorgojo de los andes	92
Gráfico 11: Incidencia de daño de gorgojo de los andes en el bloque I	109
Gráfico 12: Incidencia de daño de gorgojo de los andes en el bloque II	109
Gráfico 13: Incidencia de daño de gorgojo de los andes en el bloque III	109
Gráfico 14: Numero de tubérculo y rendimiento de planta	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Etapas fenológicas de cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	14
Figura 02: Ciclo de la ranca.....	17
Figura 03: Condiciones favorables para un ranca de la papa	18
Figura 04: Síntomas de daño de la ranca en las hojas de la papa.....	25
Figura 05: Síntomas de daño de la ranca en los tubérculos de la papa	26
Figura 06: Síntomas de daño de tizón temprano en las hojas de la papa	37
Figura 08: Ciclo biológico de gorgojo de los andes (<i>Premnotypes latithorax</i>).....	45
Figura 09: Ubicación de campo experimental.....	50
Figura. 10: Croquis de distribución de tratamientos en el campo experimental	58
Figura 11: Rastrado de terreno.....	59
Figura 12: Marcado de terreno	60
Figura 13: Siembra de híbridos	61
Figura 14: Riego con motobomba de agua.....	62
Figura 15: Aporque.....	63
Figura 16: Emergencia	64
Figura 17: Floración	64
Figura 18: Tuberización.....	65
Figura 19: Cosecha	66
Figura 20: Evaluación el daño de gorgojo de los andes.	71
Figura 21: muestra de planta con grado 0	80
Figura 22: muestra de planta con grado 01	80
Figura 23: tizón temprano con grado 0	87
Figura 24: tizon tempaño con grado 1	87

Figura 25: tizón temprano con grado 2	87
Figura 26: Grado de severidad de gorgojo de los andes (<i>Premnotrypes latithorax</i>).....	92
Figura 27: Siembra de los 30 híbridos de papa	118
Figura 28: Emergencia	118
Figura 29: Inicio de floración	119
Figura 30: Reconocimiento de enfermedades rancho y tizón temprano con ayuda de especialista.....	119
Figura 31: Ubicación de campo de investigación.....	120
Figura 32: Inicio de tuberización	120
Figura 33: Identificación del daño de gorgojo	121
Figura 34: Cosecha de los 30 híbridos de papa	121
Figura 35: Codificación de 10 plantas al azar por tratamiento para la determinación de rendimiento.....	122
Figura 36: Evaluación del daño de gorgojo de los andes (<i>Premnotrypes latithorax</i>)...	123

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DEL DAÑO DE 30 HÍBRIDOS DE PAPA (COYA CICA x NMG) A LA RANCHA (Phytophthora infestans), TIZON TEMPRANO (Alternaria solani) Y GORGOJO DE LOS ANDES (*Premnotrypes latithorax*), K'AYRA - CUSCO”, se llevó a cabo entre diciembre de 2022 y junio de 2023, a los 3219 msnm, en el potrero Pedregal de la UNSAAC. Tuvo como objetivo evaluar la resistencia de 30 híbridos de papa (QOYA–CICA x NMG) a *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani* y *Premnotrypes latithorax*, investigación tipo descriptivo y explicativo, un método de siembra de material genético en parcelas de investigación sin repeticiones, en un área total de 1466.850 m².

A los 121 días de evaluación, el daño por *Phytophthora infestans* alcanzó un máximo de 30% de incidencia con 6% de severidad. Se concluye que 27 de los híbridos evaluados son resistentes (H-121, H-083, H-274, H-166, H-022, H-237, H-186, H-190, H-S/C, H-006, H-140, H-S/C, H-290, H-275, H-262, H-202, H – 097, H-045, H-199, H-220, H-218, H-281, H-023, H-285, H-165, H-164, H-002) y los 3 restantes son tolerantes al patógeno. En relación al daño causado por *Alternaria solani*, el 3 % de los 30 híbridos de papa mostraron tolerancia (H-290), el 47 % medianamente tolerancia, y el 50 % restante resultó susceptible a la enfermedad. Los híbridos H-140 (11%), H-083 (14.2%) y H-121 (19%) presentaron los menores grados de severidad de daño, demostrando tolerancia al gorgojo de los Andes. Los 27 híbridos restantes resultaron susceptibles.

Palabra claves: Híbridos, Resistencia, Tolerancia, Enfermedad, Papa.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa ostenta una relevancia crucial a nivel local, nacional e internacional. Este tubérculo es indispensable en la dieta diaria, posicionándose como la fuente de alimento fundamental para millones de individuos gracias a sus propiedades nutritivas y beneficios para la salud.

El principal problema en el cultivo de papa son las enfermedades y plagas que disminuyen el rendimiento y producción, entre ellas el tizón tardío (*Phytophthora infestan*) y tizón temprano (*Alternaria solani*), cobran importancia en este cultivo, provocando un deterioro del rendimiento y la calidad del producto; además, existen entre ello plagas que afecta el cultivo de papa, tales como el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*) que ataca al tubérculo en su estadio larvario causando daños severos. Por lo tanto, la obtención de variedades mejoradas resistentes a esa enfermedad es muy importante, pero esto implica métodos de mejoramiento relativamente complejos, así como una inversión y ciclos prolongados de selección.

Las pruebas de campo permiten estudios de progenie, identificación de componentes de resistencia y detección de genotipos resistentes en una población mediante la evaluación de poblaciones segregantes de híbridos de papa. Las principales variedades mejoradas como Canchan, Morada Cica, Qoya Cica, entre otras, actualmente presentan alta susceptibilidad, situación por la cual es necesario realizar la mejora frente a todas enfermedades, en este propósito el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) ha generado nuevas cruza de variedades con alta resistencia a racha, cuya progenie se evaluó. La cruza entre 'Qoya Cica' y 'NMG' (Negra de Mariscal Gamarra) ha generado muchos genotipos superiores con cualidades de resistencia y buen

rendimiento. Precisamente por estas características, el presente trabajo se centró en la "Evaluación del daño de 30 híbridos de papa (Qoya Cica x NMG) a la ranca (*Phytophthora infestans*), tizón temprano (*Alternaria solani*) y gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*) en K'ayra – Cusco", utilizando la cuarta generación clonal para la evaluación.

La finalidad de la presente investigación fue evaluar los caracteres superiores de resistencia y tolerancia en 30 clones para, de esta manera, identificar al menos uno que posea características agronómicas deseables, tales como altos rendimientos y resistencia a enfermedades y plagas.

Autor

I. PROBLEMA OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

El problema de enfermedades y plagas en el cultivo de la papa es un limitante que con el cambio climático se viene agudizando su nivel de daño, por lo tanto, la búsqueda de resistencia genética a estos problemas es permanente. Dentro del programa de papa de Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA) se viene evaluando híbridos de papa, que en su tercer ciclo de generación clonal sobre 64 híbridos de Qoya CICA X NMG fueron seleccionados treinta clones con posible resistencia a tizón tardío o rancha (*Phytophthora infestans*) y caracteres agronómicos favorables como rendimiento y calidad de tubérculo. Estos treinta clones fueron evaluados en el presente trabajo en su respuesta de resistencia a la rancha, tizón temprano y al gorgojo de los andes. Respecto al gorgojo se tiene pocas evidencias de resistencia en la papa, sin embargo, en el material híbrido en evaluación se ha encontrado ciertos niveles de tolerancia por lo cual en el presente trabajo se demostró de manera detallada el daño de esta plaga. Estos treinta clones requieren de una evaluación rigurosa con metodología de base científica a fin de determinar el nivel de resistencia de estos clones a los dos enfermedades y la plaga bajo condiciones de campo utilizando parcelas demostrativas en un lugar de alta incidencia de estas dos enfermedades como es el centro agronómico - K'ayra parte baja, a fin de garantizar la infección de daño de las dos enfermedades y el insecto (la plaga) en los clones evaluados.

Por efecto de cambio climático la incidencia de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* se ha incrementado en las parcelas de papa en la región andina de Cusco, por lo que los agricultores requieren clones de papa con resistencia a estas enfermedades, con

el fin de garantizar la producción y la seguridad alimentaria. Este hecho obliga a las instituciones del sector agropecuario de la región realizar investigaciones como alternativa a esta problemática.

El presente trabajo de tesis corresponde a este contexto de obtener híbridos de papa resistentes o tolerantes a estas enfermedades en el Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA), en el procedimiento de la investigación se utiliza material genético avanzado con rasgos de resistencia genética a estas enfermedades (*Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*), además de buscar respuesta de los híbridos de papa a la plaga (*Premnotypes latithorax*).

1.2. Problema objeto de investigación

Problema general

¿Se ha generado variabilidad genética con factores de susceptibilidad a la racha, tizón temprano y respuesta a ante Gorgojo de los Andes entre los 30 híbridos de papa (Qoya Cica x NMG), bajo las condiciones específicas de K'ayra – Cusco?

Problemas específicos

- ¿De los 30 híbridos de papa Qoya Cica x NMG existe híbridos con caracteres de la resistencia a la racha (*Phytophthora infestans*)?
- ¿De los 30 híbridos de papa Qoya Cica x NMG existe híbridos con caracteres de la resistencia a tizón temprano (*Alternaria solani*)?
- ¿La tolerancia de papa a gorgojo de los andes (*Premnotypes latithorax*) puede ser identificado mediante la generación de 30 nuevos híbridos de papa Qoya Cica x NMG con caracteres agronómicos favorables?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar la respuesta de 30 híbridos de papa QOYA CICA x NMG por resistencia a la racha, tizón temprano y respuesta ante gorgojo de los andes bajo condiciones de K'ayra – Cusco.

2.1.1. Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia de 30 híbridos de papa Qoya Cica x NMG al daño de la racha (*Phytophthora infestans*) bajo condiciones de K'ayra – Cusco.
- Evaluar la resistencia de 30 híbridos de papa Qoya Cica x NMG al daño de tizón temprano (*Alternaria solani*) bajo condiciones de K'ayra – Cusco.
- Evaluar en la cosecha la tolerancia a gorgojo de andes (*Premnotrypes latithorax*) en los tubérculos de 30 híbridos de papa, Qoya Cica x NMG Bajo condiciones de K'ayra - Cusco.

2.2. Justificación

- **Económico:** En estos últimos tiempos en el cultivo de papa, los daños económicos por la presencia de enfermedades y plagas causan bajo producción, sin embargo, el presente trabajo de plantear soluciones al problema y que mejore el desarrollo agrícola, ingreso económico y la calidad de vida de los pobladores de la región.
 - **Social:** Con el presente trabajo se planteó soluciones a los problemas de los factores limitantes en el desarrollo agrícola de todas las comunidades productoras de papa elaborando un manejo integrado de plagas y enfermedades.
 - **Ambiental:** Por el cambio climático el daño de las enfermedades y plagas se vienen incrementando en los cultivos, siendo un componente importante la resistencia a enfermedades en los programas de mejoramiento genética.
- a) La identificación de los caracteres superiores de clones de papa resistentes a *Phytophthora infestans* donde **la investigación** nos permite clasificar de mejor manera los clones con fines de mejoramiento genético, en el campo del agricultor, en este caso en las provincias de cusco se producen gran tamaño de problema para los productores que son: Canchis, Anta, Chumbivilcas, Paruro, Quispicanchi, Urubamba, Calca, La Convención y otras localidades en menor rango.
 - b) La evaluación de los caracteres biométricos de papa a resistencia de *Alternaria solani*, contribuirán a identificar clones con características de resistencia, las cuales posteriormente servirán para el mejoramiento genético.
 - c) La presente investigación pretende evaluar el uso de híbridos de papa con resistencia al gorgojo de los Andes, al mismo tiempo de reducir o eliminar el empleo de insecticidas y producir papa orgánica y libre de daños.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe al menos un clon de híbrido de papa con resistencia a la racha, tizón temprano y gorgojo de los andes en 30 híbridos de papa, QOYA CICA x NMG bajo condiciones de K'ayra – Cusco.

3.1.1. Hipótesis Específicas

- Existe una alta probabilidad de seleccionar híbridos de papa Qoya Cica x NMG con una alta resistencia a la racha (*Phytophthora infestans*).
- Habiéndose verificado la resistencia a tizón temprano (*Alternaria solani*) en 30 híbridos de papa Qoya Cica x NMG es posible comprobar que al menos un clon de híbrido sea resistente a *Alternaria solani*.
- El daño de gorgojo de los andes (*Premnotypes latithorax*) varía entre los 30 híbridos de papa Qoya Cica x NMG por lo tanto es factible identificar clones con tolerancia al daño de esta plaga.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Internacional

CIP (2015), A nivel global, la papa se posiciona como el tercer producto básico de mayor consumo, superada únicamente por el arroz y el trigo. En las regiones altoandinas de Perú, Bolivia y Ecuador, se preservan más de 4,000 variedades nativas; estas han sido perfeccionadas durante siglos por sus características morfológicas y organoléptica, habiéndose adaptado a los rigurosos climas de los Andes en altitudes que oscilan entre los 3,500 y 4,200 metros sobre el nivel del mar.

FAO (2010), La papa se considera un alimento fundamental y estratégico debido a sus múltiples ventajas: ofrece un excelente valor nutricional, es extremadamente versátil en sus formas de consumo, y posee un extenso catálogo de diversidad genética nativa y mejoradas que se adaptan a distintos entornos. Estos atributos se complementan con un alto rendimiento por unidad de área y un manejo de cultivo que la posiciona como una solución alimentaria crucial frente a las crisis globales.

Carrasco et al., (1997), menciona que en las regiones productoras de papa de Bolivia el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) se presenta en áreas cultivares de papa, generando grandes pérdidas de rendimiento. Con el objetivo de identificar genotipos resistentes, se evaluaron 313 clones empleando el cálculo del AUDPC para medir el avance del tizón tardío. Además del análisis fitopatológico, se examinó la productividad y las aptitudes gastronómicas de cada ejemplar, logrando seleccionar seis clones con potencial para ser lanzados como nuevas variedades, logrando resistencia combinada a factores bióticos y abióticos con valores promedio de AUDPC entre 85 y 420.

4.1.2. Nacional

Huamán (1994), menciona que, 133 variedades fueron evaluadas por agricultores de las ciudades Aymara y Kolpatambo. Tras evaluar 133 variedades recolectadas en las comunidades de Collana y Aymara, se identificaron 31 ejemplares con gran viabilidad comercial. Estos destacan por sus altos niveles de materia seca (24-31%) y por poseer características de sabor y textura que igualan o superan a referentes del mercado como las variedades Pukawairo y Amarilla provenientes de agricultores de las comunidades.

4.1.3. Regional

Otiniano (2018), nos dice que los brotes de tizón temprano (*Alternaria solani*) están asociados con el vigor y la madurez de los cultivos, por lo que el manejo agronómico para estimular el vigor y evitar la rápida senescencia de las hojas y la debilidad de las plantas puede ayudar a reducir la aparición de enfermedades. Las variedades tempranas contribuyen a una fuerte dispersión secundaria y de esporas, por lo que la siembra debe planificarse de manera que las esporas transportadas por el viento no se transfieran de las variedades tempranas a las tardías. Este patógeno puede sobrevivir de una campaña a otra, pero no puede persistir durante largos periodos de tiempo.

4.1.4. Local

Catalán (2013), describe que existe una sincronización biológica entre los insectos, las plantas y el medio ambiente. Los adultos de gorgojo de los andes emergen cuando las plantas de papa comienzan a desarrollarse en el campo al mismo tiempo que la puesta de huevos (noviembre a diciembre); Las larvas aparecen a medida que los tubérculos se desarrollan y maduran (febrero-junio); En los meses fríos (de junio al

septiembre, cuando no se cultivan papa en el campo) el gorgojo se puede encontrar bajo tierra en estado de pupa.

Según **Ccallo (2020)**, la investigación se focalizó en la caracterización y evaluación de la progenie F1 resultante del cruce entre los parentales KI-morado 2A y NEGRA MG. Este estudio, realizado en las instalaciones del Centro Agronómico de Cusco, tuvo como propósito identificar y seleccionar genotipos superiores a partir de una población inicial de 317 individuos segregantes. La investigación comenzó con la siembra en invernadero en noviembre de 2017 y el posterior traslado a campo definitivo en marzo de 2018, culminando con la cosecha en agosto de 2018. Donde Se identificaron clones con caracteres morfológicos y agronómicos superiores, el 42.39% de los segregantes tenían un hábito de crecimiento erecto, el 100% presentaba alas de forma recta y disección disectada, la mayoría (50%) tenía 4 pares de folíolos también se definieron 14 segregantes superiores en rendimiento, con producciones que oscilaron entre 0.68 kg/planta y 2.4 kg/planta (aproximadamente 1.70 TM/Ha a 6 TM/Ha).

Según **Contreras, (2025)**, durante la campaña agrícola 2021-2022 en K'ayra-Cusco, Se analizó el comportamiento agronómico de ocho materiales híbridos (NMG x Qoya CICA) en un área de 935.55 m², comparándolos con el progenitor femenino Qoya-CICA en términos de rendimiento, sanidad y aptitud culinaria. Los hallazgos revelaron la ausencia de variaciones estadísticas relevante, se observó una sobresaliente capacidad de resistencia en el material evaluado a *Phytophthora infestans* y una notable tolerancia de la línea H-118 frente a *Alternaria solani*. En cuanto a la calidad culinaria, los híbridos H-207, H-118, H-060, H-011 y H-064 sobre salieron tanto en fritura como en sancochado, mostrando características competitivas similares al testigo Qoya-CICA.

4.2. Definición de términos

4.2.1. Clon de papa

Según **CIP (2000)**, El método de selección clonal constituye un mecanismo fundamental para la obtención de semilla con altos estándares de sanidad, cuya descendencia se propaga de manera aislada. Bajo este esquema, la detección de cualquier síntoma patológico implica la eliminación inmediata de todo el linaje del clon. Aun siendo simple, el procedimiento es costoso, y por ello puede ser más apropiado para una estación de producción de semilla que para un solo agricultor. Sin embargo, en ciertas situaciones los agricultores pueden beneficiarse empleando este método

4.2.2. Híbridos de papa

Velásquez (2011), indica que un híbrido se define como un individuo resultante del cruce entre dos progenitores con genotipos distintos. Este concepto se opone al de las plantas obtenidas por autógama, en las cuales la semilla se genera a través de la autofecundación, es decir, cuando el polen fertiliza un óvulo del mismo espécimen.

4.2.3. Banco de Germoplasma

CIP (2000), define que el banco de germoplasma constituye un pilar esencial para la sostenibilidad alimentaria global y la resiliencia ante la crisis climática. Su vasto acervo genético se compone de 5,014 variedades bajo cultivo, 2,638 especies silvestres relacionadas y 1,567 líneas avanzadas destinadas al fitomejoramiento

4.2.4. Resistencia vs Tolerancia y Susceptibilidad

De acuerdo a **Wiersema (2002)**, menciona que.

Resistencia: dice la resistencia puede ser definido como el carácter de una planta que inhibe la reproducción de una enfermedad. En el caso de papa deben utilizarse

variedades con mayor resistencia. Se tiene dos tipos de resistencia, la resistencia específica a razas y la resistencia general.

Tolerancia: Es la capacidad de la planta para mitigar los daños y síntomas ante la presencia de un patógeno, minimizando las pérdidas de rendimiento en comparación con variedades sensibles.

Susceptibilidad: Aunque los conceptos de resistencia y susceptibilidad vegetal están íntimamente ligados, presentan diferencias en su fundamentación y forma de medición. Una estrategia común entre los fitopatólogos consiste en evaluar la susceptibilidad a través de la severidad del patógeno, empleando indicadores como el porcentaje de área foliar dañada y el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE); a partir de estos datos, es posible deducir el nivel de resistencia del cultivo.

4.3. El cultivo de papa

4.3.1. Origen de la papa

Molina et al., (2004), define el origen de la papa se sitúa geográficamente cerca del lago Titicaca, abarcando territorios actuales de Perú y Bolivia. Para el año 1537, cuando Juan de Castellanos documentó por primera vez su existencia, la papa ya era el pilar fundamental de la dieta en los Andes, posición que mantenía desde antes del contacto con los españoles (p.4).

Montaldo (1984), se sostiene que la papa (*Solanum tuberosum*) es una especie nativa del continente americano, cuya presencia es casi universal en las zonas agrícolas. Su trayectoria histórica comenzó hace aproximadamente diez mil años en las regiones del lago Titicaca (frontera peruano-boliviana) y el norte peruano. Gracias a su notable plasticidad fenotípica frente a diversos climas, suelos y fotoperiodos, así como a su corto

ciclo productivo de entre 80 y 90 días, este tubérculo ha generado una vasta literatura científica internacional, consolidándose junto al trigo y el maíz como uno de los pilares de la agricultura global. (p.23).

4.3.2. Origen de la papa diploide cultivada

Rodríguez (2010), se sostiene que la domesticación de la papa ocurrió en la región andina hace un periodo de entre 6,000 y 10,000 años. Desde entonces, sucesivas generaciones de agricultores han desarrollado una vasta diversidad de variedades; un proceso de selección que, de no haberse dado de manera natural, habría sido impulsado por la intervención humana, ya fuera de forma deliberada o accidental. (p.9).

4.3.3. Origen de la papa tetraploide cultivada

Rodríguez (2010), define el origen del cultivo de la papa se ubica en los Andes hace aproximadamente diez milenios. La amplia gama de variedades actuales es el resultado de un milenario proceso de selección; una evolución que, ante la ausencia de mecanismos naturales, fue gestionada por el ser humano de manera intencionada o fortuita (p.10).

4.3.4. Variedades mejoradas de papa

CIP (2000), define como variedades mejoradas a aquellas obtenidas mediante procesos genéticos como la hibridación o la selección clonal. Durante todo el ciclo, desde las etapas iniciales de investigación hasta el lanzamiento comercial y la obtención de semilla básica, el Fito mejorador es el responsable exclusivo de la gestión y control del material.

4.3.5. Posición sistemática de la papa

De acuerdo la clasificación filogenética propuesto por Arthur Cronquist (1993), la papa se clasifica sistemáticamente en:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Subclases: Asteridae

Orden: Solanaceae

Género: Solanum

Subsección: Potatoes

Serie: Tuberosa

Especie: *Solanum spp.*

4.3.6. Fenología

Méndez (2010), afirma que los estados fenológicos o etapas del desarrollo de la papa se refieren a los cambios morfológicos y fisiológicos provocados durante el cultivo. Ayudan a determinar las fases del manejo agrícola para lograr objetivos de producción específicos. El ciclo vegetativo del cultivo se segmenta en las siguientes fases fenológicas:

Según **Wiersema (2002)**, menciona que durante su desarrollo fisiológico pasa por:

Reposo. A lo largo de su ciclo fisiológico, el tubérculo puede entrar en un periodo de latencia o dormancia que se extiende por varios meses.

Dominancia apical: Habitualmente, la primera parte en brotar es la yema que se encuentra en la punta.

Brotamiento múltiple: Aparecen más brotes en la papa. Normalmente, este es el mejor momento para sembrar las papas semilla.

Senectud: La senectud puede ser retardada produciendo y almacenando tubérculos

semillas a temperaturas bajas. Tubérculos-semillas producidos durante una temporada cálida de cultivo alcanzan el estado de senectud más pronto que los producidos durante una temporada fría

Periodo de incubación: Este intervalo abarca desde el inicio de la brotación hasta la etapa en la que se origina la formación de los tubérculos jóvenes o primordios.

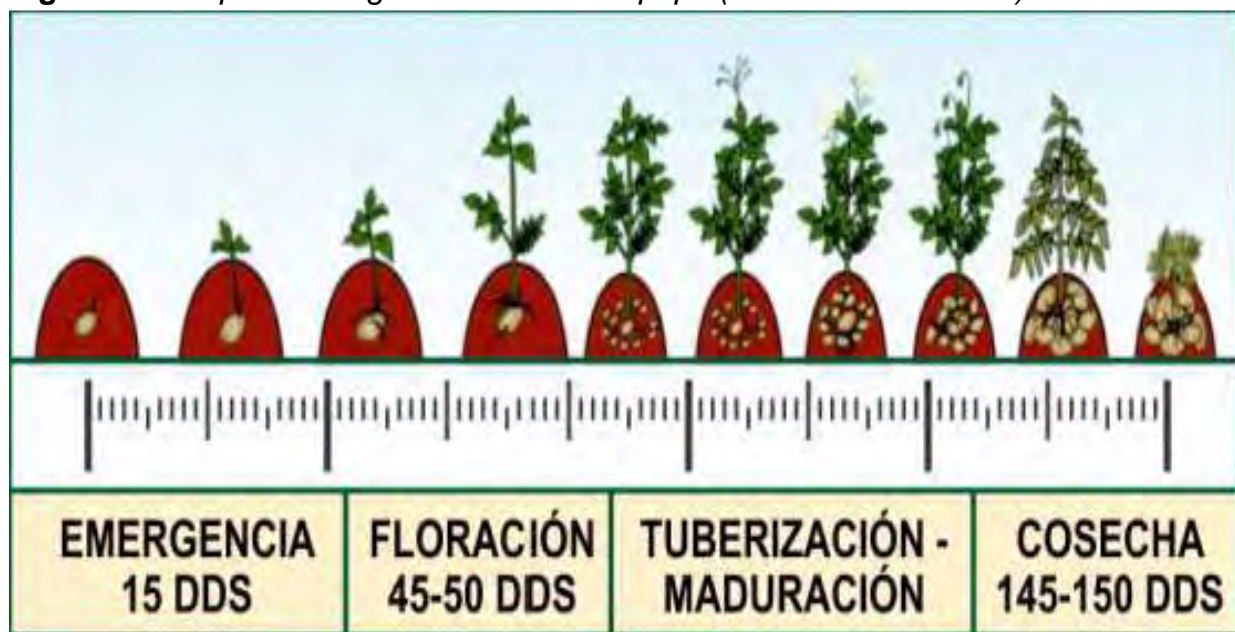
Período de vegetación, inicio de formación de estolones, formación de tubérculos y desarrollo: Durante este tiempo, la planta comienza a formar estolones en la zona de las raíces y con ello la formación de tubérculos. Esta etapa ocurre aproximadamente entre 40 y 55 días después de la siembra. Este es uno de los periodos más importantes relacionados con el desarrollo de la planta, pues es durante este periodo cuando se determina el número de tubérculos que produce cada tallo. Lo ideal es que cada tallo produzca tantos tubérculos como sea posible.

Floración: se produce entre 60 y 80 días después de la siembra y se caracteriza por ser el periodo de mayor acumulación foliar. Pasada esta fase, la planta minimiza su ritmo de crecimiento.

Formación de la planta: Esta etapa consiste en el envío de nutrientes de las hojas a los tubérculos. Comienza a los 80 días del cultivo y finaliza entre los 120 y 140 días, variando según la especie y las condiciones del entorno.

Maduración: Durante esta etapa se produce el crecimiento final y la madurez del tubérculo, lo cual conlleva un tiempo estimado de 15 días.

Figura 01: *Etapas fenológicas de cultivo de papa (Solanum tuberosum)*



Fuente: Otiniano (2017)

4.4. El tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*)

4.4.1. Origen

Forbes y Perez (2014), dice que la etimología de *Phytophthora infestans* proviene del griego phyto (planta) y phthora (destructor). Este agente patógeno se clasifica como un oomiceto dentro del reino Chromista, guardando una estrecha relación filogenética con las algas pardas y las diatomeas. A diferencia de los hongos verdaderos, su pared celular está compuesta mayoritariamente por celulosa y β -glucanos en lugar de quitina, y carece de la capacidad para biosintetizar esteroides. Tales particularidades sugieren que los oomicetos siguieron una línea evolutiva distinta a la de los hongos superiores, como ascomicetos y basidiomicetos.

4.4.2. Importancia del tizón tardío

INIA (2002), manifiesta que el tizón tardío es la enfermedad fúngica más grave de las papas y ocurre en casi todas partes donde se conocen papas. es de particular importancia en áreas con una tradición de tizón tardío. En algunos casos, la enfermedad alcanzó proporciones catastróficas. La hambruna irlandesa de más o menos entre 1845 y 1850 está bien documentada, cuando del total de ocho millones de habitantes murieron por epifitos del tizón tardío. El pueblo de Irlanda dependía por completo de las papas, que eran prácticamente su única fuente de alimento. La biología de la enfermedad y cómo tratarla era completamente desconocida. (p.54).

Cabrera (2008), menciona que la 'ranchar' tiene como agente causal al oomiceto *Phytophthora infestans*, un organismo integrado en el reino Chromista. Se define como una patología de naturaleza policíclica, dado que presenta diversos episodios de infección y generación de inóculo en un mismo ciclo de cultivo. En consecuencia, la progresión del brote ocurre de forma proporcional al inóculo inicial y a la carga infecciosa que se desarrolla paulatinamente durante la campaña agrícola.

4.4.3. Morfología

Torres (2002), define que el patógeno presenta un micelio cenocítico, caracterizado por la ausencia de septos o tabiques en sus hifas. Sus esporangios poseen una morfología que varía entre ovoide, elíptica o en forma de limón, estrechándose en la base; son de naturaleza caduca (caducifolios) con pedicelos menores a 3 mm y estructuras semipapiladas. Sus dimensiones oscilan entre 29 x 19 µm y 36 x 22 µm, mostrando un crecimiento constante y un distintivo engrosamiento o protuberancia justo debajo de la inserción del esporangio.

Clasificación taxonómica y biología según Erwin y Ribeiro (1996)

Reino: Chromista o Stramenopila

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycete

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Género: Phytophthora

Especie: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

4.4.4. Ciclo de vida

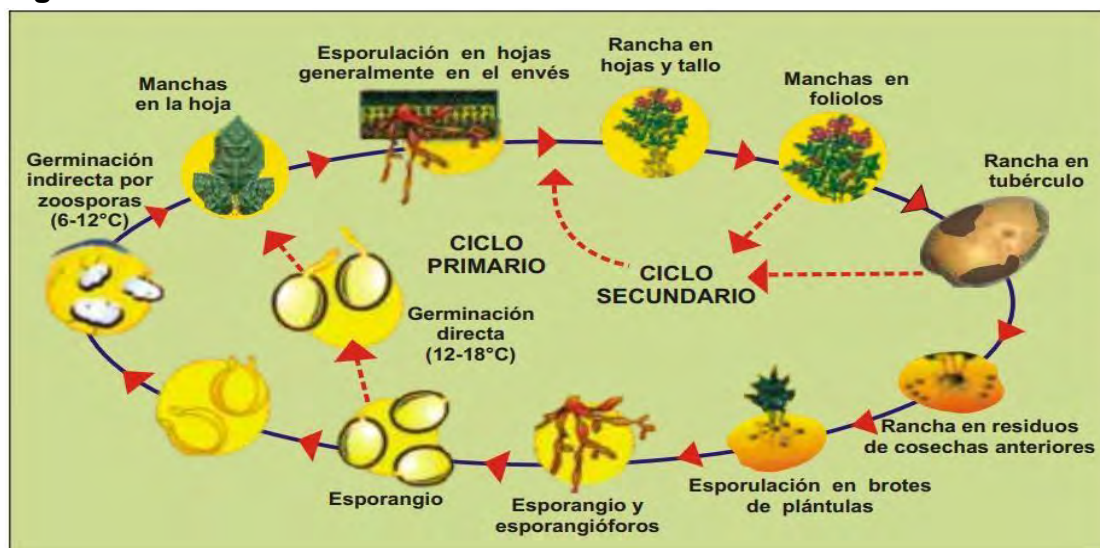
▪ Asexual

Forbes y Perez (2014), indican que se ha observado que el micelio coloniza los espacios intercelulares del tejido vegetal, proyectando haustorios hacia el interior de las células para facilitar la absorción de nutrientes. Estas estructuras también pueden desarrollarse de manera extracelular. Bajo condiciones térmicas que superan los 15°C, los esporangios poseen la capacidad de germinar de forma directa, originando tubos germinativos que atraviesan la epidermis foliar para concretar la infección del hospedante.

▪ Sexual

Forbes y Perez (2014), manifiesta un patógeno heterotópico, *P. infestans* necesita la interacción de los tipos A1 y A2 para reproducirse sexualmente. Esta unión genera oosporas, estructuras de paredes gruesas altamente resistentes que sobreviven en los residuos de la cosecha. En condiciones adecuadas, las oosporas activan su metabolismo, formando tubos germinales y esporangios que permiten la liberación de zoosporas o la infección directa a través de nuevos tubos.

Figura 02: Ciclo de la rancha



Fuente: [https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/574/1/Cabrera-La Rancho de la Papa en Cajamarca.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/574/1/Cabrera-La%20Rancho%20de%20la%20Papa%20en%20Cajamarca.pdf). CABRERA (2008)

4.4.5. Condiciones favorables para un rancho de la papa.

- Alta humedad (> 90%) causada por lluvia persistente, llovizna constante y niebla durante 3 a días seguidos (aunque rangos de 10-15 °C son más críticos para la infección foliar inicial).
- Temperatura ambiente entre 15 y 26 °C por un período de al menos 4 horas por día.
 - Una precipitación favorable para la infección de tubérculos mayor a 30 mm, lo cual es equivalente a 300 m³/ha.
- Lluvia interrumpida por días soleados; Estas condiciones crean un microclima en la base de la planta y el crecimiento comienza en las hojas más viejas.
- Según informes del Senamhi, una alta densidad de plantación significa que las papas se han sembrado muy juntas, dejando poco espacio entre una planta y otra (2023).

Figura 03: Condiciones favorables para un rancho de la papa.



Fuente: Senamhi (2023)

4.4.6. Resistencia a *Phytophthora infestans* en papa

Fajardo et al., (2003), mediante técnicas de PCR y AFLP, se detectaron los alelos de resistencia R1 y R2 en diversos materiales de *Solanum tuberosum*. Los resultados confirmaron una coincidencia total entre las pruebas de campo (fenotípicas) y las moleculares (genotípicas) respecto a la presencia de dichos genes. Identificar molecularmente la resistencia a la rancho permite optimizar el mejoramiento genético, mejorando los rendimientos de los cultivos que poseen un alto potencial industrial.

INIA,(1999), se indica que en el departamento de Cajamarca predomina el cultivo de aproximadamente 14 variedades mejoradas, destacando cinco de ellas (Yungay, Liberteña, Mariva, Molinera y Revolución) por su alta susceptibilidad al tizón tardío o rancho. No obstante, se encuentran en fase de multiplicación variedades más recientes como Perricholi, caracterizada por su resistencia vertical, y Canchán-INIA, Amarilis-INIA y K'ori-INIA, que poseen resistencia horizontal. La implementación de un manejo integrado de plagas y enfermedades resulta fundamental para optimizar la productividad de estos cultivos.

Forbes y Pérez (2014), señalan que la resistencia a *Phytophthora infestans* en este campo se puede dividir en dos fenotipos. El primero está controlado por un único gen dominante de mayor efecto, con una segregación aparentemente discontinua de la descendencia producida por un genotipo resistente en otro. Altamente sensible. El segundo tipo de resistencia está determinado por varias o muchas de las denominadas resistencias. A diferencia de la resistencia específica o vertical (ligada a genes R), que es completa, pero a menudo inestable ante nuevas razas del patógeno, existe una resistencia poligénica. Esta última resulta del cruce de progenitores con diferentes grados de susceptibilidad, lo que produce una descendencia con una escala de resistencia gradual. A este mecanismo, que depende de múltiples genes con efectos pequeños y acumulativos, se le denomina resistencia horizontal.

La resistencia horizontal se conoce bajo diversos términos, tales como resistencia poligénica, cuantitativa o general; esta se caracteriza por ser estable y no específica de raza, manifestándose como una resistencia parcial en condiciones de campo. No obstante, se ha observado que variedades inicialmente resistentes, como la raza Victoria en Uganda (Asante en Kenia) o la variedad Canchán en Perú, perdieron su eficacia ante la evolución de las poblaciones del patógeno. Actualmente, el desarrollo y la difusión de materiales con resistencia duradera al tizón tardío representan un desafío complejo, no solo por la dificultad de transferir genéticamente la resistencia cuantitativa, sino por las dinámicas del propio patógeno. (p.20).

INIA (2014), En la actualidad, agricultores y organizaciones de la Amazonía emplean el genotipo INIA 323-Huayro Amazonense para sus siembras, utilizando material libre de virus procedente de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca

(Cajamarca), perteneciente al INIA. Gracias a la presente investigación, se logró la caracterización de materiales que destacan por su elevada capacidad productiva, resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y excelentes propiedades culinarias.

Torres (2002), menciona que actualmente existen dos tipos de resistencia:

Resistencia vertical. - También llamada resistencia de calidad. Las plantas de papa con resistencia vertical solo son resistentes a un cierto número de razas de patógenos. Esta resistencia está regulada por genes centrales llamados genes R, que se incorporaron utilizando la especie silvestre *Solanum demissum* como uno de los padres.

Resistencia horizontal. - Este tipo de defensa, denominada resistencia horizontal, depende de factores genéticos poligenéticos y características físicas de la planta, como barreras cuticulares gruesas y sustancias que frenan el avance del microorganismo. Aunque las plantas con esta resistencia pueden presentar infecciones, el impacto en su desarrollo y el porcentaje de tejido afectado es mínimo. Un aspecto clave es que, en ambientes con condiciones climáticas moderadas, estas variedades mantienen un nivel de sanidad superior frente al tizón tardío.

Escallon & Ramirez (2005), analizaron la resistencia al tizón tardío en 25 genotipos de papa amarilla (*Solanum phureja*) de forma redonda. Utilizando la técnica de discos de hoja en ambiente controlado, se concluyó que la protección observada no dependía de genes mayores o genes 'R', sino que se trataba de una resistencia de tipo cuantitativo o horizontal, útil para futuros programas de mejora genética. (p. 46).

4.4.7. Resistencia a “Tizón Tardío”, Causado Por *Phytophthora Infestans*

Estrada (1994), afirma que esta es la enfermedad fúngica más extendida de la papa y la de mayor importancia económica. En 1845, estalló una terrible hambruna en

Irlanda que mató a más de 1 millón de personas. Desde principios de este siglo hasta 1930 se realizaron estudios cruzados con la especie silvestre hexaploide, convirtiendo la hipersensibilidad en tolerancia. Sin embargo, esta resistencia era morfológica, ahora llamada "vertical", y su duración fue corta debido a sus efectos mutagénicos sobre *Phytophthora*. Más recientemente se han buscado resistencias denominadas "horizontales" de origen poligénico. En esta resistencia, la planta no es inmune sino resistente y, por tanto, la progresión de la enfermedad es lenta y está limitada por diversos mecanismos de defensa. Esta resistencia se observó en clones de la especie.

4.4.8. Variedades de papa con resistencia a *Phytophthora infestans*

Catalán y Cosío Cuentas (2020), mencionan que la variedad MORADA-CICA es un genotipo tetraploide de padres endógenos. Esta variedad se distingue por su gran capacidad de adaptación a las diversas condiciones ambientales de la sierra peruana. Con rendimientos que sobrepasan las 35 toneladas por hectárea, ofrece un producto de alta calidad con pulpa amarilla y más del 23% de materia seca. Su perfil sanitario es excepcional, mostrando una fuerte resistencia a la racha y una defensa natural contra plagas. Gracias a su vigor, la planta logra evadir y tolerar eficazmente las principales amenazas del entorno. (p.65).

Forbes y Pérez (2014), señalan que, debido a la diversidad genética de la papa, las variedades de papa resistentes a *Phytophthora infestans* incluyen Venturina, Altiplano, Roja Ayacuchana, Antañita, Wankita, Pallay Poncho, Chucmarina, Serranita y Puneñita. (INIA 2017); Amaryllis, Cori Inia, Pericoli (Cabrera y Pando 2012); Único (Núñez, 2016). Las variedades resistentes incluyen Yungay, Revolución, Mariva y Chaska (INIA y CIP 1994). Sin embargo, el tizón tardío se está volviendo más agresivo y la resistencia

genética está suprimida en variedades mejoradas que ahora son resistentes a los fungicidas. Un buen ejemplo de esto es el INIA 303 – Canchán. Fue clasificado como resistente a la enfermedad en 1990, pero ahora se considera susceptible.

Catalán y Cosio Cuentas (2020), indican la variedad nativa 'Wallata' pertenece a la especie *Solanum tuberosum* ssp. *andigenum* ($2n=4x=48$), habiendo sido documentada en el Municipio de Patacancha, Ollantaytambo (Cusco) por diversos autores entre 1944 y 2005. Se caracteriza por un hábito de crecimiento erecto con un follaje denso, flores de color violeta y tubérculos achatados de piel lisa, cuyo color es violeta oscuro con matices crema en la zona de las yemas. Posee un ciclo de maduración intermedio de 148 días y destaca por su alta capacidad reproductiva, resistencia a *Phytophthora infestans* y a las principales fitopatologías de la región cusqueña. (p.63).

Cabrera (2008), señala que, si bien las variedades resistentes al tizón tardío son muy valoradas por los agricultores, tienen algunas características "perjudiciales" y es importante saberlo: afirma.

Perricholi: Lanzado en 1986 y ha mantenido resistencia en muchas áreas, pero en algunas áreas donde la incidencia de enfermedades es muy alta, el daño es visible en las hojas y se usa control químico Masu.

Canchán INIA: Liberado como resistente en 1990. Actualmente funciona como una entidad frágil, pero por su alta calidad ocupa un lugar importante en el contexto nacional.

Amaryllis INIA: Esta variedad de 1993 destaca por su vigor y resistencia, aunque comercialmente se ve afectada por su facilidad para enverdecer. Sin embargo, su excelente calidad y altos rendimientos justifican que siga siendo una de las opciones más cultivadas en la región.

Chagliliina: La variedad de 1994 se caracteriza por su alta productividad y su resistencia a condiciones de humedad excesiva y al enverdecimiento, lo que le otorga un gran valor comercial. Asimismo, la INIA 301, disponible desde 1999, es reconocida por su capacidad de tolerancia y una calidad comercial estándar. NIA 305.

INIA 309 – Serranita: Introducida oficialmente en 2005 como una variedad resistente, destaca por su elevada productividad y competitividad en el mercado. Posee excelentes aptitudes para la transformación industrial, siendo ideal para la elaboración de hojuelas y bastones (papas fritas).

INIA 310 – Chucumarina: Presentada oficialmente en 2007 como una variedad resistente, este cultivar mantiene estándares convencionales de productividad y competitividad en el mercado. (p.25).

Catalán y Cosio Cuentas (2020), indican que YUNGAY; Especie *Solanum tuberosum* subsp. andinos ($2n=4x=48$). La distribución de la variedad ha mejorado a nivel nacional y en la región sur del país. (Ochoa 2003; Cosio 2004; Cosio 2005). La mayoría de las comunidades cuentan con este cultivar debido a su adaptación y rendimiento reconocido como cultivar originalmente resistente y ahora resistente a *Phytophthora infestans* en las condiciones de Cusco. Tubérculo con piel oscura y lisa de color rosa intenso, pulpa cremosa, sin coloración secundaria; Tubérculo de forma ovalada y ligeramente achatado, con ojos planos, maduración tardía, con un ciclo vegetativo de 180 días. El tipo es adecuado para cocer al vapor, asar, para cremas y purés (p.65).

El Programa de Investigación en Papa del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), perteneciente a la UNSAAC, enfoca su labor en la preservación de una

colección de germoplasma de élite y el fitomejoramiento de variedades autóctonas. En el marco del proyecto sobre conservación ex situ y desarrollo genético, financiado con recursos del Canon de Camisea, se concretó el lanzamiento del nuevo cultivar denominado MORADA CICA. (página 62).

4.4.9. Daño de *Phytophthora infestans* en papa

Forbes y Pérez (2014), firman que las Islas Canarias, el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) representa la mayor amenaza fitosanitaria para la papa. Esta patología de alcance global es capaz de devastar plantaciones enteras en un lapso de 10 a 15 días si prevalecen condiciones ambientales óptimas y no se aplican tratamientos fungicidas preventivos. Por tal motivo, resulta vital identificar sus síntomas y entender los parámetros meteorológicos que la activan para una gestión oportuna. Cabe destacar que este patógeno también compromete la producción de otros cultivos como tomates, pepinos y berenjenas. Su desarrollo se ve favorecido por temperaturas entre 10 y 15 °C con humedades relativas que superen el 95%, junto a la presencia de rocío o niebla; el progreso epidémico se acelera drásticamente cuando estos factores coinciden con un ascenso térmico constante. (p. 34).

- **Síntomas**

Forbes y Perez (2014). Se han identificado las siguientes manifestaciones sintomatológicas de *Phytophthora infestans* en diversos órganos de la planta de papa:

▪ Hojas

Se presentan lesiones irregulares de coloración parda, con una textura hidrótica (húmeda) y, en ocasiones, delimitadas por un halo clorótico (amarillento), las cuales no están restringidas por las nervaduras de la hoja. Estas manifestaciones se inician habitualmente en los márgenes y ápices foliares. Bajo condiciones de elevada higrometría, se observa en el envés de la hoja una eflorescencia blanquecina correspondiente a las estructuras reproductivas del patógeno, tales como esporangióforos y esporangios.

Figura 04: *Síntomas de daño de la rancho en las hojas de la papa*

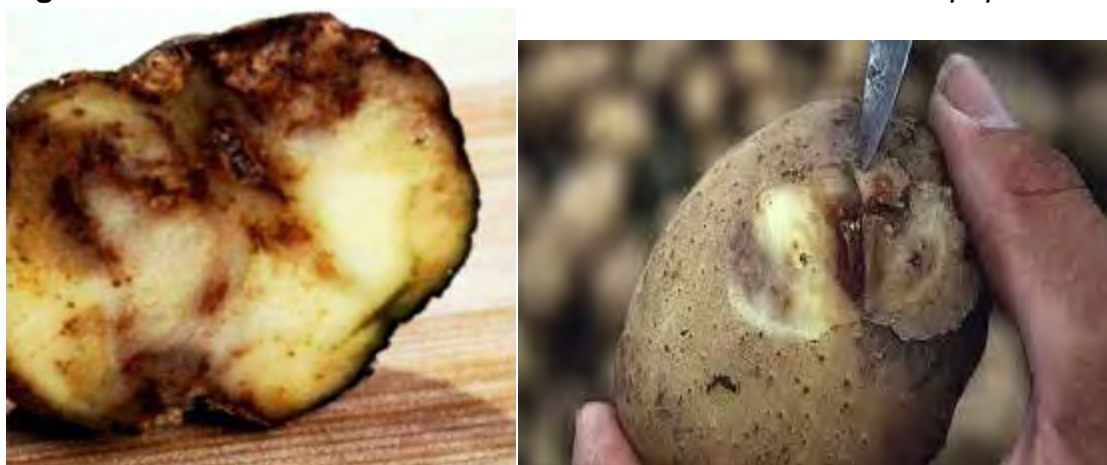


Fuente: *Otiniano (2017)*

▪ Tubérculo

Los tubérculos infectados tienen áreas ligeramente deprimidas y de forma irregular. La piel se vuelve marrón rojiza. En la sección transversal se pueden ver varias proyecciones delgadas que se extienden como conos desde la superficie exterior hasta la médula. El estado avanzado de la enfermedad se caracteriza por una pudrición marrón oscura. Esta condición suele verse agravada por la colonización de bacterias (*Erwinia*, *Clostridium*) y hongos (*Fusarium*), lo que genera una desintegración del tejido. Debido a esta infección combinada, resulta complejo realizar un diagnóstico preciso del patógeno original.

Figura 05: *Síntomas de daño de la rancha en los tubérculos de la papa*



Fuente: *Otiniano (2017)*

Cabrera (2008), indica que, según acuerdo con el CIP, el tizón tardío provoca la pérdida del 15% de la cosecha global de papa. Esto genera un costo anual de 2,750 millones de dólares, una cifra que golpea directamente la economía de los países en desarrollo y compromete su seguridad alimentaria. (p.19).

Daños estimados por tizón tardío en Latino América y el Caribe

Pérdida del valor de producción \$ 2 500 millones

Costo de fungicida \$ 750 millones

Costo total del tizón tardío \$ 3 250 millones

Henfling (1987), citado por INIA, la enfermedad más devastadora de la papa es el tizón tardío (*P. infestans*), la cual afecta a toda la planta y se expande rápidamente con frío y humedad. El control químico es común en la agricultura desarrollada, pero poco accesible para pequeños productores en zonas emergentes. Por ello, es crucial el uso de métodos alternativos, aunque estos requieren que el agricultor esté altamente capacitado en el manejo del patógeno

Toledo (2020), indica que el agente causal del tizón es un oomiceto transmitido por el viento que se aloja en desechos agrícolas. La enfermedad prospera con temperaturas de 10-20 °C y humedad sobre el 75%. Se reconoce por manchas necróticas que avanzan desde los bordes de las hojas y por lesiones en los tallos. En la parte posterior de estas manchas, se hace evidente un moho grisáceo que confirma la actividad del patógeno.

Trujillo (2019), menciona que esta patología afecta de manera integral al follaje, los tallos y los tubérculos del cultivo; a continuación, se describen las manifestaciones sintomatológicas observadas en cada uno de sus órganos:

En hojas. - La patología se manifiesta inicialmente a través de pequeñas lesiones irregulares con tonalidades que varían del verde claro al oscuro. Ante condiciones ambientales óptimas, estas máculas - localizadas habitualmente en los márgenes y ápices foliares - se expanden con celeridad, transformándose en necrosis de color pardo o negruzco delimitadas por un halo clorótico en la cara superior. Simultáneamente, en la cara inferior se desarrolla una eflorescencia blanquecina. En estadios avanzados, el cultivo desprende un aroma fétido distintivo, producto de la acelerada degradación del tejido foliar.

En pecíolos y tallos. - Las lesiones oscuras que surgen en la parte alta o media de la planta son sumamente frágiles. Al tener una consistencia similar al vidrio, los tallos se quiebran rápidamente al ser rozados por el viento, el paso de maquinaria o el personal de campo.

En tubérculos. - El tubérculo afectado muestra hundimientos superficiales y endurecidos en su exterior. Bajo la cáscara, el tejido se torna marrón, mientras que el interior presenta

manchas necróticas irregulares de color café con una consistencia granulada, visibles claramente al realizar un corte transversal.

4.4.10. Manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Forbes y Perez (2014), Indica que el manejo integrado utiliza múltiples herramientas para combatir enfermedades con el fin de reducir las mermas productivas. Al aplicar este enfoque, los agricultores logran proteger su inversión y elevar sus márgenes de ganancia.

Control genético- El trata de aprovechar la resistencia propia de la planta para evitar daños por enfermedades. En papas con resistencia horizontal, el contagio avanza con menor velocidad que en plantas sensibles. Al sumar esta ventaja genética al control químico, es posible bajar la carga de fungicidas, reducir los gastos de producción y proteger tanto a las personas como al medio ambiente.

Control biológico- Consiste en la mitigación de fitopatologías mediante la actividad antagónica de organismos vivos frente a agentes patógenos. Se han documentado diversos microorganismos con capacidad de inhibir a *Phytophthora infestans*; dentro de este grupo de agentes biocontroladores destacan géneros como *Serratia* spp., *Streptomyces* spp. y *Bacillus* spp.

4.5. Tizón temprano agente causal (*Alternaria Solani*)

4.5.1. Importancia del tizón temprano

INIA (2002), afirma que, Aunque el tizón tardío fue documentado inicialmente en 1882, continúa siendo una de las patologías más críticas a nivel global, afectando a cultivos de papa, tomate y diversas solanáceas. Por otro lado, si bien el tizón temprano ha recibido históricamente menor atención científica que su variante tardía, en los últimos

años ha sido catalogado como una amenaza fitosanitaria de gran impacto, especialmente en regiones de clima cálido destinadas a la producción de tubérculos (p. 74).

Frías (2000), afirma que el tizón temprano, provocado por el hongo *Alternaria solani*, presenta una distribución cosmopolita y se posiciona como una de las patologías foliares de mayor trascendencia para el cultivo de la papa en regiones con entornos ambientales propicios. (p. 4).

Posición sistemática de *Alternaria solani*

De acuerdo **Frías (2000)** la clasificación:

Reino: Fungí
 Filo: Ascomycota
 Sub división: Pezizomycotina
 Clase: Dothideomycetes
 Orden: Pleosporaceae
 Familia: Pleosporaceae
 Género: *Alternaria*
 Especie: *A. solani*

4.5.2. Morfología

Maribel (1984), manifiesta que esta enfermedad es causada por *Alternaria solani*. Consta de septos cilíndricos rectos con conidios trenzados y bastante trenzados (145-270 x 16-18μ) con 5 o 10 septos transversales y algunos longitudinales, caracterizado por pedicelos vivos. El color es pardusco, su parte distal se expande en un proceso delgado y transparente y el resto del cuerpo también está septado.

El micelio y los septos se oscurecen al madurar, originando conidióforos breves. Los conidios, propagados por el aire, invaden la planta vía estomas, manifestando síntomas tras siete días de incubación.

4.5.3. Ciclo de la enfermedad

Maribel (1984). menciona que, el micelio permanece viable en hojas secas infectadas durante más de un año y los conidios permanecen viables a temperatura ambiente hasta por 17 meses. La contaminación suele ocurrir durante la recolección de semillas. La hibernación puede afectar residuos de plantas y tubérculos de papa infectados. Los conidios germinan en 1 a 2 horas a una temperatura de 6°C. durante 35 minutos, temperatura óptima 28 °C durante 5 minutos. A 30 °C. La temperatura crítica para el crecimiento en cultivos puros con una mínima de 2°C, una temperatura óptima de 26°C a 28°C y una máxima de 45°C a 37°C.

4.5.4. Condiciones favorables para tizón temprano

Torres (2002), menciona que, el desarrollo óptimo del micelio de *Alternaria solani* se alcanza a los 27 °C, mientras que la producción de conidióforos y conidios requiere un rango térmico de 19 a 23 °C. En la etapa fenológica V8, la esporulación se intensifica bajo condiciones de fotoperiodo controlado (12 horas de luz y 12 de oscuridad) a 18 °C durante 12 días. Esta fluctuación lumínica genera anillos concéntricos en las colonias, similares a las lesiones características observadas en el follaje en campo. Asimismo, la incidencia de la enfermedad aumenta significativamente ante la alternancia de periodos secos y lluviosos, o debido al uso de riego por aspersión.

Factores ambientales como la variabilidad entre lluvias y sequía, sumados al riego por aspersión, incrementan notablemente la presencia de esta enfermedad en el cultivo de papa.

4.5.5. Resistencia a *Alternaria solani* en papa

Torres (2002), según investigaciones en campo, se determinó que los genotipos de ciclo corto presentan una marcada susceptibilidad a la patología, en contraste con las variedades de ciclo largo, que muestran mayor resistencia (Torres y Ames, 1995). En clones precoces inoculados, las lesiones necróticas de 2 mm emergen en todo el follaje tras 5 o 6 días; estas evolucionan hacia manchas con anillos concéntricos que provocan una defoliación ascendente desde el tercio inferior, induciendo la muerte prematura de la planta hasta un mes antes de su madurez fisiológica. Por el contrario, los materiales tardíos solo desarrollan necrosis mínimas sin llegar a la defoliación, comportamiento observado en las zonas agrícolas altoandinas. (p.61).

PROCIPA & CIP (1993), investigaron la resistencia a *Alternaria solani* en el clon avanzado 'Indiana CIP', obtenido del Banco de Germoplasma del Centro Internacional de la Papa (CIP). El diseño experimental consistió en la siembra de 20 tubérculos por parcela bajo un esquema de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Posteriormente, se procedió a la inoculación artificial de las plántulas con el hongo entre los 42 y 45 días después de la siembra, y el ensayo fue desarrollado en tres ocasiones. La primera vez se realizó a los 60 días, la segunda a los 75 días, la tercera a los 85 y 90 días después de la siembra y la cosecha a los 90 días. Los clones que alcanzaron la clase 2-3 en la tercera evaluación se consideraron resistentes. Clon grado 4, moderadamente resistente. Los grados 5 a 9 son vulnerables.

Arzuaga y Estévez (1982), afirmaron que el análisis de los resultados mostró diferencias significativas en las interacciones entre cultivares, así como un efecto significativo del año en el comportamiento del cultivar. Fue sembrado durante la campaña 1976-1977 en el centro del Instituto de Ciencias Agrícolas de San José de Huan Lajas. De 1977 a 1978, se examinó la gravedad de la infestación por *Alternaria solani* en seis variedades de papa comerciales y pre comerciales en diferentes puntos del ciclo. Cuando descompusimos la varianza fenotípica, encontramos que el porcentaje más alto se dio por año. Esto muestra la importancia de considerar este factor en los programas de análisis de cultivares resistentes a este patógeno.

4.5.6. Variedades de papa con resistencia a *Alternaria solani*

Zachmann (1982), afirma que existen diversos niveles de resistencia en campo, ninguna variedad de papa es totalmente inmune; de hecho, las plantas tempranas suelen ser más vulnerables que las tardías. Al ser la resistencia la herramienta de control más eficiente, es fundamental que los investigadores evalúen constantemente la sanidad de las variedades más sembradas y de los nuevos clones en proceso de desarrollo.

INIA (2002), señaló el empleo de variedades resistentes es el método de manejo preferible en el cultivo de papa. Si bien los niveles de protección varían y ninguna variedad es completamente invulnerable, los ejemplares tardíos suelen ser más resilientes que los de ciclo corto. Debido a la importancia de este rasgo, es fundamental que los proyectos de mejora genética sometan a pruebas de resistencia tanto a las variedades ya establecidas en el mercado como a los nuevos cruces." (p.92).

Núñez (2014), señala que los cultivares de papa tienen distintos niveles de resistencia a *Alternaria solani*, pero ningún cultivar es inmune. Los menos susceptibles

son aquellos con ciclos largos porque las condiciones para el desarrollo de la enfermedad no son óptimas incluso después de alcanzar la madurez. Cuando las variedades de ciclo corto alcanzan la madurez, brindan condiciones óptimas para el desarrollo, y las plantas también entran en una etapa de senescencia, haciéndolas más susceptibles a este hongo (Hooker 1980, Roussel et al. et al., 1999). Según Vilaró, además de la duración del ciclo, también se debe considerar el estado fisiológico de la semilla, ya que condiciones de germinación avanzadas pueden acortar el ciclo y aumentar la efectividad de la variedad.

Frías (2000), señala que: Respecto al daño causado por tizón temprano, la resistencia a esta enfermedad fue baja en todos los genotipos estudiados, ya que el daño foliar osciló entre 51 y 100%. De hecho, al igual que con Jellis (1992), se ha realizado poco trabajo sobre la resistencia a *Alternaria solani* desde que el CIP comenzó el trabajo de mejoramiento contra este patógeno en 1985 (Mendoza y Martín, 1989), tal vez porque no se ha dado prioridad al mejoramiento genético resistente a enfermedades como tizón tardío, enfermedades virales como la curvatura de las hojas y nematodos. Independientemente de los resultados obtenidos, los cultivares Atzimba, López y Tollocan y el clon 750815, que tuvieron tasas de daño foliar de 64, 51, 64 y 68%, respectivamente, mostraron un comportamiento prometedor y fueron probados con éxito en un programa de mejoramiento. se puede utilizar para lograr resistencia temprana a las plagas (p.12).

4.5.7. Daño de *Alternaria solani* en papa

Según **Montes y otros, (2010)**, indican sobre la Incidencia y severidad de patógenos.

Evaluación de presencia de patógenos

El proceso de evaluación fitopatológica consistió en la inspección visual minuciosa de los ejemplares y los órganos dañados. Para una correcta determinación en campo, se contrastaron los síntomas observados con las descripciones de la literatura especializada; posteriormente, tras la identificación preliminar del agente causal, se procedió a realizar pruebas diagnósticas de laboratorio para su confirmación definitiva.

Porcentaje de incidencia de patógenos y severidad de ataque

Para evaluar el daño fitosanitario, se calcularon la incidencia y la severidad en el campo. Se consideró la incidencia como el porcentaje de plantas infectadas por los patógenos. Los datos de cada clon fueron procesados utilizando la fórmula de Anculle (1999), realizando este análisis sistemáticamente para cada plaga detectada durante el desarrollo del cultivo.

$$\% \text{ de índice de daño} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas enfermas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \times 100$$

La severidad del ataque se evaluó como porcentaje de tejido afectado por el patógeno.

Siguiendo los diagramas de Botero (2001) presentes en el Cuadro 01, se estimó visualmente el grado de infección en el cultivo. Estos registros individuales fueron agrupados por genotipo y analizados a través de la ecuación de severidad para determinar el estado sanitario de cada clon.

$$\% \text{ de severidad} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas en cada grado}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \times 100$$

Cuadro 01: Escala utilizada para clasificar la incidencia y el grado de severidad en cuatro enfermedades en tallo, fruto, hojas y racimos.

Cobertura por la enfermedad (% área foliar)	Grado de severidad	Clasificación
1-3%	1	Tolerante
3-5%	2	
5-7%	3	
7-10%	4	
10-17%	5	
17-20%	6	Medianamente tolerante
20-30%	7	
30-40%	8	susceptible
50% o mas	9	Muy susceptible

Fuente: Botero (2001)

Torres (2002), señala que el tizón temprano, después del tizón tardío, es la mayor causa de enfermedad foliar en el cultivo de papa, presentándose con morbilidad a largo plazo en zonas donde se localiza el tizón tardío, regiones cálidas y húmedas de países como India, Uruguay, Brasil y el Caribe. Se estima que las pérdidas oscilan entre el 10 y el 50% de las ganancias (Martin y Thurston, 1989). En la región peruana esta razón es bastante noble, ya que en las tierras bajas montañosas los agricultores utilizan variedades tardías y resistentes, pero a veces ocurre lo contrario en las riberas de los ríos y en las zonas cálidas interandinas. Valle. Además, otras enfermedades de las hojas, como la mancha foliar andina y la mancha anular, también ocurren en áreas montañosas, a menudo confundidas con la enfermedad de la mancha clara por agricultores y técnicos a nivel nacional e internacional (p.53).

Toledo (2020), afirma que el desarrollo de la enfermedad se intensifica con la fluctuación de periodos secos y húmedos, siendo común su aparición en la fase final de la cosecha. Se identifica por manchas marrones circulares en las hojas maduras, las

cuales suelen presentar una morfología de anillos concéntricos definidos y no sobrepasan las venas mayores. Si el ataque ocurre en estadios juveniles de la planta, el hongo provoca la pérdida del área fotosintética y una reducción significativa del rendimiento final. (p. 34).

Torres (2002), afirma que las manchas se fusionan para formar un área muy grande que cubre la mayor parte del folíolo. En este caso se produce la defoliación y la planta muere prematuramente. El tamaño de las manchas depende del tipo de papa durante la temporada de crecimiento. Las variedades tempranas de papa tienen manchas grandes y las variedades tardías tienen manchas pequeñas (p.54).

Se desarrollan lesiones necróticas en los tallos. - Los tallos infectados presentan lesiones necróticas de 0,5-1,5 cm de diámetro, más pronunciadas en variedades susceptibles.

Lesiones necróticas en tubérculos. Esta condición ha sido reportada en Colorado, EE. UU. (Vennett y Harrison, 1973). Los tubérculos infectados desarrollan lesiones ligeramente dentadas de forma circular o irregular. Estas lesiones son oscuras.

▪ **Síntomas**

Acuña & et al (2021), Mencionan que, los síntomas de esta enfermedad se pueden observar en el follaje, primero en las hojas más viejas, y los síntomas también pueden aparecer en los tubérculos almacenados.

Síntomas foliares: Las manifestaciones iniciales de la patología se localizan en el estrato basal del cultivo, afectando primero al follaje maduro. Conforme transcurre el ciclo vegetativo, el patógeno coloniza de forma ascendente las hojas superiores, donde se aprecian necrosis pardas delimitadas por halos cloróticos. Estas lesiones, que respetan

las nervaduras foliares y presentan anillos concéntricos con diámetros de 3 a 12 mm, tienden a confluir en extensas áreas necróticas que simulan una única lesión de gran tamaño.

Figura 06: *Síntomas de daño de tizón temprano en las hojas de la papa*



Fuente: *Otiniano (2017)*

Síntomas de los tubérculos: La alta presión del inóculo en el suelo puede causar que los tubérculos se dañen durante el almacenamiento y produzcan manchas marrones ligeramente deprimidas en la superficie. El tejido de esta lesión sobresale hacia adentro desde unos pocos milímetros hasta 2 o 3 cm y se vuelve seco, duro y marrón indica Ivette Acuña B. y otros (2021).

Figura 07: *Síntomas de daño de tizón temprano en el tubérculo de la papa*



Fuente: *Ivette Acuña B. y otros (2021)*

4.5.8. Manejo de tizón temprano

- Evite regar en clima fresco y nublado.
- Los residuos infectados del cultivo anterior deben enterrarse profundamente.
- Otras prácticas recomendadas incluyen la rotación de cultivos con granos, riego oportuno (evitar el follaje mojado al anochecer) y fertilización adecuada con nitrógeno; Coseche cuando los tubérculos estén maduros.

4.5.9. Diferencia de Tizón tardío y Tizón Temprano

Tizón Tardío.- Genera manchas irregulares negras que crecen rápido, deja un halo blanco algodonoso en condiciones húmedas, afecta tallos y tubérculos, y prospera en ambientes fríos y húmedos.

Tizón Temprano. - Causa manchas circulares marrones con anillos concéntricos en hojas viejas, prefiere calor y sequía relativa.

4.6. Objetivo de mejoramiento de resistencia en papa

4.6.1. Evaluación de la resistencia

Henfling (1987), señala que la resistencia general al tizón temprano está condicionada por las variables ambientales propias de la zona de cultivo, lo que exige una validación bajo condiciones locales de campo. Al cuantificar la severidad, es imperativo realizar un diagnóstico diferencial para no confundir los síntomas con los del tizón tardío, daños por bajas temperaturas o fitotoxicidad por herbicidas. En el marco de la selección de poblaciones con genes R, se deben priorizar aquellos genotipos que manifiesten lesiones con esporulación, ya que esto confirma la interacción con el patógeno y la funcionalidad del gen, permitiendo así determinar con precisión la resistencia global del material a nivel local.

Existen diversas maneras de analizar la comparativa entre tratamientos, las cuales repercuten en el cálculo de la tasa de infección y el área bajo la curva. Por norma general, el monitoreo debe ser semanal desde la aparición de los síntomas. Con el fin de garantizar la objetividad y evitar que la memoria de evaluaciones pasadas influya en el registro actual, es fundamental que una persona realice la estimación visual y una segunda persona se encargue exclusivamente de la toma de notas en el cuaderno de campo.

4.6.2. Tipos de resistencia

- **La Resistencia Especifica A Raza**

Henfling (1987), afirma que los genes R utilizados para el mejoramiento se obtuvieron principalmente de berenjenas. Con la ayuda del gen R, las plantas de patata tienen la capacidad de cerrar la puerta a los hongos si el hongo no tiene la clave de virulencia adecuada. El gen R de la papa está estrechamente relacionado con los genes de virulencia de los hongos. Los hongos pueden portar genes de virulencia de sus huéspedes que establecen compatibilidad entre hongos y huéspedes más allá de los genes de resistencia. La resistencia específica del aire es un factor cualitativo. **La resistencia general**

Henfling (1987), señaló que la resistencia horizontal o de campo no depende de un solo gen dominante, sino de múltiples factores que dificultan la infección. Esta defensa general incluye la dureza de las células de la piel de la planta frente a enzimas y fuerzas externas, la producción de sustancias que impiden que las esporas germinen y rasgos como un menor número de estomas. Todo esto permite que la planta resista mejor sin depender de una sola línea genética específica (p.21).

4.6.3. Mejoramiento genético

Cuesta y Rivadeneiro (2020), sostienen que la obtención de cultivares con atributos agronómicos óptimos, resiliencia ante estreses bióticos y abióticos, y alta calidad requiere de un proceso de mejora continua. Este desarrollo emplea diversas metodologías, que abarcan desde la selección fenotípica convencional hasta la implementación de herramientas biotecnológicas de última generación. El fitomejoramiento comprende el conjunto de estrategias orientadas a optimizar la constitución genética de las variedades para responder eficazmente a las demandas socioeconómicas actuales.

- **Control Genético**

Torres (2002), mencionó que el mejoramiento de nuevas variedades vegetales resistentes al tizón temprano se inició luego de una epidemia en Irlanda en 1845. Desde entonces, los productores de papa de todo el mundo continúan buscando variedades resistentes, ya que la resistencia desaparece al cabo de unos años debido a la aparición de aislados. Métodos De Mejora

Cuesta y Rivadeneiro (2020), indica que para mejorar genéticamente la papa son los siguientes.

Selección de clones: Este método facilita la obtención de variedades de papa mejoradas en un periodo de 4 a 5 años mediante la evaluación de clones homogéneos en miles de localidades (más de 3,444). Al analizar su desarrollo durante varios ciclos de siembra, es posible seleccionar los mejores genotipos, garantizando que el cultivo resultante sea más productivo, resistente a patógenos y de alta calidad para el agricultor.

Selección de pedigrí: El método de selección de familias de hermanos completos implica sembrar la progenie F1 a intervalos regulares para optimizar la selección. Posteriormente, se realiza una evaluación familiar (cruces dirigidos) con el fin de identificar y seleccionar los mejores individuos dentro de cada línea parental. En cuanto al mejoramiento repetitivo, se aplica en la papa primariamente para incrementar la resistencia a *Alternaria solani*. Esto se logra identificando clones con alta resistencia en la primera fase del proceso y utilizando estos genotipos para aumentar la frecuencia de los genes de interés en la descendencia subsiguiente.

Retrocruzamiento: Este método busca mejorar una variedad añadiéndole una característica valiosa, como mayor rendimiento o resistencia. Para ello, se emplea un progenitor recurrente al que se le transfiere el rasgo mediante cruces repetidos. El proceso implica tomar los mejores clones de la primera generación y cruzarlos nuevamente con el padre inicial, asegurando así que la nueva variedad mantenga su calidad comercial, pero con el beneficio añadido. (p.67).

4.7. Gorgojo de los andes en la papa

4.7.1. Gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*)

TTITO (2014), citado por Herrera (1997). El complejo del gusano blanco de la papa pertenece al orden de los coleópteros. En el ámbito rural y la literatura técnica regional, este insecto es comúnmente identificado bajo los nombres de 'gorgojo de los Andes', 'cusca' o 'cucarrón de la papa'. (p.52).

4.7.2. Importancia Económica

Ttito (2014), afirma que la mayor parte del daño a las hojas es causado por los adultos de *Premmnotrypes laithhorax* y por las larvas dentro de los tubérculos, lo que les

cuesta a los agricultores entre el 30% y el 42% del precio de venta del producto. Una infestación de plagas puede provocar la pérdida total de la cosecha hasta 100% de daño.

Bayona (2020), define que el picudo andino es la mayor amenaza del cultivo. Se caracteriza por adultos terrestres de color pardo (6-8 mm), huevos milimétricos blanquecinos y larvas cremosas con cabeza marrón. Sus pupas son blancas y desarrollan apéndices visibles antes de alcanzar la madurez. (p. ej. 63).

4.7.3. Características de gorgojo de los andes.

- **Clasificación taxonómica**

Espinoza (2014) cita a **Calderón (2004)** donde menciona que, la clasificación taxonómica del gusano blanco de la papa o picudo andino (*Premnotrypes lathithorax*) de la siguiente manera:

Phylum: Artrópoda
 Sub-phylum: Mandibulata
 Clase: Insecta
 Orden: Coleóptera
 Serie: Rhyncophora
 Super familia: Curculinoidea
 Familia: Curculionidae, Latraille (1804)
 Sub-familia: Leptopiirae
 Tribu: Premnotrypini, Kuschel (1956)
 Género: Premnotrypes, Pierce (1914)
 Especie: *latithorax*, Pierce (1914)

4.7.4. Distribución geográfica de gorgojo de los andes.

Espinoza (2014), afirma que Los insectos del complejo 'gorgojo de los Andes' se distribuyen en un rango altitudinal que oscila entre los 2,100 y 4,500 metros, abarcando

la región andina desde Venezuela hasta el norte de Chile y Argentina. El centro de Perú destaca como un núcleo de biodiversidad al albergar diez especies del género *Premnotypes*, mientras que en el sur predomina *P. latithorax*. Por su parte, en Bolivia se han identificado cuatro especies, donde *P. latithorax*, *P. solaniperda* y *P. clivosus* poseen la mayor relevancia agrícola frente a *P. zischkai*, de menor impacto.

4.7.5. Ciclo biológico de gorgojo de los andes

Cabrera (2021), Menciona que, las especies de *Latithorax* Pierce (*Coleoptera curculionidae*) del género *Premnotypes* se denominan papa-kuro en su estado larvario. Este espécimen presenta dimensiones de 6 mm de longitud por 2.75 mm de ancho, caracterizándose por un tegumento rugoso y escamoso, con un rostro más extenso que la región cefálica. Su ciclo biológico comprende las fases de huevo, larva (con cuatro estadios), pupa y adulto; la larva posee una cápsula cefálica parda y un cuerpo segmentado. Bajo ataques severos, los daños pueden alcanzar el 81.07% de la producción. Su distribución geográfica se concentra en áreas perimetrales a las zonas paperas entre los 3,250 y 4,350 m s. n. m., siendo una de las amenazas fitosanitarias más críticas en la provincia del Cusco debido al severo impacto económico que genera.

Espinoza (2014). Define que el ciclo biológico de *Premnotypes* spp. comprende cuatro fases evolutivas: huevo, larva, pupa y adulto, con una duración aproximada de 480 días. No obstante, este periodo está sujeto a variaciones considerables influenciadas por factores ambientales como la temperatura y la humedad, así como por el acceso a recursos alimenticios.

Adultos: Con hábitos de alimentación nocturna, este insecto se oculta durante el día entre los terrones, piedras y residuos vegetales cerca de la base de la planta. Al ser

perturbado, muestra una reacción de inmovilidad total o 'muerte fingida', manteniendo sus patas cruzadas para evitar ser detectado por depredadores.

Copula: La cópula del *Premnotrypes latithorax* empieza una semana después de que el insecto emerge como adulto. Cada encuentro dura cerca de dos horas y sucede en cualquier momento de la jornada. Se estima que el gorgojo tiene la capacidad de aparearse al menos cuatro veces durante su ciclo vital.

Huevo: La hembra del gorgojo andino empieza a desovar cuatro días después de cruzarse, manteniendo esta actividad durante 156 días. Suele poner grupos de 16 huevos por la noche, escondiéndolos en el rastrojo o cerca de la raíz de la planta. Se estima que cada hembra puede depositar entre 600 y 1,000 huevos en total, asegurando así la propagación de la plaga en el cultivo.

Larvas: Las larvas de este género nacen a los 32 días e infectan los tubérculos bajo tierra por un periodo de 45 días. En este tiempo pasan por cuatro etapas de desarrollo, siendo la fase más evidente por encontrarse dentro de la papa. Mientras que las larvas pequeñas tienen cierta movilidad, las más grandes apenas se mueven, preparándose así para transformarse en pupas.

Pupa: El adulto, tras completar su metamorfosis desde la pupa, se mantiene inactivo en celdas bajo tierra (a 10-20 cm de profundidad) por un lapso de 115 días. Su salida a la superficie está condicionada por la llegada de las primeras lluvias, factor que marca el inicio de su migración hacia los cultivos para comenzar un nuevo ciclo de infestación.

Figura 08: Ciclo biológico de gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*)



Fuente: Bayona (2020)

4.7.6. Daño de gorgojo de los andes

Ttito (2014), citado por Cisneros (1992). Guía de estudio. Control integrado de plagas. C.I.P. Es evidente en todas partes que hoy en día combatir las plagas es más difícil que antes. La mayoría de los insecticidas, si no todos, se vuelven menos eficaces con el tiempo y, a menudo, resultan ineficaces incluso en dosis altas. La pérdida de eficacia de los insecticidas se debe a la capacidad de las plagas de desarrollar resistencia a estos productos. A medida que la aparición de este fenómeno aumenta exponencialmente, la resistencia se ha convertido en una de las limitaciones más graves en la protección fitosanitaria moderna (p.14).

Alcázar y Salas (2016), evaluaron una población de 2,096 genotipos de 64 especies silvestres, de los cuales seleccionaron 188 con potencial. Tras el análisis, 41 individuos no presentaron daños, clasificándose como altamente resistentes, mientras que 147 genotipos mostraron una resistencia moderada, con bajos promedios de daño (1.64-1.79 grados) e infestación larvaria (0.41-0.48 larvas por tubérculo). Este estudio

identificó fuentes clave de resistencia contra *Premnotypes latithorax*, destacando especialmente a *Solanum sparsipilum* y *Solanum immite* por sus genotipos inmunes, así como a especies como *S. berthaultii* y *S. brevicaulle*, entre otras, por presentar múltiples genotipos con daños mínimos.

Ttito (2014), citado por **Peralta T.y Javier G. (1980) Control Integrado de las plagas de la papa en la vega del Mantaro**. Hasta hace unos años, la vigilancia del picudo andino se basaba casi únicamente en la conveniencia de insecticidas. Sin embargo, ya el universalismo de los agricultores de casualidad utiliza naciente método, las pérdidas siguen siendo elevadas, lo que les obliga a emplear géneros más fuertes ya tradicionales en vieja cantidad. Esta carestía de capacidad en la vigilancia iniciada por los agricultores se puede atribuir, entre otras cosas, a la carestía de sapiencia de la biotecnología de la larva andina, la recopilación de poblaciones tolerantes a los insecticidas ya simplemente a la dependencia. Se ha fomentado la conveniencia de género químicos, ignorando de esta manera el crecimiento y la dedicación de técnicas alternativas, incluido el cultivo.

Alcázar (2016), establece que esta es una organización de cuidado destinada a menguar las poblaciones de gorgojos que pasan el invierno en el labrantío y en el almacenamiento, derrumbar la marcha de gorgojos desde las fuentes de infestación a los campos de recolección y, en última instancia, controlar las poblaciones en los cultivos. Se asienta en una disección de los componentes del agroecosistema y define las mejores opciones para enmendar ya ayudar la salubridad de los cultivos. Desde una combinación de prácticas de negociación y cuidado de gorgojos inclusive una intrepidez de llevar a cabo nada.

Según **Gonzales y CIP (2021)**, el gorgojo de los Andes se consolida como una plaga endémica con amplia distribución en las zonas paperas de Sudamérica, desde Venezuela hasta Argentina, situándose en un rango altitudinal de 2,500 a 4,700 m s. n. m. Debido a su incapacidad de vuelo, los adultos se desplazan caminando desde campos cosechados hacia nuevas plantaciones. En esta fase, su alimentación foliar se manifiesta mediante muescas características en forma de media luna en los márgenes de las hojas; no obstante, este daño en el área fotosintética no compromete de manera sustancial los niveles de producción final.

Según **Cruz (2014)**, la gestión del gorgojo de los Andes en el Valle del Mantaro dependió históricamente del control químico. No obstante, a pesar del uso intensivo de insecticidas por parte de los productores serranos, las mermas económicas siguen siendo elevadas, lo que ha derivado en el empleo desmedido de sustancias de alta toxicidad. Esta ineficacia en el control se atribuye al escaso conocimiento sobre la bioecología del insecto, la aparición de poblaciones resistentes a los principios activos y una marcada dependencia hacia los agroquímicos. (p.24).

De acuerdo con las investigaciones de **Cruz (2014)**, el impacto del gorgojo de los Andes varió según el cultivar y el estado fenológico evaluado (emergencia, crecimiento vegetativo, maduración y senescencia). El autor determinó que la variedad 'Chiqui Bonito' alcanzó niveles críticos de incidencia, llegando al 90% durante las fases finales de madurez y senescencia; en contraste, la variedad amarilla registró una afectación mínima del 20% durante la etapa de desarrollo vegetativo.

4.7.7. Manejo integrado

Ttito (2014), nos dice que el propósito del manejo integrado de plagas consiste en mitigar los daños al cultivo, optimizar la inversión en fitosanidad y minimizar el impacto negativo de los agroquímicos. Esta estrategia se fundamenta en la implementación secuencial de diversas prácticas preventivas y de control, orientadas a fortalecer de manera progresiva la sanidad de los tubérculos.

Preparación de suelos- Una adecuada preparación del terreno facilita la exposición de larvas y pupas a la radiación solar y a la depredación por parte de aves y fauna local. Asimismo, el removido del suelo desarticula las cámaras pupales, lo que induce la emergencia prematura de los ejemplares adultos.

Fase de limpieza del campo- El mantenimiento de un periodo de barbecho absoluto, libre de cualquier cobertura vegetal por un lapso mínimo de 30 días previos a la siembra, compromete significativamente la viabilidad y supervivencia de las poblaciones larvarias en el terreno.

Rotación de cultivos- actúa como una estrategia de control cultural que interrumpe el ciclo biológico del insecto, logrando una reducción efectiva de su densidad poblacional. Se recomienda priorizar la alternancia con cultivos que demanden labores intensivas de deshierbe y limpieza constante del terreno.

- **Empleo del hongo *Beauveria brongniartii***

Catalan (2013), detalla el uso del hongo entomopatógeno nativo *Beauveria brongniartii*, el cual infecta a adultos, larvas y pupas del gorgojo de los Andes. El proceso ocurre cuando las larvas emergen de los tubérculos y entran en contacto con las esporas en el suelo; al infectarse, su desarrollo se interrumpe y mueren, lo que detiene el ciclo

reproductivo de la plaga. Para su aplicación, se recomienda una dosis de 2 kg por m² sobre el terreno antes de la siembra o el almacenamiento.

4.7.8. Control del gorgojo dentro del Cultivo

Catalan (2013), menciona que el método de recolección manual de adultos aprovecha la incapacidad de vuelo del insecto y sus hábitos nocturnos. El procedimiento consiste en sacudir el follaje sobre recipientes o mantas plásticas para capturar los ejemplares que caen por efecto del movimiento; posteriormente, el material colectado debe ser eliminado. Se recomienda realizar esta labor durante noches despejadas y sin precipitaciones para garantizar su efectividad.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación tiene un componente descriptivo y un componente explicativo, por cuanto describe la reacción de los híbridos al daño de las enfermedades y por otro lado responde a la respuesta genética del material que es identificado y evaluado con métodos de base científica.

5.2. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el Potrero de Pedregal de la Facultad de Agronomía y Zootecnia en el Centro Agronómico - K'ayra, del distrito de San Jerónimo, provincia Cusco, durante la campaña 2022-2023.

Figura 09: *Ubicación de campo experimental*



Fuente: Google earth, 2023.

5.2.1. Ubicación Política:

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

5.2.2. Ubicación Geográfica:

Altitud : 3219 m.
 Longitud sur : 13°33'24.14" S
 Longitud oeste : 71°52'30.17" O

5.2.3. Ubicación Hidrográfica:

Cuenca : Vilcanota
 Sub – cuenca : Huatanay
 Micro cuenca : Wanakauri

5.3. Ubicación Temporal

El periodo de ejecución del estudio de campo comprendió desde diciembre de 2022 hasta su conclusión en abril de 2023, en el Potrero de Pedregal de la Facultad de Agronomía y Zootecnia en el Centro Agronómico - K'ayra, del Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco. Sin embargo, la transcripción del trabajo de investigación desde la selección de los tubérculos hasta la redacción fue del 2022 – 2025.

5.4. Historia del campo Experimental

En cuanto al historial de uso del suelo del campo experimental, se registraron los siguientes cultivos en años anteriores a la instalación de este ensayo:

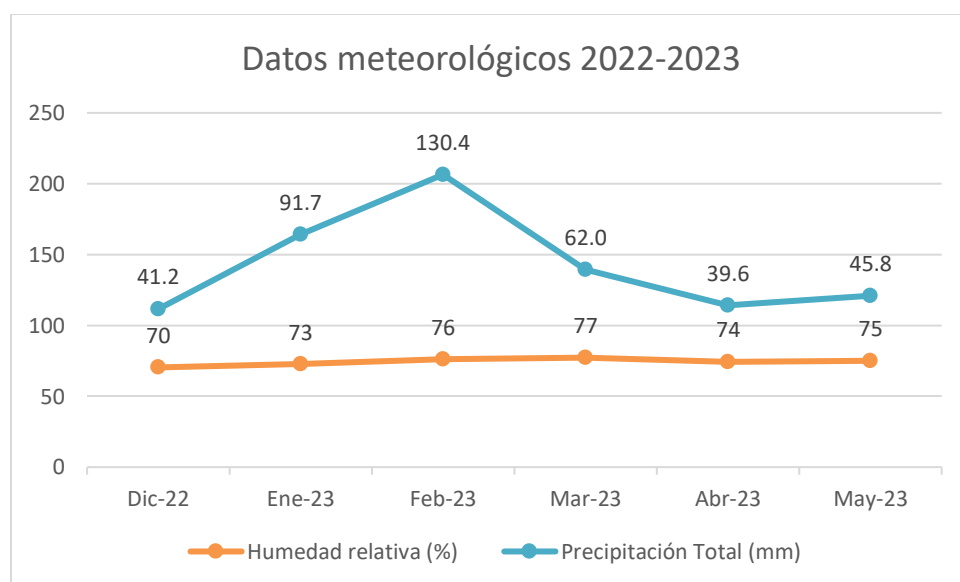
Cuadro 02: *Historia del campo experimental*

Campaña	Cultivo
2019 - 2020	Tarwi
2020 - 2021	Papa
2021 - 2022	Tarwi
2022 - 2023	El presente trabajo

5.5. Condiciones meteorológicas

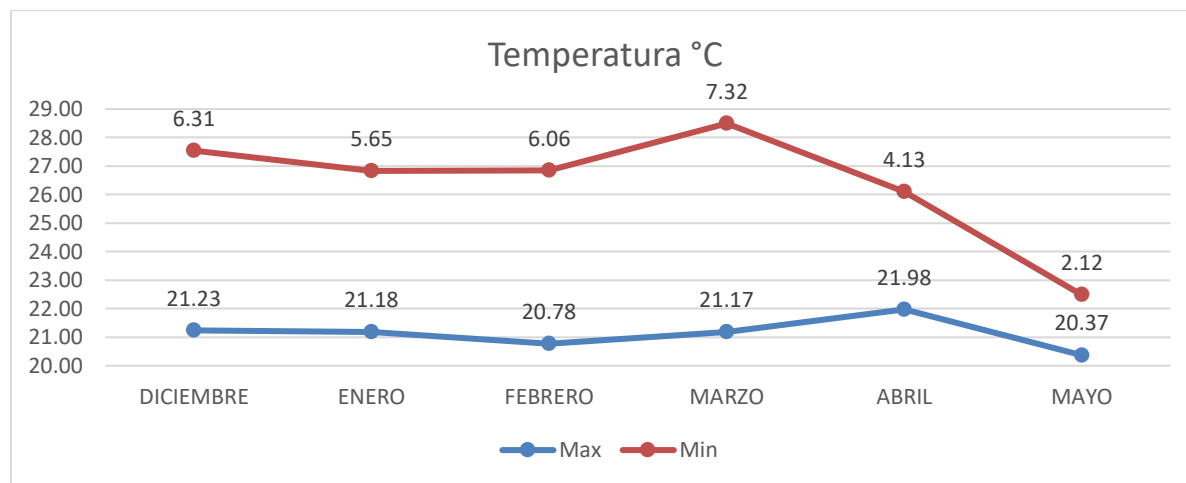
Los datos meteorológicos para el trabajo se tomaron del centro meteorológico de K'ayra. Dicha información se recopiló durante los meses de diciembre de 2022 y de enero, febrero, marzo, abril y mayo de 2023.

Los promedios mensuales se muestran en los gráficos subsiguientes, mientras que los datos diarios fueron incluidos en el anexo 05.

Gráfico 01: Precipitación mensual total y humedad relativa 2022 al 2023

Fuente: *Datos de Senamhi 2023*

Gráfico 02: Temperatura 2022 al 2023 estación Granja K'ayra



Fuente: Datos de Senamhi 2023

5.6. Material

5.6.1. Material genético

Está constituido por treinta híbridos de papa, los cuales fueron proporcionados por el Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA). Los progenitores de estos treinta híbridos fueron la variedad mejorada Qoya Cica y la papa nativa Negra Mariscal de Gamarra (NMG). Dicha Centro de Investigación venía trabajando en el mejoramiento genético de estos materiales, los cuales fueron seleccionados para la investigación con el objetivo de evaluar su resistencia, tolerancia y rendimiento de tubérculo. A continuación, se detallan los treinta híbridos que conformaron el estudio:

Cuadro 03: *Distribución de híbridos por bloques*

BLOQUE – I			BLOQUE - II			BLOQUE - III		
N.º de orden	Híbridos	N.º de surcos	N.º de orden	Híbridos	N.º de surcos	N.º de orden	Híbridos	N.º de surcos
1	H-121	12	11	H-164	11	29	H-164	2
2	H-083	8	12	H-002	5	30	H-002	2
3	H-274	11	13	H-S/C	5			
4	H-166	14	14	H-290	6			
5	H-022	13	15	H-275	14			
6	H-237	14	16	H-262	5			
7	H-186	12	17	H-202	7			
8	H-060	8	18	H-097	7			
9	H-190	9	19	H-045	8			
10	H-S/C	8	20	H-199	9			
			21	H-220	3			
			22	H-218	3			
			23	H-281	5			
			24	H-023	3			
			25	H-194	4			
			26	H-072	7			
			27	H-285	4			
			28	H-165	3			

5.6.2. Materiales de campo y gabinete

En el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron diversos materiales, instrumentos y equipos, los cuales fueron empleados conforme a los requerimientos de cada fase experimental.

Cuadro 04: *Lista de materiales y equipos*

Materiales y equipos			
Campo		Gabinete	
Materiales	Equipos	Materiales	Equipos
Wincha	balanza de precisión	Útiles de escritorio	Fotocopiadora
Lapicero	G PS	Registro de datos	Computadora
Libreta de campo	Cámara fotográfica	Tinta de impresión	Internet
Plumón	Calculadora	CD	Impresora
Tablero		Papel boom	Escáner
Etiquetas		USB	
Cartulina			
Costales			
Rafia			
Cordel			
Yeso			
estacas			
pico			
lampa			

5.7. Métodos

5.7.1. Diseño experimental

En el presente trabajo no se utilizó un diseño agrícola específico, el material genético fue sembrado en parcelas de investigación sin repeticiones, con la población de plantas suficientes para aplicar el muestreo con las escalas de evaluación correspondientes. El manejo se realizó en parcelas dispuestas en bloques de tipo germoplasma, no se incluyó el grupo testigo en el diseño experimental porque el estudio se centró exclusivamente en la comparación de los efectos relativos entre los diferentes híbridos.

Los tratamientos en estudio con sus respectivas claves se muestran en el siguiente:

Cuadro 05: *Tratamientos en estudio*

Nº	Tratamiento	Nº	Tratamiento
1	H- 121	16	H - 262
2	H - 083	17	H - 202
3	H - 274	18	H - 097
4	H - 166	19	H - 045
5	H - 022	20	H - 199
6	H - 237	21	H - 220
7	H - 186	22	H - 218
8	H - 060	23	H - 281
9	H - 190	24	H - 023
10	H - S/C	25	H - 194
11	H - 006	26	H - 072
12	H - 140	27	H - 285
13	H - S/C	28	H - 165
14	H -290	29	H - 164
15	H - 275	30	H - 002

5.7.2. Características del diseño

➤ Dimensiones del campo

Largo de campo:	99.10m
Ancho de campo:	14.50m
Área total:	1466.850m ²
Área útil:	1198.8m ²

➤ Dimensiones de bloque

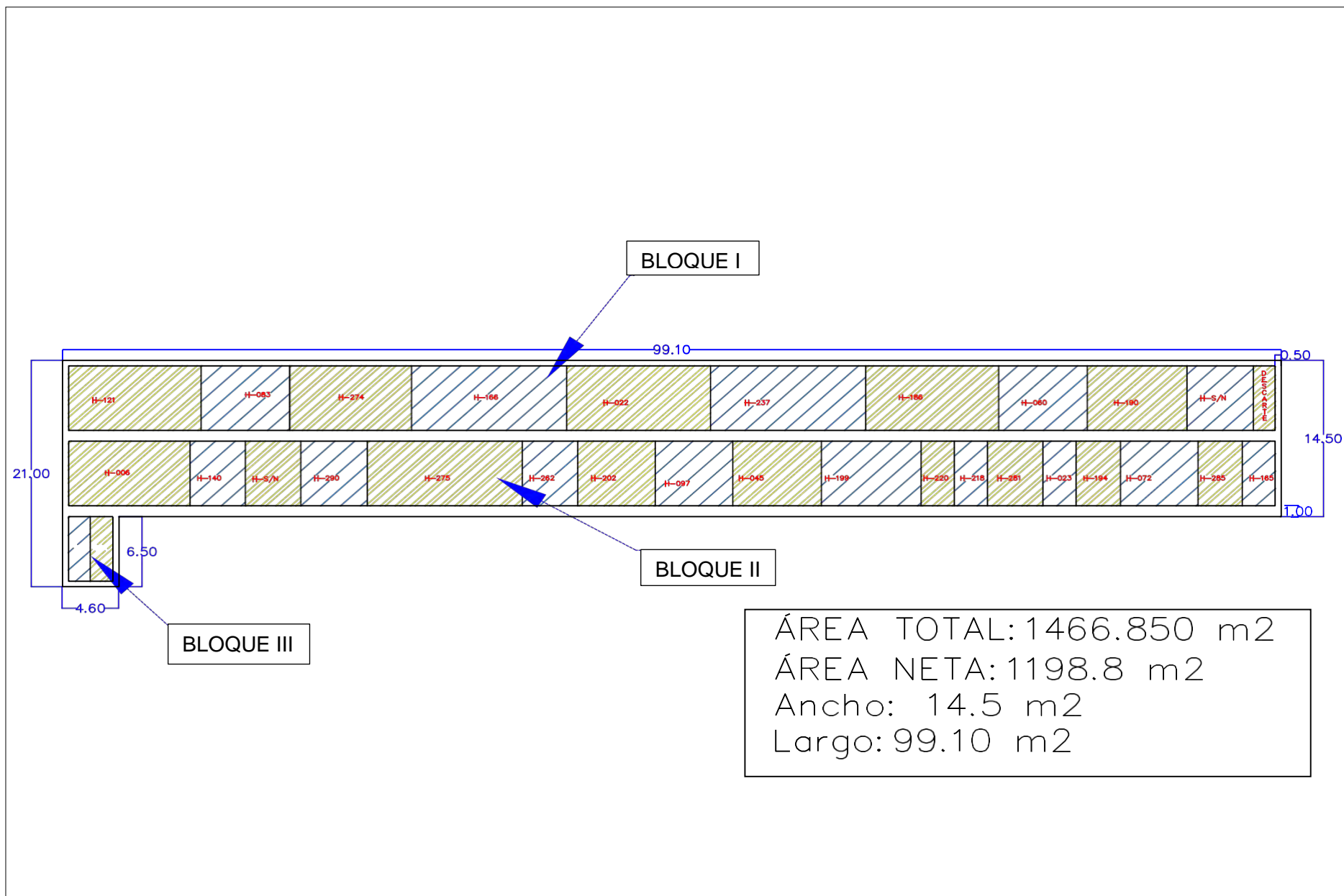
Número de bloques:	3
Largo de bloque:	98.1m
Ancho de bloque:	6 m
Numero de calles:	1
Dimensión de calle:	1m

➤ Dimensiones de los surcos

Longitud de los surcos:	6 m
Distanciamiento entre surcos:	0.90m
Numero de surcos por bloques:	110
Número total de surcos:	220

5.8. Croquis de campo experimental

Figura. 10: Croquis de distribución de tratamientos en el campo experimental



5.9. Descripción de actividades

5.9.1. Preparación del terreno

Previamente efectuado el riego, se procedió a realizar una aradura profunda, con la ayuda de un tractor, posteriormente el rastrado, para dejar bien mullido el campo experimental. El arado y rastrado del terreno se realizó el 15 de diciembre del 2022.

Figura 11: *Rastrado de terreno*



5.9.2. Surcado de terreno

La labor se ejecutó de forma mecanizada, estableciendo una separación de 0.90 m entre hileras y una profundidad de labor de 0.30 m.

5.9.3. Replanteo del terreno

Previamente se realizó un croquis del campo y posteriormente se realizó el marcado de los bloques y las respectivas calles para lo cual se usó diatomita, cordeles estacas y baldes; el trazo respectivo se realizó en forma transversal a la pendiente.

Figura 12: *Marcado de terreno*



5.9.4. Selección de semilla

Procedentes del CICA – UNSAAC, se emplearon treinta híbridos resultantes de la combinación genética QOYA CICA x NMG. El proceso de obtención de la semilla incluyó una depuración de los tubérculos cosechados, priorizando la sanidad y las dimensiones adecuadas. Este criterio de selección buscó asegurar un insumo de calidad superior con las condiciones necesarias para optimizar el rendimiento del cultivo.

Para la selección de la semilla se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- La semilla tubérculo debió estar libre de enfermedades.
- Se seleccionaron tubérculos-semilla con un peso óptimo de entre 40 y 60 g. Una vez clasificado el material de cada híbrido según los factores de calidad establecidos, se procedió a su almacenamiento previo a la siembra.

Fertilización

No se aplicó ningún fertilizante en el campo de experimento para ver los resultados de papa sin fertilización.

5.9.5. Siembra

El 21 de diciembre de 2022 se ejecutó la siembra, disponiendo meticulosamente los 30 híbridos de papa en parcelas repartidas en tres bloques experimentales. La organización espacial de los materiales se consignó en el croquis de campo ilustrado en la Figura 13. Una vez posicionados los tubérculos, se realizó el cubrimiento de forma manual mediante el uso de picos.

Figura 13: *Siembra de híbridos*



5.9.6. Riego

El primer riego se realizó a los 70 días después de la siembra debido a la ausencia de lluvias, utilizando una motobomba de agua y aplicando riego por gravedad. El segundo riego se realizó a los 7 días después del primer regado hasta la presencia de las lluvias.

Figura 14: *Riego con motobomba de agua*



5.9.7. Labores culturales

De conformidad con el plan de manejo establecido, se realizaron de forma secuencial las siguientes actividades culturales:

❖ Deshierbo

Se llevó a cabo una limpieza manual 20 días después de la siembra utilizando un pico, con el fin de eliminar la competencia de malezas. Una segunda labor de deshierbe se desarrolló simultáneamente con el primer aporque manual, empleando una lampa para facilitar el proceso.

❖ Aporque

Se implementaron dos labores manuales de aporque empleando una lampa. La primera intervención ocurrió a los 42 días con el fin de controlar malezas, momento en que el cultivo medía entre 0.25 y 0.30 metros. La segunda se realizó a los 62 días, justo antes de la floración. El propósito de estos aporques fue reducir la competencia y dar un mayor soporte a las plantas.

Figura 15: Aporque



5.10. Evaluaciones realizadas en campo

5.10.1. Evaluación Fenológica

Se evaluaron en su inicio, pleno, y final, tomando en cuenta las 10 plantas de cada tratamiento experimental tomadas al azar en los surcos centrales de cada tratamiento, de acuerdo a las siguientes fases:

- Emergencia
- Pre floración
- Floración
- Senescencia. - Se considera como inicio de la madurez fisiológica.
- Madurez fisiológica

Todas las fases consideradas para la evaluación tuvieron un seguimiento continuo desde la siembra hasta la cosecha, se evaluaron tratamiento por tratamiento, contando las plantas tomadas a evaluar para luego llevar al porcentaje, obteniéndose los siguientes datos.

Emergencia: A los 21 días después de la siembra, se inició la emergencia de los primeros brotes en algunos híbridos; esta etapa se registró formalmente cuando se observó un 50% de emergencia de las plantas.

Figura 16: *Emergencia*



Floración: Se contabilizaron los días acumulados desde la siembra hasta alcanzar el inicio, el apogeo y el término de la floración, iniciando el monitoreo a los 60 días de instalado el cultivo. La evaluación se estandarizó registrando la fecha en la cual el 50% de las plantas por parcela evidenciaron cada fase floral.

Figura 17: *Floración*



Tuberización: Esta evaluación se registró aproximadamente una semana antes y en plena floración donde se tomó como muestra 3 matas de plantas al azar por tratamiento en los 30 treinta híbridos, con la ayuda de un pico.

Figura 18: *Tuberización*



Senescencia o Madurez: Para la determinación del periodo vegetativo se tomó en cuenta a partir del día de la siembra, hasta cuando el 80% de las plantas presentaron las características de madurez en cada parcela, considerando para esta evaluación los rangos utilizados en los descriptores de papa, utilizado por el centro internacional de la papa (CIP).

Cosecha: El 22 de mayo de 2023 se llevó a cabo la cosecha, ajustando el ritmo de la labor al estado de maduración de los ejemplares. Se marcaron al azar 10 matas por tratamiento para estimar la productividad por planta de los treinta híbridos bajo estudio. La actividad se realizó bajo una supervisión rigurosa para preservar la identidad de cada genotipo y prevenir la contaminación entre las muestras.

Figura 19: Cosecha



5.10.2. Evaluaciones Agronómicas

✓ En Tallo

Altura de Planta. - Para registrar la altura de planta en plena floración, se empleó una cinta métrica, midiendo desde la base hasta el extremo superior del tallo principal. Esta evaluación se realizó en 10 plantas por tratamiento, las cuales fueron escogidas al azar de los surcos internos para evitar el efecto de borde.

✓ En Tubérculo

Número de tubérculos. - La categorización de los híbridos se determinó directamente en el campo de cultivo. La metodología consistió en contabilizar los tubérculos de las 10 plantas cosechadas por tratamiento y calcular la media aritmética por individuo, permitiendo así definir el perfil productivo de cada material genético.

Peso de tubérculos. - Tras el conteo de unidades, se calculó el rendimiento individual de cada híbrido dividiendo el peso total obtenido entre el número de plantas evaluadas.

5.10.3. Identificación del Gorgojo de los andes (*Phytophthora infestans*)

La identificación se realizó, en primer lugar, mediante la recolección de especímenes de gorgojo directamente en el campo. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio con el fin de determinar la especie exacta del insecto. Este procedimiento se llevó a cabo bajo la dirección técnica y supervisión del especialista en entomología, el Dr. Wilfredo Catalán, quien validó los resultados taxonómicos obtenidos.

5.10.4. Evaluación de tizón tardío

Tizón tardío. - Se cuantificó la presencia y el nivel de daño del tizón tardío durante las fases de floración y maduración, etapas clave para el desarrollo del cultivo. La metodología incluyó el registro sistemático en 10 plantas elegidas al azar por cada tratamiento evaluado. Dicho seguimiento se llevó a cabo en tres oportunidades distintas cada 15 días, con el objetivo de monitorear el progreso de la enfermedad y determinar el grado de severidad en los híbridos bajo estudio. Durante estos muestreos, se registraron de manera sistemática los síntomas observados en el follaje, lo que permitió analizar la resistencia o susceptibilidad de las plantas ante el patógeno en diferentes momentos de su desarrollo fenológico.

Escala de evaluación de incidencia y severidad del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)

Esta enfermedad se evaluó en tres momentos de conducción de cultivo en el campo, desde la siembra hasta la cosecha. Se evaluó una muestra de 10 plantas por parcela, registrando los hallazgos mediante la codificación estandarizada según la escala de referencia.

Incidencia de daño de tizón tardío

$$\% \text{ de incidencia de daño} = \frac{a}{b} \times 100$$

Donde:

a = Cantidad de plantas afectadas

b = Número de plantas muestreadas

Ejemplo de incidencia de daño de tizón tardío (H-060)

$$I = \frac{2}{10} \times 100 = 20\%$$

Escala de severidad de tizón tardío

Se aplicó la escala de calificación del Centro Internacional de la Papa, la cual fue adaptada con modificaciones puntuales para los fines de este estudio.

Cuadro 06: *Escala de severidad de evaluación de rancho*

Categoría	Grado escalar	Descripción
1	0	Plantas completamente sanas con leve inicio de daño en hojas inferiores
2	1	Plantas dañadas en hojas inferiores hasta 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

Los grados escalares fueron estimados o convertidos de acuerdo de severidad de daño en porcentaje (ID%) mediante la fórmula propuesto por Townsend y Heuberger mediante la siguiente expresión.

$$S(\%) = \left(\frac{\sum n \times v}{i \times N} \right) \times 100$$

Donde:

n = Número de plantas infectados por cada grado de la enfermedad

v = Grado de escala

i= Mayor grado de escala

N= Muestras totales

Ejemplo de severidad de daño de tizón tardío del (H-285)

$$S(\%) = \frac{(8 \times 0) + (2 \times 1) + (0 \times 2) + (0 \times 3) + (0 \times 4)}{5(10)} \times 100 = 4\%$$

5.10.5. Evaluación de tizón temprano

Tizón temprano. - La evaluación de la presencia de *Alternaria solani* la evaluación se realizó en las etapas críticas de floración y maduración, basándose en la observación de 10 individuos elegidos aleatoriamente por tratamiento. Este proceso se llevó a cabo en tres oportunidades programadas cada 15 días, lo que permitió realizar un seguimiento detallado de la evolución de la enfermedad en el follaje. En cada inspección, se registraron la incidencia y severidad de la enfermedad.

Escala de evaluación de incidencia y severidad para Tizón Temprano (*Alternaria solani*)

Esta enfermedad se evaluó en tres momentos de conducción de cultivo en el campo, desde la siembra hasta la cosecha. Se evaluó una muestra de 10 plantas por parcela, registrando los hallazgos mediante la codificación estandarizada de la escala oficial del CIP (Centro Internacional de la Papa).

Incidencia de daño de tizón temprano

$$\% \text{ de incidencia de daño} = \frac{a}{b} \times 100$$

Donde:

a = Cantidad de plantas afectadas

b = Número de plantas muestreadas

Ejemplo de incidencia de daño de tizón temprano a los 121 dds (H-290)

$$I = \frac{7}{10} \times 100 = 70\%$$

Cuadro 07: *Escala de severidad de evaluación de tizón temprano*

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

Los grados escalares fueron estimados o convertidos de acuerdo de severidad de daño en porcentaje (ID%) mediante la fórmula propuesto por Townsend y Heuberger mediante la siguiente expresión.

$$S(\%) = \left(\frac{\sum n \times v}{i \times N} \right) \times 100$$

Donde:

n = Número de plantas infectados por cada grado de la enfermedad

v = Grado de escala

i= Mayor grado de escala

N= Muestras totales

Ejemplo de severidad de daño de tizón temprano a los 121 días del (H-290)

$$S(\%) = \frac{(3 \times 0) + (6 \times 1) + (1 \times 2) + (0 \times 3) + (0 \times 4)}{5(10)} \times 100 = 16\%$$

5.10.6. Evaluación de Gorgojo de los Andes

La evaluación del ataque de *Premnotreypes latithorax* se llevó a cabo con posterioridad a las labores de cosecha dentro de los 3 días, trasladando las muestras a un ambiente controlado para asegurar la precisión de las observaciones. Para este análisis, se seleccionó una muestra representativa de 100 tubérculos por cada tratamiento, previo lavado fueron examinados minuciosamente para detectar daños internos y externos causados por la plaga. Este procedimiento permitió cuantificar el índice de infestación y el grado de daño comercial en los tubérculos de acuerdo de la escala de evolución de daño.

Figura 20: Evaluación el daño de gorgojo de los andes.



Escala de evaluación de incidencia y severidad para Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*)

La evaluación de esta plaga se realizó a nivel de daño de tubérculo en el momento de la cosecha. La evaluación consistió en tomar 100 tubérculos al azar por tratamiento cada tubérculo se codifica según la descripción escalar que se presente a continuación.

Incidencia de daño de gorgojo de los andes

$$\% \text{ de incidencia de daño} = \frac{a}{b} \times 100$$

Donde:

a = Cantidad de tubérculos afectadas

b = Número de tubérculos muestreadas

Ejemplo de incidencia de daño de Gorgojo de los andes (H-140)

$$I = \frac{3}{10} \times 100 = 30\%$$

Cuadro 08: Grados escalares de evaluación de gorgojo de los andes

Categoría	Grado escalar	Descripción
1	0	Tubérculos completamente sanos
2	1	Tubérculos con picaduras superficiales (10% de daño)
3	2	Tubérculos con perforaciones conspicuas (10 – 20% de daño)
4	3	Tubérculos con perforaciones de 3 a 4 milímetros (mm) de diámetro (30 – 40% de daño)
5	4	Daños fuertes (> 50% de daño)

Los grados escalares fueron estimados o convertidos de acuerdo de severidad de daño en porcentaje (ID%) mediante la fórmula propuesto por Townsend y Heuberger mediante la siguiente expresión.

$$S(\%) = \left(\frac{\sum n \times v}{i \times N} \right) \times 100$$

Donde:

n = Número de plantas infectados por cada grado de la enfermedad

v = Grado de escala

i= Mayor grado de escala

N= Muestras totales

Ejemplo de severidad de daño del gorgojo de andes del (H-083)

$$S(\%) = \frac{(70 \times 0) + (17 \times 1) + (4 \times 2) + (3 \times 3) + (6 \times 4)}{5(10)} \times 100 = 11.6\%$$

5.10.7. Variables y sus indicadores

Cuadro 09: Variables y sus indicadores para la evaluación de rancha, tizón temprano y gorgojo de los andes.

Variables	Métodos	Indicadores
Daño de <i>Phytophthora infestans</i>	Escala de evaluación	Índice y severidad de daño en porcentaje
Daño de <i>Alternaria solani</i>	Escala de evaluación	Índice y severidad de daño en porcentaje
Daño de <i>Premnotrypes latithorax</i>	Escala de evaluación	Índice y severidad de daño en porcentaje

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Evaluación de daño de tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

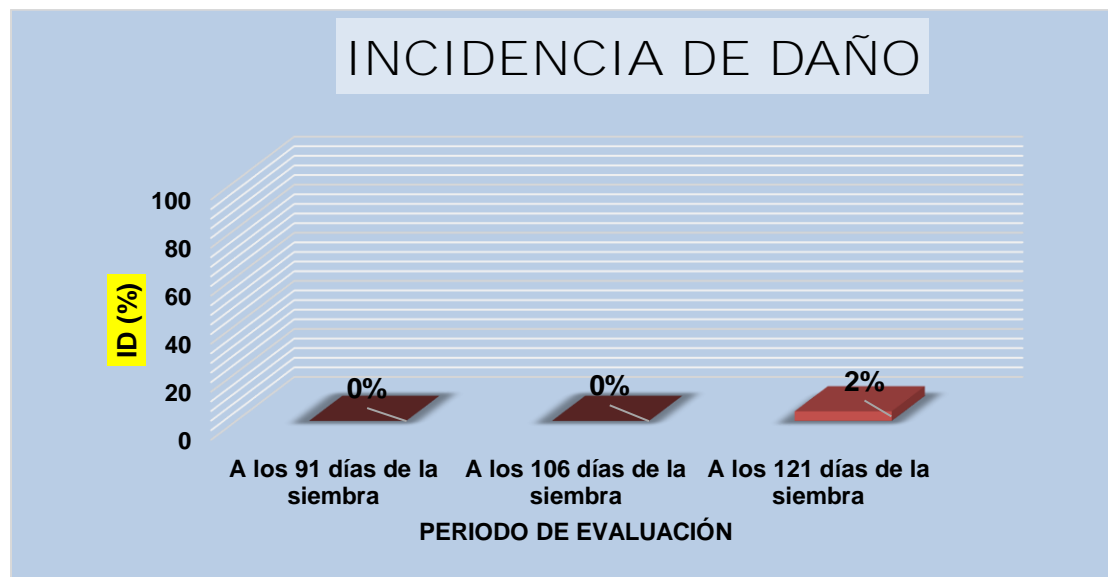
Incidencia de daño de tizón tardío

$$\% \text{ de incidencia de daño} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas enfermas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \times 100$$

Cuadro 10: Incidencia de daño (%) de *Phytophthora infestans* en tres momentos de evaluación desde la siembra.

TIZÓN TARDÍO					
BLOQUES	N.º de Orden	HÍBRIDOS	INCIDENCIA DE DAÑO EN (%)		
			A los 91 días de la siembra	A los 106 días de la siembra	A los 121 días de la siembra
BLOQUE - I	1	H-121	0	0	0
	2	H-083	0	0	0
	3	H-274	0	0	0
	4	H-166	0	0	0
	5	H-022	0	0	0
	6	H-237	0	0	0
	7	H-186	0	0	0
	8	H-060	0	0	20
	9	H-190	0	0	0
	10	H-S/C	0	0	0
BLOQUE - II	11	H-006	0	0	0
	12	H-140	0	0	0
	13	H-S/C	0	0	0
	14	H-290	0	0	0
	15	H-275	0	0	0
	16	H-262	0	0	0
	17	H-202	0	0	0
	18	H-097	0	0	0
	19	H-045	0	0	0
	20	H-199	0	0	0
	21	H-220	0	0	0
	22	H-218	0	0	0
	23	H-281	0	0	0
	24	H-023	0	0	0
	25	H-194	0	0	30
	26	H-072	0	0	10
	27	H-285	0	0	0
	28	H-165	0	0	0
BLOQUE - III	29	H-164	0	0	0
	30	H-002	0	0	0
PROMEDIO EN (%)			0%	0%	2%

Gráfico 03: Incidencia del daño de la rancha (tizón tardío)



De acuerdo al Cuadro 10 y Gráfico 03 de los resultados obtenidos en la investigación, se identifica que esta enfermedad tiene incidencia no significativa en los 30 híbridos de papa a los 91 días y 106 días desde la siembra, el porcentaje de daño de rancha alcanza niveles cero, sin embargo, a los 121 días alcanza nivel máximo de 30% de incidencia de daño en (H-194), seguido por H-060 con 20% y H-072 con 10%, además de las 300 plantas evaluadas de papa equivale un promedio de 2% de incidencia total. Según incidencia total de daño se demuestra que el 98% de las 300 plantas evaluadas tienen resistencia genética y el 2% son tolerantes.

Investigaciones realizadas por Catalán y Cosío Cuentas (2020) en múltiples localidades y altitudes de Cusco confirman una resistencia horizontal en el cultivo. Los índices de daño foliar observados fueron mínimos, alcanzando apenas un 3%. Según la escala utilizada, este valor corresponde al grado 2, caracterizado por la presencia de más de 10 pequeñas lesiones por ejemplar, lo que valida la estabilidad de la defensa genética.

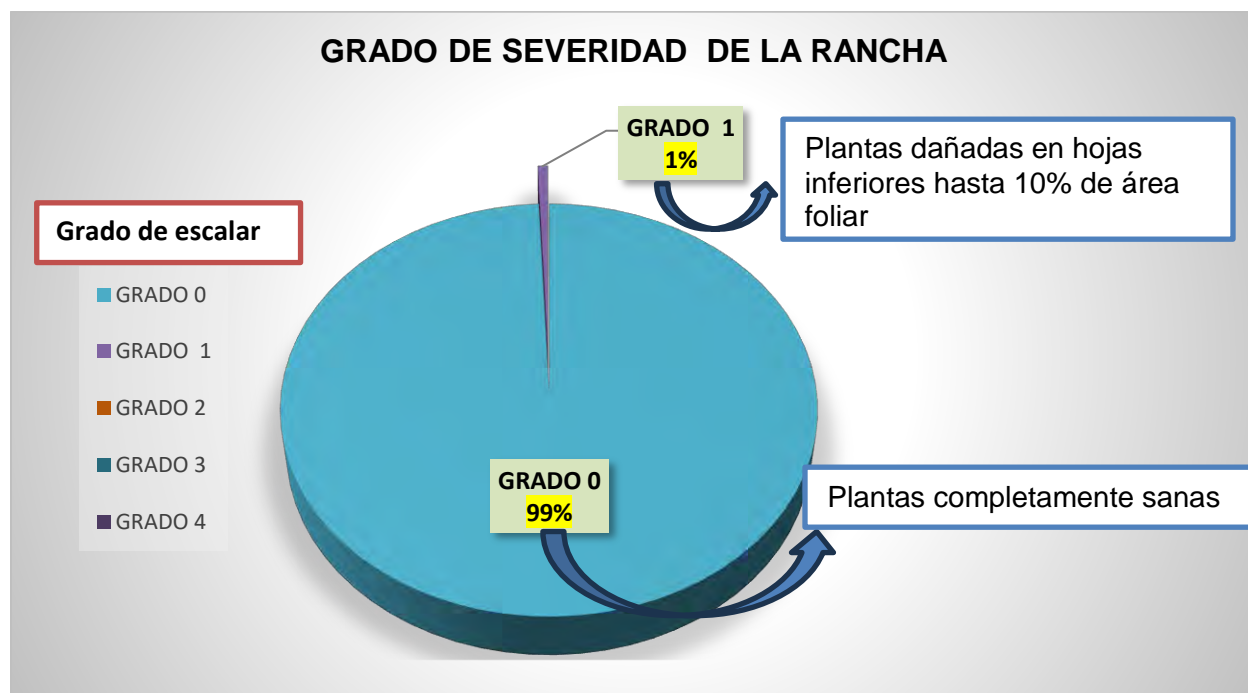
Grado de severidad de tizón tardío

$$Severidad(\%) = \left(\frac{\sum n \times v}{i \times N} \right) \times 100$$

Cuadro 11: Grados del daño de rancha de la papa en tres momentos de evaluación desde la siembra

N.º de orden	Híbridos	A los 91 días de la siembra					A los 106 días de la siembra					A los 121 días de la siembra				
		Grado de daño					Grado de daño					Grado de daño				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	H-121	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
2	H-083	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
3	H-274	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
4	H-166	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
5	H-022	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
6	H-237	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
7	H-186	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
8	H-060	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
9	H-190	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
10	H-S/C	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
11	H-006	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
12	H-140	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
13	H-S/C	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
14	H-290	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
15	H-275	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
16	H-262	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
17	H-202	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
18	H-097	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
19	H-045	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
20	H-199	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
21	H-220	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
22	H-218	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
23	H-281	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
24	H-023	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
25	H-194	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
26	H-072	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
27	H-285	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
28	H-165	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
29	H-164	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
30	H-002	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
TOTAL		300	0	0	0	0	300	0	0	0	0	294	6	0	0	0
PROMEDIO EN %		33.3	0	0	0	0	33.3	0	0	0	0	32.7	0.67	0	0	0

Gráfico 04: Grado de daño en los 30 híbridos de Tizón tardío



Interpretación: En el Cuadro 11 y Grafico 04 se puede observar que durante la evaluación de los 30 híbridos de papa mostraron un crecimiento y desarrollo vegetativo normal, óptimos para la evaluación. De acuerdo a los resultados que se observa en el Cuadro 12 y Grafico 04, podemos demostrar del total de 900 plantas evaluadas en los tres momentos se muestra, que 894 plantas pertenecen al Grado 0 equivalente al 99% de plantas completamente sanas sin lesiones en las hojas (H-121, H-083, H-274, H-166, H-022, H-237, H-186, H-190, H-S/C, H-006, H-140, H-S/C, H-290, H-275, H-262, H-202, H-097, H-045, H-199, H-220, H-218, H-281, H-023, H-285, H-165, H-164 y H-002), seis plantas pertenecen al Grado 1 que equivale a 1% de plantas con pequeñas lesiones en las hojas (H-060, H-194 y H-072).

Cuadro 12: Porcentaje de severidad de daño (%) del tizón tardío en tres momentos de evaluación desde la siembra.

Tizón tardío					
Bloques	N.º de orden	Híbridos	Severidad de daño en (%)		
			A los 91 días de la siembra	A los 106 días de la siembra	A los 121 días de la siembra
BLOQUE - I	1	H-121	0	0	0
	2	H-083	0	0	0
	3	H-274	0	0	0
	4	H-166	0	0	0
	5	H-022	0	0	0
	6	H-237	0	0	0
	7	H-186	0	0	0
	8	H-060	0	0	4
	9	H-190	0	0	0
	10	H-S/C	0	0	0
BLOQUE - II	11	H-006	0	0	0
	12	H-140	0	0	0
	13	H-S/C	0	0	0
	14	H-290	0	0	0
	15	H-275	0	0	0
	16	H-262	0	0	0
	17	H-202	0	0	0
	18	H-097	0	0	0
	19	H-045	0	0	0
	20	H-199	0	0	0
	21	H-220	0	0	0
	22	H-218	0	0	0
	23	H-281	0	0	0
	24	H-023	0	0	0
	25	H-194	0	0	6
	26	H-072	0	0	2
	27	H-285	0	0	0
	28	H-165	0	0	0
BLOQUE - III	29	H-164	0	0	0
	30	H-002	0	0	0

De acuerdo al Cuadro 12 de los resultados obtenidas en la investigación, se identifica que esta enfermedad tiene severidad no significativa en los 30 híbridos de papa a los 91 días y 106 días desde la siembra, el porcentaje de severidad de daño de tizón

tardío alcanza niveles cero, sin embargo, a los 121 días alcanza niveles mínimos hasta 6% de grado 1 en H-194, 4% de grado 1 en H-060 y 2% de grado 1 en H-072. Según la severidad se demuestra que 90% de los 30 híbridos tienen resistencia genética y 10% son tolerantes. Condición demostrada en los dos ciclos anteriores de evaluación clonal. Además, es importante señalar que en la campaña agrícola del 2022 al 2023 la precipitación durante el periodo vegetativo de la papa fue mínima, por lo que las condiciones ambientales pudieron afectar la incidencia de la enfermedad. Los híbridos que presentaron un alto grado de resistencia a esta enfermedad son las siguientes: H-121, H-083, H-274, H-166, H-022, H-237, H-186, H-190, H-S/C, H-006, H-140, H-S/C, H-290, H-275, H-262, H-202, H – 097, H-045, H-199, H-220, H-218, H-281, H-023, H-285, H-165, H-164, H-002, sin ningún rasgo de síntoma de tizón tardío porque estos genotipos de papa tienen el tipo de resistencia horizontal gobernado por muchos genes llamados también resistencia duradera y estos pueden servir para la mejora genética en papa.

A acuerdo a Frías, G. A. (2000). La reacción a la infección por *Phytophthora infestans* varió ampliamente en los genotipos, detectándose severidades de la enfermedad desde 0 hasta 100%.

Figura 21: muestra de planta con grado 0



Figura 22: muestra de planta con grado 01

**Cuadro 13:** *Híbridos de papa que muestran síntomas de rancha*

Híbridos	A los 91 días de la siembra					A los 106 días de la siembra					A los 121 días de la siembra					% incidencia de daño	% de severidad
	Grado de daño					Grado de daño					Grado de daño						
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
H-060	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0	20	4
H-194	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0	30	6
H-072	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0	10	2

Según el cuadro 13 Esta enfermedad alcanzo leves daños a los 121 días después de la siembra. Los híbridos que presentan síntomas de esta enfermedad son las siguientes: H-060 con 20% incidencia y 4% de severidad; H- 194 con 30% incidencia y 6% de severidad, y por último H – 072 con 10% incidencia y 2% de severidad. Estos híbridos se concederán como tolerantes a la rancha.

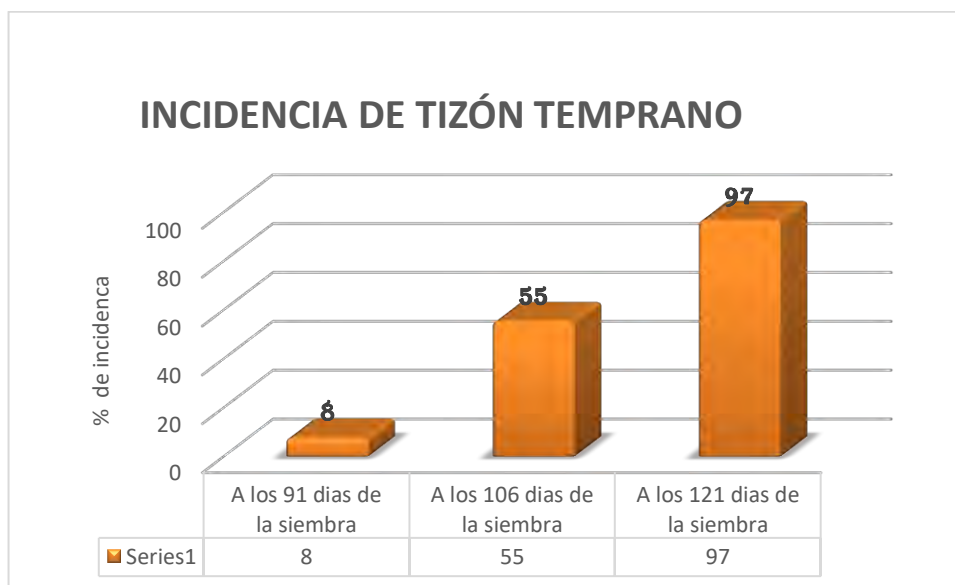
6.2. Evaluación de daño de *Alternaria solani* según grado escalar

Incidencia de tizón temprano

$$\% \text{ de incidencia de daño} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas enfermas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \times 100$$

Cuadro 14: incidencia de daño (%) de *Alternaria solani* en tres momentos de evaluación desde la siembra.

TIZÓN TEMPRANO					
Bloques	N.º de orden	Híbridos	Incidencia de daño (%)		
			A los 91 días de la siembra	A los 106 días de la siembra	A los 121 días de la siembra
BLOQUE - I	1	H-121	0	30	90
	2	H-083	0	50	100
	3	H-274	0	60	100
	4	H-166	0	20	90
	5	H-022	20	60	90
	6	H-237	10	70	100
	7	H-186	20	40	100
	8	H-060	10	70	100
	9	H-190	0	70	100
	10	H-S/C	0	40	100
BLOQUE - II	11	H-006	0	100	100
	12	H-140	0	40	100
	13	H-S/C	10	70	100
	14	H-290	0	20	70
	15	H-275	20	20	100
	16	H-262	20	60	100
	17	H-202	0	80	90
	18	H-097	20	90	100
	19	H-045	0	50	100
	20	H-199	30	50	100
	21	H-220	10	70	100
	22	H-218	20	90	100
	23	H-281	0	70	100
	24	H-023	10	90	100
	25	H-194	0	30	100
	26	H-072	10	90	100
	27	H-285	0	40	90
	28	H-165	0	40	90
BLOQUE - III	29	H-164	0	20	90
	30	H-002	20	30	100
Promedio en (%)			8	55	97

Gráfico 05: incidencia de tizón temprano (*Alternaria solani*)

Según el cuadro 14 y gráfico 05, Para esta enfermedad la incidencia a los 91 días alcanzó niveles bajos en las plantas con un promedio de 8% de las 300 plantas evaluadas, donde algunos híbridos tienen 0% y el H-199 llegó hasta un 30% de incidencia; a los 106 días desde la siembra el porcentaje de la incidencia de tizón temprano alcanza un promedio de 55%, sin embargo a los 121 días después de la siembra el porcentaje de incidencia alcanza niveles moderados y fuertes con un promedio de 97% de las 300 plantas evaluadas. Según la incidencia en la última evaluación en promedio se determinó que el 3% son tolerantes y el 97% de las 300 plantas evaluadas de papa son susceptibles.

Según la escala propuesta por Rojas y Muñoz (2010) para evaluar la resistencia a hongos, los clones se agrupan en cuatro categorías de susceptibilidad: Tolerantes (1-17% de síntomas), Medianamente tolerantes (17-30%), Susceptibles (30-49%) y Muy susceptibles (más del 50% de incidencia y severidad).

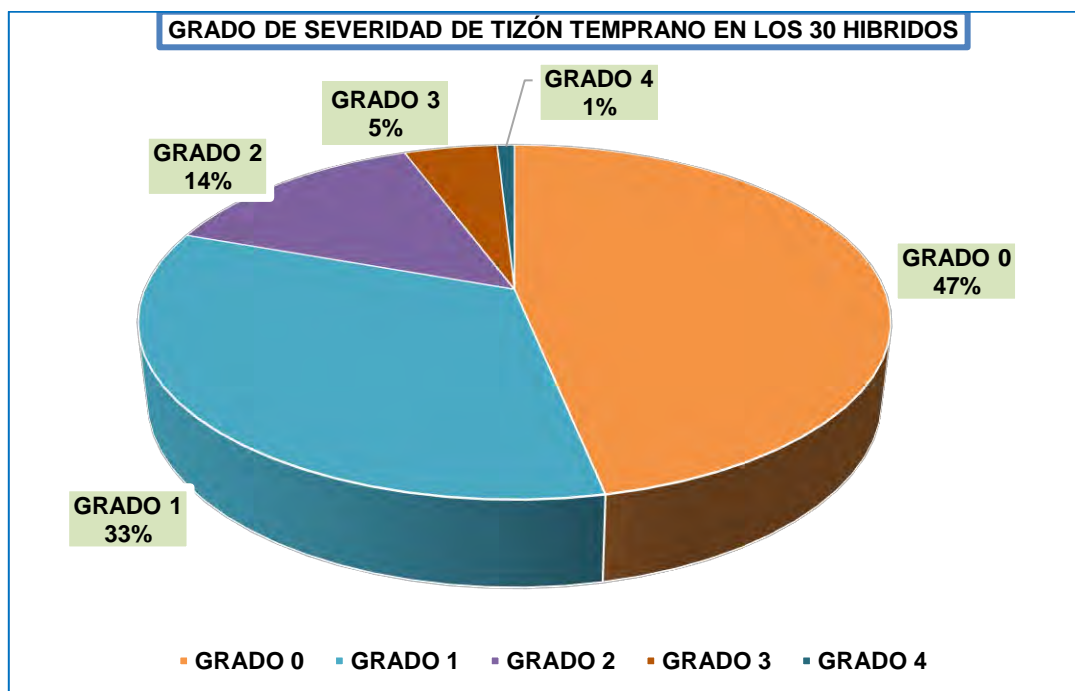
Grado de severidad de tizón temprano

$$Severidad(\%) = \left(\frac{\sum n \times v}{i \times N} \right) \times 100$$

Cuadro 15: Grados de severidad del daño de *Alternaria solani* en tres momentos de evaluación desde la siembra.

N.º de Orden	HÍBRIDOS	Grado de daño					Grado de daño					Grado de daño				
		A los 91 días de la siembra					A los 106 días de la siembra					A los 121 días de la siembra				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	H-121	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0	1	9	0	0	0
2	H-083	10	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	0
3	H-274	10	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	7	3	0	0
4	H-166	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0	1	7	2	0	0
5	H-022	8	2	0	0	0	4	6	0	0	0	1	5	4	0	0
6	H-237	9	1	0	0	0	3	7	0	0	0	0	3	5	2	0
7	H-186	8	2	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	5	4	1
8	H-060	9	1	0	0	0	3	6	1	0	0	0	0	5	4	1
9	H-190	10	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	1	8	1	0
10	H-S/C	10	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	7	3	0	0
11	H-006	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	2	6	2	0
12	H-140	10	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	7	3	0	0
13	H-S/C	9	1	0	0	0	3	5	2	0	0	0	5	4	1	0
14	H-290	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0	3	6	1	0	0
15	H-275	8	2	0	0	0	8	2	0	0	0	0	6	4	0	0
16	H-262	8	2	0	0	0	4	5	1	0	0	0	0	6	4	0
17	H-202	10	0	0	0	0	2	8	0	0	0	1	8	1	0	0
18	H-097	8	2	0	0	0	1	9	0	0	0	0	5	4	1	0
19	H-045	10	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	8	2	0	0
20	H-199	7	3	0	0	0	5	5	0	0	0	0	1	3	4	2
21	H-220	9	1	0	0	0	3	7	0	0	0	0	4	6	0	0
22	H-218	8	2	0	0	0	1	5	4	0	0	0	2	5	3	0
23	H-281	10	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	6	4	0	0
24	H-023	9	1	0	0	0	1	6	3	0	0	0	1	4	4	1
25	H-194	10	0	0	0	0	7	2	1	0	0	0	0	4	3	3
26	H-072	9	1	0	0	0	1	7	2	0	0	0	1	3	6	0
27	H-285	10	0	0	0	0	6	4	0	0	0	1	3	3	3	0
28	H-165	10	0	0	0	0	6	4	0	0	0	1	5	3	1	0
29	H-164	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0	1	6	3	0	0
30	H-002	8	2	0	0	0	7	3	0	0	0	0	8	2	0	0
TOTAL		277	23	0	0	0	134	152	14	0	0	10	128	111	43	8
PROMEDIO EN %		30.8	2.56	0	0	0	14.9	16.9	1.56	0	0	1.11	14.2	12.3	4.78	0.89

Gráfico 06: Grado de daño de tizón temprano en los 30 híbridos de papa.

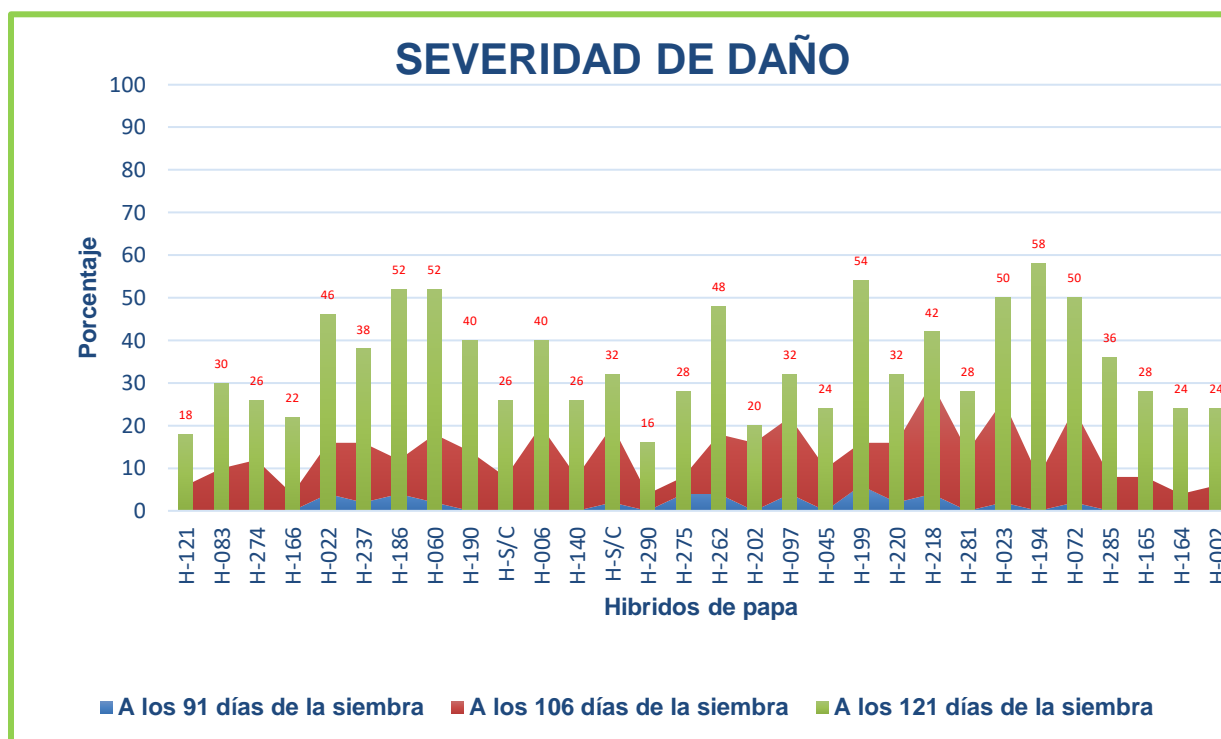


Según Cuadro 15 y Gráfico 06 se puede observar que durante la evaluación de los 30 híbridos de papa se identifica un total de 900 plantas evaluadas en tres momentos, los 421 plantas pertenecen a Grado 0 equivalente a 47% de plantas completamente sanas sin lesiones en las hojas, 303 plantas pertenecen al Grado 1 equivalente a 33% de plantas con pequeñas lesiones en hojas hasta el 10% de área foliar, 125 plantas pertenecen al Grado 2 que equivale a 14% de plantas dañadas en hojas basales y hojas del tercio medio hasta en un 20% en área foliar, 43 plantas pertenecen al Grado 3 equivalente al 5% de plantas dañadas en más de 20% hasta 40% de hojas dañadas y 8 plantas pertenecen al Grado 4 que equivale al 1% de plantas dañadas en más del 40% de hojas y tallos. Según la severidad demuestra que el 47% de plantas son resistentes a *Alternaria solani*, mientras que el 57% de plantas tienen cierta tolerancia y el 6 % de plantas son susceptibles a esta enfermedad.

Cuadro 16: Porcentaje de severidad de daño (%) de *Alternaria solani* en tres momentos de evaluación desde la siembra.

Tizón temprano					
Bloques	N.º de orden	Híbridos	Severidad de daño en (%)		
			A los 91 Días de la siembra	A los 106 días de la siembra	A los 121 días de la siembra
BLOQUE - I	1	H-121	0	6	18
	2	H-083	0	10	30
	3	H-274	0	12	26
	4	H-166	0	4	22
	5	H-022	4	12	26
	6	H-237	2	14	38
	7	H-186	4	8	52
	8	H-060	2	16	52
	9	H-190	0	14	40
	10	H-S/C	0	8	26
BLOQUE - II	11	H-006	0	20	40
	12	H-140	0	8	26
	13	H-S/C	2	18	32
	14	H-290	0	4	16
	15	H-275	4	4	28
	16	H-262	4	14	48
	17	H-202	0	16	20
	18	H-097	4	18	32
	19	H-045	0	10	24
	20	H-199	6	10	54
	21	H-220	2	14	32
	22	H-218	4	26	42
	23	H-281	0	14	28
	24	H-023	2	24	50
	25	H-194	0	8	58
	26	H-072	2	22	50
	27	H-285	0	8	36
	28	H-165	0	8	28
BLOQUE - III	29	H-164	0	4	24
	30	H-002	4	6	24

Gráfico 07: Porcentaje de severidad de daño (%) de *Alternaria solani* en tres momentos de evaluación desde la siembra.



De acuerdo al Cuadro 16 y Gráfico 07 de los resultados obtenidos en la investigación, se puede observar un avance gradual de la enfermedad en los 30 híbridos de papa, llegando hasta un 58% de severidad en H-194 a los 121 días después de la siembra. Según la severidad se demuestra que 3% de los 30 híbridos es tolerante, 47% son medianamente tolerantes, 30% son susceptibles y 20% son muy susceptibles. Los híbridos que presentaron un alto grado de tolerancia a esta enfermedad es la siguiente: H-290; los siguientes híbridos son medianamente tolerantes: H-121, H-202, H-083, H-274, H-166, H-022, H-S/C, H-140, H-275, H-045, H-281, H-165, H-164 y H-002; los híbridos susceptibles son: H-237, H-190, H-006, H-S/C, H-262, H-097, H-220, H-218, H-285 y los más susceptibles son: H-186, H-060, H-199, H-023, H-194 y H-072.

De acuerdo con el estudio de Rojas y Muñoz (2010), la reacción de los clones ante la presión de patógenos fúngicos se categorizó según el grado de daño observado. Se definieron como materiales tolerantes los que presentaron síntomas hasta el 17%, medianamente tolerantes hasta el 30%, susceptibles hasta el 49%, y muy susceptibles los que sobrepasaron el 50% de incidencia y severidad.

Figura 23: tizón temprano con grado 0



Figura 24: tizon temprano con grado 1



Figura 25: tizón temprano con grado 2



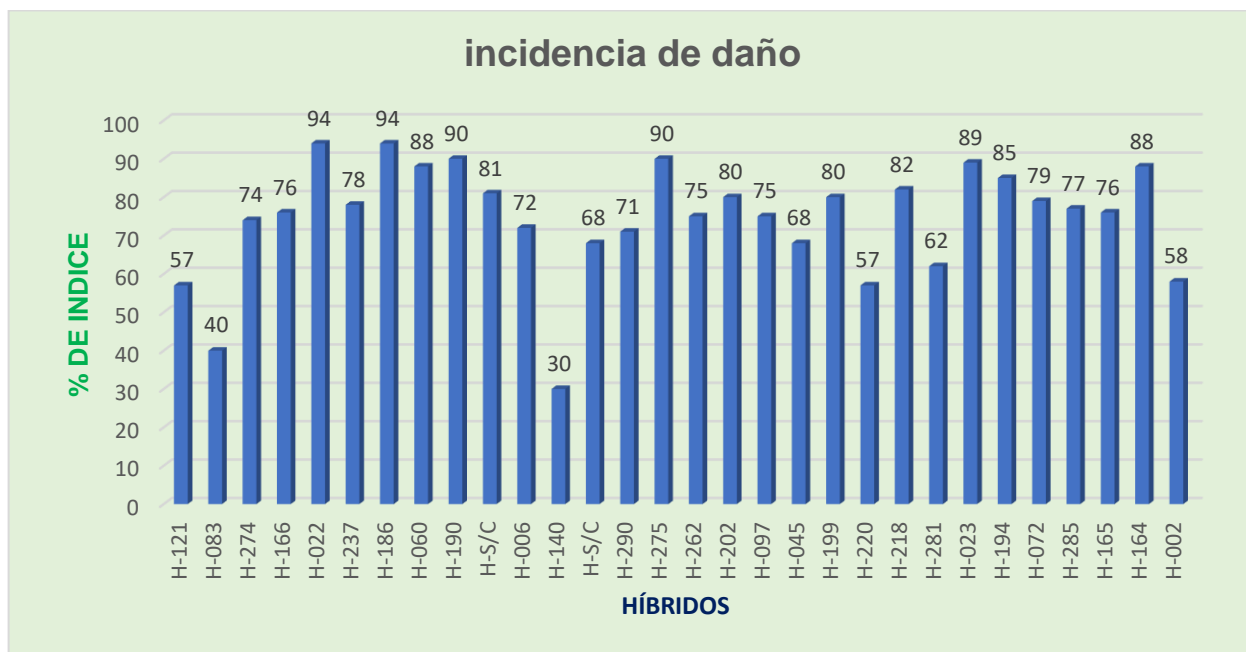
6.3. Evaluación de daño del Gorgojo de los andes según grado escalar

Incidencia de daño de Gorgojo de los Andes

$$\% \text{ de incidencia de daño} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas enfermas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \times 100$$

Cuadro 17: *incidencia de daño del Gorgojo de los andes en los tubérculos de 30 híbridos de papa en la cosecha.*

N° de orden	Incidencia de daño del gorgojo de los andes			
	Híbridos	Tubérculos sanas	Tubérculos infestadas	% incidencia
1	H-121	43	57	57
2	H-083	60	40	40
3	H-274	26	74	74
4	H-166	24	76	76
5	H-022	6	94	94
6	H-237	22	78	78
7	H-186	6	94	94
8	H-060	12	88	88
9	H-190	10	90	90
10	H-S/C	19	81	81
11	H-006	28	72	72
12	H-140	70	30	30
13	H-S/C	32	68	68
14	H-290	29	71	71
15	H-275	10	90	90
16	H-262	25	75	75
17	H-202	20	80	80
18	H-097	25	75	75
19	H-045	32	68	68
20	H-199	20	80	80
21	H-220	43	57	57
22	H-218	18	82	82
23	H-281	38	62	62
24	H-023	11	89	89
25	H-194	15	85	85
26	H-072	21	79	79
27	H-285	23	77	77
28	H-165	24	76	76
29	H-164	12	88	88
30	H-002	42	58	58
TOTAL		766.00	2234.00	
% DE PROMEDIO		25.53	74.47	

Gráfico 08: Incidencia de daño de gorgojo de los andes

Según el Cuadro 17 y Gráfico 08, para esta plaga la incidencia fue significativa de los 30 híbridos de papa en estudio, el porcentaje de incidencia de daño alcanzaron niveles leves, como los híbridos H-083, H-140 llegando a una incidencia leve hasta un 40% de incidencia como el H-083, sin embargo, se identificó híbridos de papa con niveles graves a un máximo de 94% de incidencia como el H-022 y H-186 obtenido en la evaluación. Según la incidencia de daño se demuestra que el 25.53 % de los 3000 tubérculos evaluados tienen resistencia genética; sin embargo, el 74.47% son tolerantes y muy susceptibles.

De acuerdo con el estudio de Alcázar y Salas (2016), la vulnerabilidad de la planta es mayor en la etapa de formación de tubérculos, donde se registra un 60% de perjuicio. La emergencia también muestra una susceptibilidad alta con el 55% de daño, en contraste con las fases de crecimiento vegetativo y maduración, las cuales manifiestan una incidencia constante del 40%.

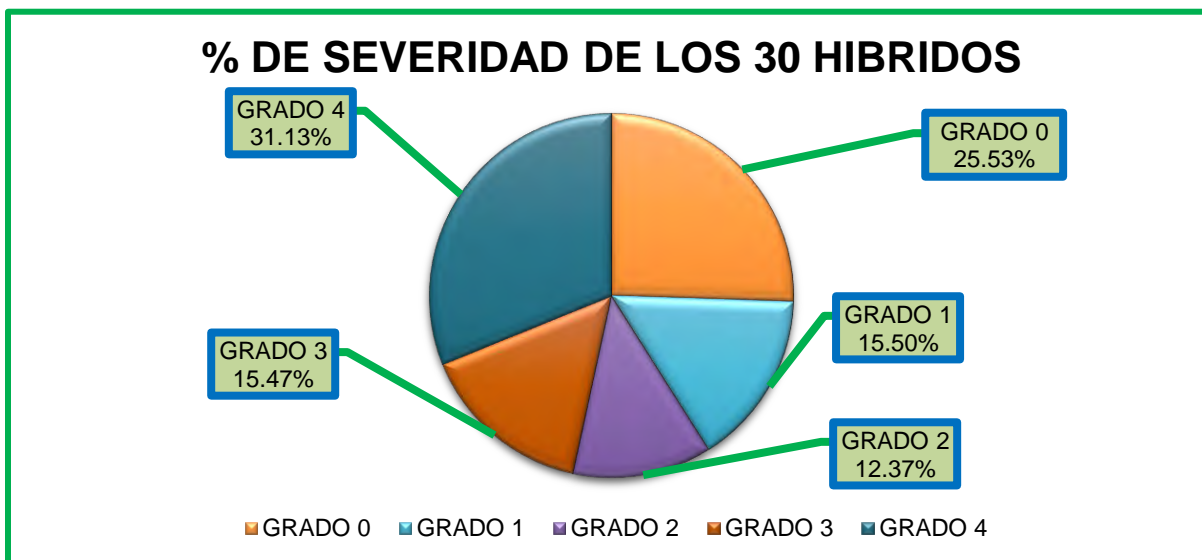
Grado de severidad de gorgojo de los andes

$$Severidad(\%) = \left(\frac{\sum n \times v}{i \times N} \right) \times 100$$

Cuadro 18: Grados de severidad del daño de Gorgojo de los andes en los tubérculos de 30 híbridos de papa en la cosecha.

N.º de orden	Daño de Gorgojo de los Andes							
	Híbridos	Grado de severidad					Total	S (%)
		0	1	2	3	4		
1	H-121	43	31	17	6	3	100	19
2	H-083	60	23	7	6	4	100	14.2
3	H-274	26	33	27	9	5	100	26.8
4	H-166	24	17	11	17	31	100	42.8
5	H-022	6	15	9	22	48	100	58.2
6	H-237	22	13	9	16	40	100	47.8
7	H-186	6	10	11	13	60	100	62.2
8	H-060	12	17	13	18	40	100	51.4
9	H-190	10	14	22	27	27	100	49.4
10	H-S/C	19	13	13	14	41	100	49
11	H-006	28	11	10	27	24	100	41.6
12	H-140	70	17	4	3	6	100	11.6
13	H-S/C	32	14	13	10	31	100	38.8
14	H-290	29	18	13	17	23	100	37.4
15	H-275	10	12	14	24	40	100	54.4
16	H-262	25	10	14	23	28	100	43.8
17	H-202	20	17	16	14	33	100	44.6
18	H-097	25	19	13	20	23	100	39.45
19	H-045	32	13	7	12	36	100	41.4
20	H-199	20	11	17	17	35	100	47.2
21	H-220	43	12	13	13	19	100	30.6
22	H-218	18	11	11	26	34	100	49.4
23	H-281	38	18	9	12	23	100	32.8
24	H-023	11	14	9	14	52	100	56.4
25	H-194	15	13	8	9	55	100	55.2
26	H-072	21	9	8	14	48	100	51.8
27	H-285	23	10	10	15	42	100	48.6
28	H-165	24	20	11	12	33	100	42
29	H-164	12	12	17	22	37	100	52
30	H-002	42	18	15	12	13	100	27.2
TOTAL		766	465	371	464	934	3000	
%		25.53	15.5	12.36	15.46	31.13		

Gráfico 09: Grado de daño de gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*)



Según el Cuadro 18 y Gráfico 09 se tiene los resultados de 30 híbridos de papa, que tuvieron suficiente número de tubérculos para la evaluación de Gorgojo de los Andes en la cosecha. Podemos explicar que los 100 tubérculos muestreados por cada híbrido hacen un total de 3000 tubérculos muestreados, los 766 tubérculos pertenecen al grado 0 que alcanza un promedio de 25.53% de severidad (tubérculos completamente sanos), 465 tubérculos pertenecen al grado 1 con un promedio de 15.5% de severidad (Tubérculos con picaduras superficiales has 10% de daño), 371 tubérculos pertenecen al grado 2 con un promedio de 12.36% de severidad (Tubérculos con perforaciones conspicuas 10 – 20% de daño), 464 tubérculos pertenecen al grado 3 con un promedio de 15.46% de severidad (Tubérculos con perforaciones de 3 a 4 milímetros (mm) de diámetro 30 – 40% de daño) y 934 tubérculos pertenecen al grado 4 con un promedio de 31.13% de severidad (daños fuertes más de 50%).

Según Alcazar, J., & Salas, A. (2016). se nota el mayor porcentaje de daño por Gorgojo de los andes en la maduración y senescencia con un 60%, su menor es en el desarrollo vegetativo de 20% y en la tuberización un 45% de daño.

Figura 26: Grado de severidad de gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*)

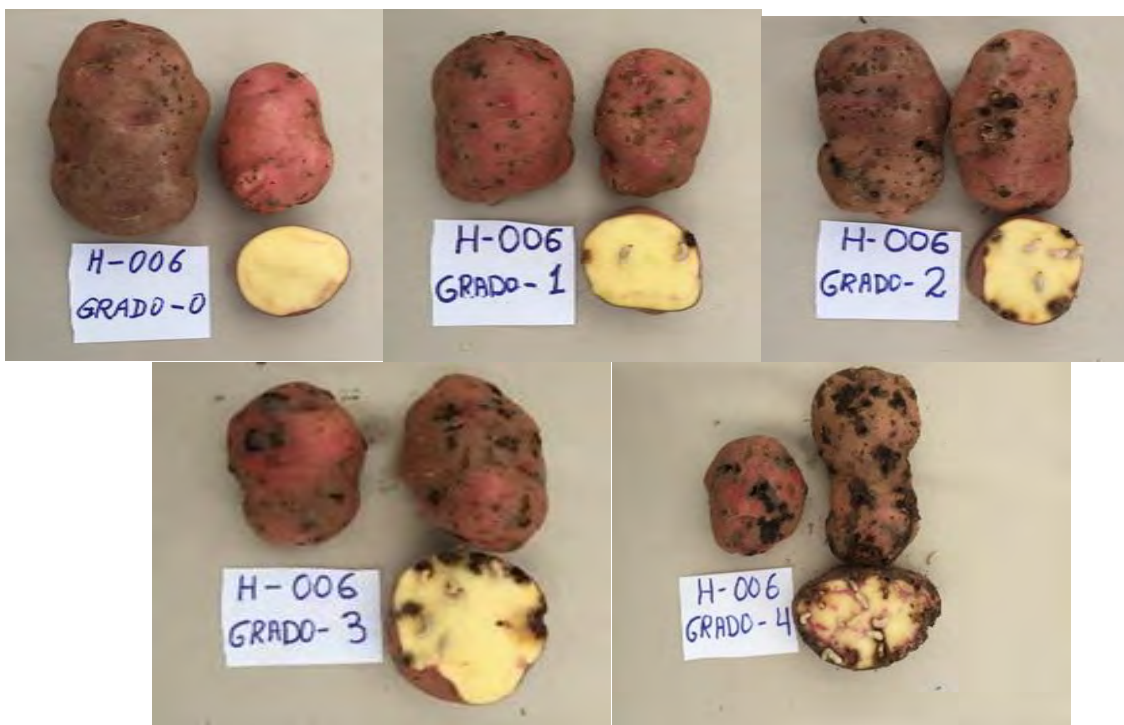
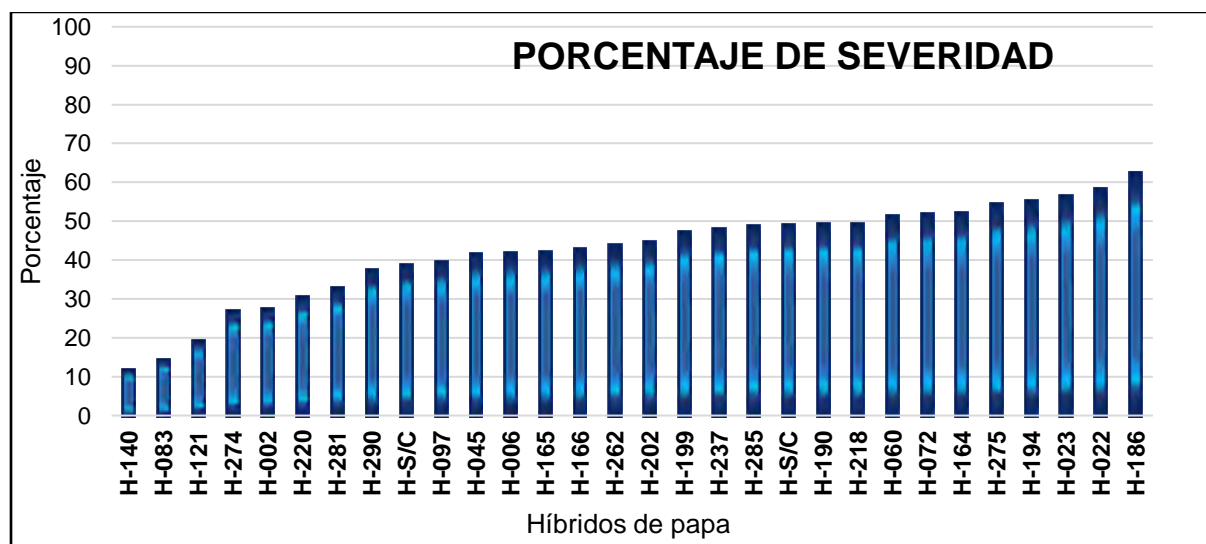


Gráfico 10: Escala de severidad de gorgojo de los andes



Según el Gráfico 10, para esta plaga la severidad fue significativa de los 30 híbridos de papa en estudio, el porcentaje de severidad de daño alcanzaron niveles leves de incidencia como los híbridos H-121, H-083, Y H-140 llegando a un daño máximo de 19% como el H-121, sin embargo, se identificó híbridos de papa con niveles graves a un

máximo de 62.2% de severidad como el H-186 obtenido en la evaluación.

Entre los 30 híbridos de papa se determina que existen clones que presentan alta resistencia y tolerancia a esta plaga, los que se presentan en el siguiente cuadro 20.

Cuadro 19: *Híbridos que muestran la tolerancia a Gorgojo de los andes (premnnotrypes latithorax)*

DAÑO DE GORGOJO DE ANDES							
HÍBRIDOS	GRADO DE SEVERIDAD					TOTAL DE TUBERCULOS	S (%)
	0	1	2	3	4		
H-121	43	31	17	6	3	100	19
H-083	60	23	7	6	4	100	14.2
H-140	70	17	4	3	6	100	11.6

Según el cuadro 19, Esta plaga alcanzo leves daños observados en la cosecha, de los 30 híbridos que presentan síntomas de esta plaga son las siguientes: H-140 con 11% de severidad, H- 083 con 14.2% infestado y H – 121 con 19% grado de daño. Se demuestra que son tolerantes al gorgojo de los andes.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1 CONCLUSIÓN

✓ Resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Concerniente al daño de *Phytophthora infestans*, no hubo incidencia en los 30 híbridos de papa a los 91 días y 106 días desde la siembra, el porcentaje de índice de daño es de grado cero; sin embargo, a los 121 días alcanza niveles máximos hasta 30% de incidencia con 6% de severidad y no supera el grado 1 del daño; entre los 30 híbridos de papa alcanzaron un promedio de 10% con presencia de daño. Se concluye que los 27 híbridos en evaluación son resistentes a *Phytophthora infestans* y 3 híbridos en evaluación son tolerantes. En conclusión, los híbridos con alta resistencia a esta enfermedad son los siguientes: H-121, H-083, H-274, H-166, H-022, H-237, H-186, H-190, H-S/C, H-006, H-140, H-S/C, H-290, H-275, H-262, H-202, H – 097, H-045, H-199, H-220, H-218, H-281, H-023, H-285, H-165, H-164, H-002.

✓ Resistencia a tizón temprano (*Alternaria solani*)

Para esta enfermedad el índice de daño a los 121 días después de la siembra según la incidencia en la última evaluación en promedio se determinó que el 3% son tolerantes y el 97% de las 300 plantas evaluadas de papa son susceptible, llegando al grado de severidad (grado 4) con un promedio de 35%. En conclusión el híbrido que presenta un alto grado de tolerancia a esta enfermedad es la siguiente: H-290; los siguientes híbridos son medianamente tolerantes: H-121, H-202, H-083, H-274, H-166, H-022, H-S/C, H-140, H-275, H-045, H-281, H-165, H-164 y H-002; los híbridos susceptibles son: H-237, H-190, H-006, H-S/C, H-262, H-097, H-220, H-218, H-285 y los más susceptibles son: H-186, H-060, H-199, H-023, H-194 y H-072.

✓ **Tolerancia al Gorgojo de los Andes (*Premnoprypes latithorax*) en la cosecha**

En la evaluación de Gorgojo de los Andes en la cosecha, de un total de 3000 tubérculos muestreados 100 por cada híbrido, se demuestra que el 25.53 % según índice de daño tienen resistencia genética; sin embargo, el 74.47% son tolerantes y muy susceptibles. En conclusión, para esta plaga la severidad fue significativa de los 30 híbridos de papa en estudio, el porcentaje de severidad de daño alcanzaron niveles leves de incidencia como los híbridos H-121, H-083 y H-140 llegando a un daño máximo de 19% como el H-121, además son clones que presentan alta resistencia y tolerancia a esta plaga, sin embargo, se identificó híbridos de papa con niveles graves a un máximo de 62.2% de severidad como el H-186 obtenido en la evaluación.

7.2 SUGERENCIA

- ✓ Es necesario realizar más trabajos de investigación promoviendo la evaluación la rancho y tizón temprano en los híbridos. Esto facilitará el éxito comercial y la integración de las variedades recientemente desarrolladas, orientadas a elevar los estándares de nutrición, garantizar el acceso a alimentos y mejorar las condiciones de vida de la población.
- ✓ Es necesario realizar réplicas de este ensayo utilizando los híbridos de mayor potencial, asegurando un análisis estadístico más riguroso. Esto permitirá comprender mejor cómo reaccionan las plantas ante el entorno ambiental en cada una de sus etapas de desarrollo.
- ✓ Repetir el experimento con los híbridos resistentes en suelos de altura, para permitir mejorar su aceptabilidad, utilizando niveles de fertilización para comprobar su respuesta a la rancho y el tizón temprano.
- ✓ Para los siguientes estudios se recomienda trabajar con los siguientes híbridos: H-121, H-083, H-274, H-166, H-022, H-237, H-186, H-190, H-S/C, H-006, H-140, H-S/C, H-290, H-275, H-262, H-202, H – 097, H-045, H-199, H-220, H-218, H-281, H-023, H-285, H-165, H-164, H-002. por ser los híbridos con mayor resistencia a la rancho de papa.
- ✓ Para las siguientes investigaciones comprobar la respuesta de resistencia de los híbridos H-121, H-290 y H-202 a la *Alternaria solani*.
- ✓ Es necesario llevar a cabo un estudio de validación de insecticidas para el manejo del gorgojo de los Andes, puesto que se identificó como la plaga de mayor impacto y prevalencia en las unidades experimentales evaluadas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Escallón, R., & Ramírez, M. (2005). Evaluación del potencial de rendimiento y de la resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont. de Bary) en la colección de papas redondas amarillas de la especie *Solanum phureja* (Juz. et Buk.). SciELO Analytics. https://doi.org/scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652005000100005&script=sci_arttext.
- Ivette Acuña B., Camila Sandoval S, & Constanza Se. (2021). Tizon temprano. INIA, 7.
- (INIA), C. N. (1999). Variedades de papa con resistencia a la ranca. INIA.
- Acuña, I., & et al. (2021). Enfermedades de la papa: Plataforma de evaluación de riesgo sanitario. <https://doi.org/https://enfermedadespapa.inia.cl>.
- Alcazar , J., & SALAS, A. (2016). Evaluación de la susceptibilidad de genotipos de especies silvestres de papa (*Solanum spp.*) al gorgojo de Los Andes *Premnotypes suturicallus* Kuschel. Centro Internacional de la Papa.
- Arzuaga, J., & Estevez, A. (1982). Evaluación de la resistencia a alternaria solani en condiciones de campo de seis variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Durante tres años. Cultivo tropicales, 9.
- Bayona, R. E. (2020). "Manejo integrado de plagas en papa". Financiamiento, Asistencia Técnica y Capacita.
- Bravo.C, H. (2011). "Influencia del tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado del cacao clon CCN-51 en la calidad física y organoléptica de los grano.s y licor". Universidad Agraria de la Selva.
- Cabrera , E. H. (2021). "Tecnologías amigables para la eliminación del gorgojo de los Andes (*Premnotypes suturicallus* Kuschel: Phtorimaea operculella) en cultivos de papa: Revisión sistemática". Universidad Cesar Vallejo.
- Cabrera, I. (2008). La ranca de la papa en cajamarca (*Phytophthora infestans*). Ministerio de agricultura. <https://doi.org/https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/574/1/C>

abrera-La_Rancha_de_la_Papa_en_Cajamarca.pdf

- Carrasco, E., Estrada, N., & Gabriel, J. (1997). Seis Cultivares Potenciales de Papa con Resistencia al Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa, 122(115), 122. <https://doi.org/https://pdfs.semanticscholar.org/ca19/d42ffb4d0a7f53a485cdd2d3cb0b77eb2fcc.pdf>
- Catalan, W. (2013). Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa. Guia practica .
- Catalan, W., & Cosio Cuentas, T. (2020). Morada-cica: Variedad de papa resistente a *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. comunicación corta. <https://doi.org/file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-Moradacica-7502641.pdf>
- Ccallo, Y. (2020). Evaluación y caracterización en f1 de la cruza k1-morado 2Ax negra MG, de papa (*Solanum tuberosum* L.) Bajo condiciones del centro agronómico k'ayra-cusco. Tesis.
- CIP. (2015). Roots and tubers improving the lives of the poor: Annual report 2015. Reporte. <https://doi.org/cipotato.org>
- CIP, C. I. (2000). "Descripción de la enfermedad de (*Phytophthora infestans*)" centro internacion de papa.
- Contreras, H. (2025). 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. Tesis.
- Cordova, A. V., & Sanches, F. M. (2001). Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) En el ejido francisco i. Maderodel plan chontalpa, Tabasco, México. Universidad y Ciencia, 96.
- Cruz, R. T. (2014). "Evaluacion del comportamiento del gorgojo de los andes (*Premnotrypes suturicallus*)-en.05 variedades de papa nativa: Lircay - Huancavelica". Universidad Nacional de Nuancavelica.
- Cuesta, X., & Rivadeneiro, J. (2020). Mejoramiento genetico de papa. INIAP.
- Erwin, D., & Ribeiro, K. (1996). Phytophthora diseases worldwide (en línea). Plant Pathology.
- Escallon, R., & Ramirez, M. (2005). Evaluación del potencial de rendimiento y resistencia

- a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en la colección de papas redondas amarillas de la especie *Solanum phureja*. Tesis.
- Espinoza , Z. A. (2014). Obtención y evaluación de aceites esenciales de plantas, para el control del gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) en el centro de Quipaquipani, Viacha. Universidad Mayor de San Andres. <https://doi.org/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/52>
- Estrada Ramos, N. (1994). Mejoramiento de papa para la resistencia a las enfermedades. Instituto Colombia agropecuario (Ica).
- Fajardo, D. A., Moreno, J. D., & Marcela Díaz, M. (2003). Identificación de Genes R1 y R2 que confieren resistencia a *Phytophthora infestans* en genotipos colombianos de papa. Google Academico.
- FAO. (2010). Repositorio digital de UDLA. Recetario de platillos tradicionales del altillano marquense- La papa: <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/6/12880327433890/recetariocorregidobajaresolucionfinal.pdf#:~:text=La%20papa%20es%20un%20alimento%20que%20posee,una%20oportunidad%20de%20alimento%20ante%20las%20crisis>
- Forbes, G., & Perez, W. (2014). Evaluación de la resistencia en genotipo de papa a *Phytophthora infestans* bajo condiciones de campo. Guía para colaboradores internacionales.
- Frías, G. A. (2000). Reacción de 18 Genotipos de Papa (*Solanum tuberosum*) a los Tizones Tardío y Temprano y Evaluación de la Diversidad de Razas de *Phytophthora infestans* en Coahuila y Nuevo León. Revista Mexicana de Fitopatología. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/612/61219103.pdf>
- García, A., & Pico, B. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. Scielo , 33.
- Gómez, R. P. (2018). "Proyecto de pre factibilidad para la instalación de una planta de industrialización de pasta de cacao (*Theobroma cacao*) y exportación a estados unidos de norte America". Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Gonzales Aldana, M., & CIP, C. (2021). El Gorgojo de Los Andes y el Clima. Papa familia y clima.

- <https://doi.org/https://gestionparticipativa.pe.iica.int/getattachment/0b46c5ab-ad3e-491a-b4d4-e7994775accf/Texto-de-Debate-5-3-El-Gorgojo-de-Los-Andes-y-el-C.aspx>
- Henfling, W. (1987). El tizon tardio de la papa. CIP.
- Huaman, Z. (1994). Drescriptores de la Papa para la caracterizacion Basica de collecciones Nacionales. Centro Internacional de la Papa(CIP).
- INIA. (1999). Variedades de papa con resistencia a rancha. Inia.
- INIA. (2014). Papa INIA 323- Huayro amazonense. Direccion de Investigacion Agraria. <https://doi.org/https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/928/1/INIA%20323%20Papa.pdf>
- INIA, C. (2002). compendio de informacion tecnica. INIA. https://doi.org/https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/862/1/INIA-Papa_compendio_informaci%c3%b3n_t%c3%a9cnica.pdf
- Maribel, S. (1984). Identificacion de hongos asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el valle de Zapotita nenepoca seca. Universidad de el Salvador.
- Méndez Leal, P. (2010). Antecedentes Fenológicos Asociados al Manejo del Cultivo de Papa. INIA.
- Molina J. de D., Mairena, B., & Lesvia, B. (2004). Guia de MIP en el cultivo de la papa. INTA.
- Montaldo, A. (1984). Cultivo y Mejoramiento de la papa.
- Montes, C., Muñoz, L., & et al. (2010). Evaluación de patógenos en clones de lulo. Artículo.
- Núñez, V. L. (2014). Estudio de la susceptibilidad de variedades de papa a sarna común (*Streptomyces scabies* y *S. acidiscabies*) y tizón temprano (*Alternaria solani*). Montevideo-Uruguay.
- Otiniano V, R. (2017). Fotografia. Manual de cultivo de papa para pequenos productores.
- Otiniano, R. (2018). Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra, norte del Perú. Asociacion Pataz. <https://doi.org/https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>
- PROCIPA, & CIP. (1993). Resistencia a *Alternaria solani*. Informe Anual de Resultados,

Peru, Lima .

- Ramirez , A. (2022). Área foliar y rendimiento de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo cultivo en invernadero . Universidad Autónoma del Estado de México.
- Rodríguez, L. E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. fitomejoramiento, recursos genéticos y biología molecular.
- Rojas, C. M., & Muñoz, L. A. (2010). Evaluación de patógenos en clones de lulo (*Solanum quitoense*). Scielo.
- Senamhi. (2023). Pronosticos de condiciones agrometeorológicas favorables para la incidencia de enfermedades. Ministerio del Ambiente. <https://doi.org/https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02977SENA-172.pdf>
- Toledo, M. (2020). Manejo de la enfermedad "Tizon tardío" (*Phytophthora infestans*) de la papa. Allan Meneses, Miriam Villeda.
- Torres, I. A. (2002). Manual de las enfermedades mas importantes de la papa en el peru. Centro Internacional de la Papa. <https://doi.org/http://cipotato.org/wp-content/uploads/2002/05/002485-1.pdf>
- Trujillo, E. e. (2019). Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de papas. Area de agricultura. [https://doi.org/https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_686_Man](https://doi.org/https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_686_Manejo.pdf)
ejo.pdf
- Ttito, R. (2014). "Evaluación del comportamiento del Gorgojo de los andes (*Premnotrypes suturicallus*)-en las variedades de papas nativas- Litycay Huancavelica". Facultad de Ciencias Agrarias.
- Velásquez, J. L. (2011). Caracterización de híbridos interespecíficos de papa diploide (*Solanum spp.*) para su uso en cruzamientos 4x – 2x. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Wiersema, S. G. (2002). Botánica sistemática y morfología de la papa. En INIA, Papa compendio de información técnicas.
- Zachmann, R. (1982). El tizon temprano de la papa. Centro Internacional de la Papa.

ANEXO

Anexo 1: Clasificación de los 30 híbridos según los caracteres biométricos de papa a resistencia a racha, tizón temprano y gorgojo de los andes.

Cuadro 20: *Croquis y clasificación de los 30 híbridos*

SURCO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
BLQUE- I - A	H-121														H - 083											H - 274										H - 166										H - 022												
	AA														AA											A										A										B												

SURCO	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107					
BLQUE- I - B	H - 237														H- 186										H - 060										H - 190										H - S/C									
	B														B										B										A										C									

SURCO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
BLQUE- II - A	H - 006											H - 140					H - S/C					H - 290					H - 275										H - 262					H - 202					H - 097													
	A											AA					B					B					C										C					AA					B													

SURCO	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109					
BLQUE- II - B	H - 045									H - 199									H - 220			H - 218			H - 281					H - 023			H - 194			H - 072										H - 285					H - 165			
	B									C									B			AA			AA					B			C			B										A					C			

SURCO	1	2	3	4
BLQUE- III	H-164 A	H-002 A		

Donde:

AA: Muy bueno
A: Bueno
B: Regular
C: Descartado

[illegible][illegible]

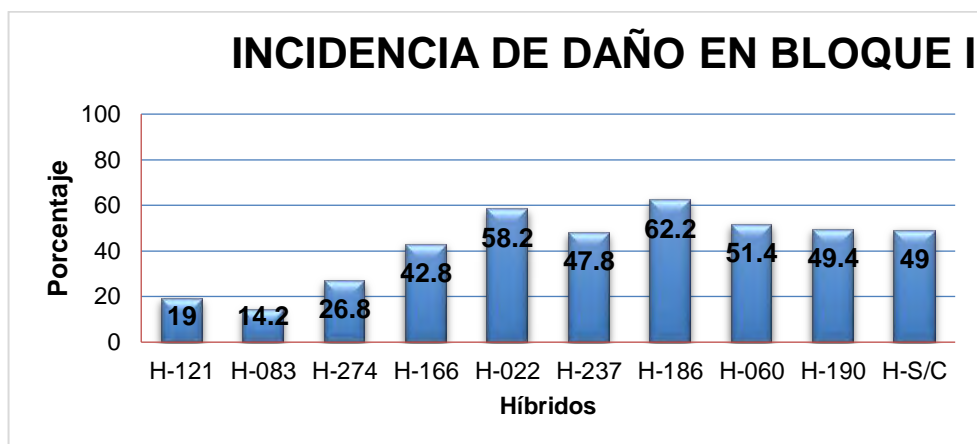
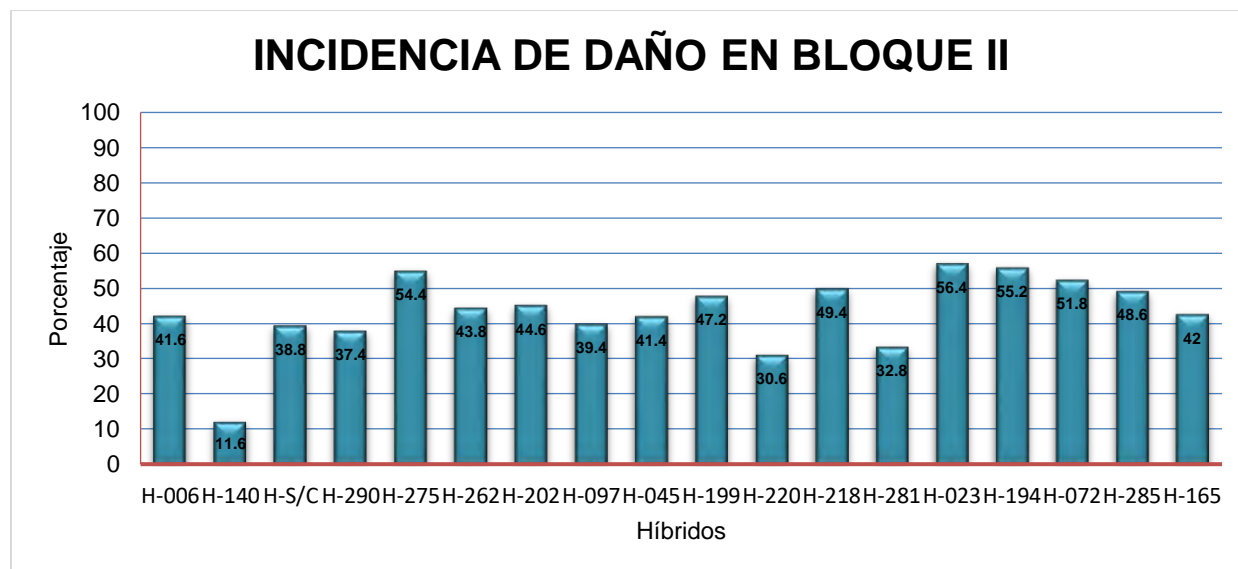
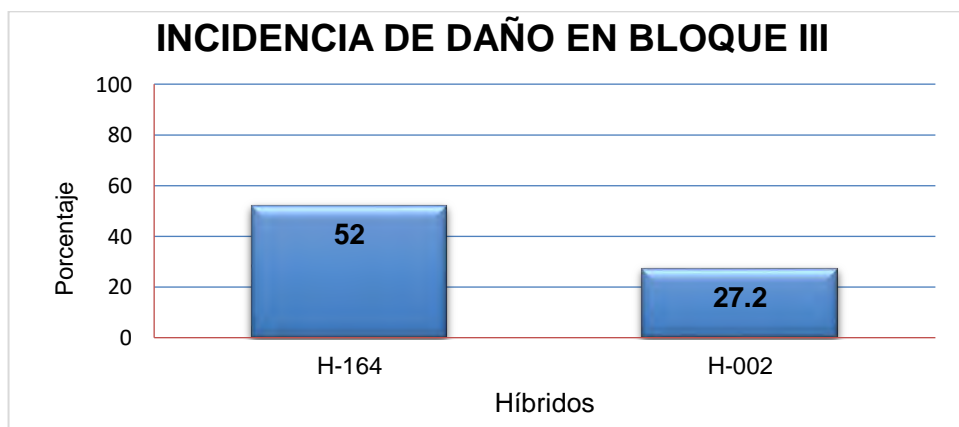
[illegible]

[illegible]

[illegible]

Cuadro 23: *Evaluación del daño de gorgojo de los andes*

N° DE ORDEN	DAÑO DE GORGOJO DE ANDES						
	HÍBRIDOS	GRADO DE DAÑO					TOTAL
		0	1	2	3	4	
1	H-121	43	31	17	6	3	100
2	H-083	60	23	7	6	4	100
3	H-274	26	33	27	9	5	100
4	H-166	24	17	11	17	31	100
5	H-022	6	15	9	22	48	100
6	H-237	22	13	9	16	40	100
7	H-186	6	10	11	13	60	100
8	H-060	12	17	13	18	40	100
9	H-190	10	14	22	27	27	100
10	H-S/C	19	13	13	14	41	100
11	H-006	28	11	10	27	24	100
12	H-140	70	17	4	3	6	100
13	H-S/C	32	14	13	10	31	100
14	H-290	29	18	13	17	23	100
15	H-275	10	12	14	24	40	100
16	H-262	25	10	14	23	28	100
17	H-202	20	17	16	14	33	100
18	H-097	25	19	13	20	23	100
19	H-045	32	13	7	12	36	100
20	H-199	20	11	17	17	35	100
21	H-220	43	12	13	13	19	100
22	H-218	18	11	11	26	34	100
23	H-281	38	18	9	12	23	100
24	H-023	11	14	9	14	52	100
25	H-194	15	13	8	9	55	100
26	H-072	21	9	8	14	48	100
27	H-285	23	10	10	15	42	100
28	H-165	24	20	11	12	33	100
29	H-164	12	12	17	22	37	100
30	H-002	42	18	15	12	13	100
TOTAL		766	465	371	464	934	3000

Gráfico 11: Incidencia de daño de gorgojo de los andes en el bloque I**Gráfico 12:** Incidencia de daño de gorgojo de los andes en el bloque II**Gráfico 13:** Incidencia de daño de gorgojo de los andes en el bloque III

Anexo 3: Caracterización de las plantas (altura de planta)

Cuadro 24: *Altura de planta*

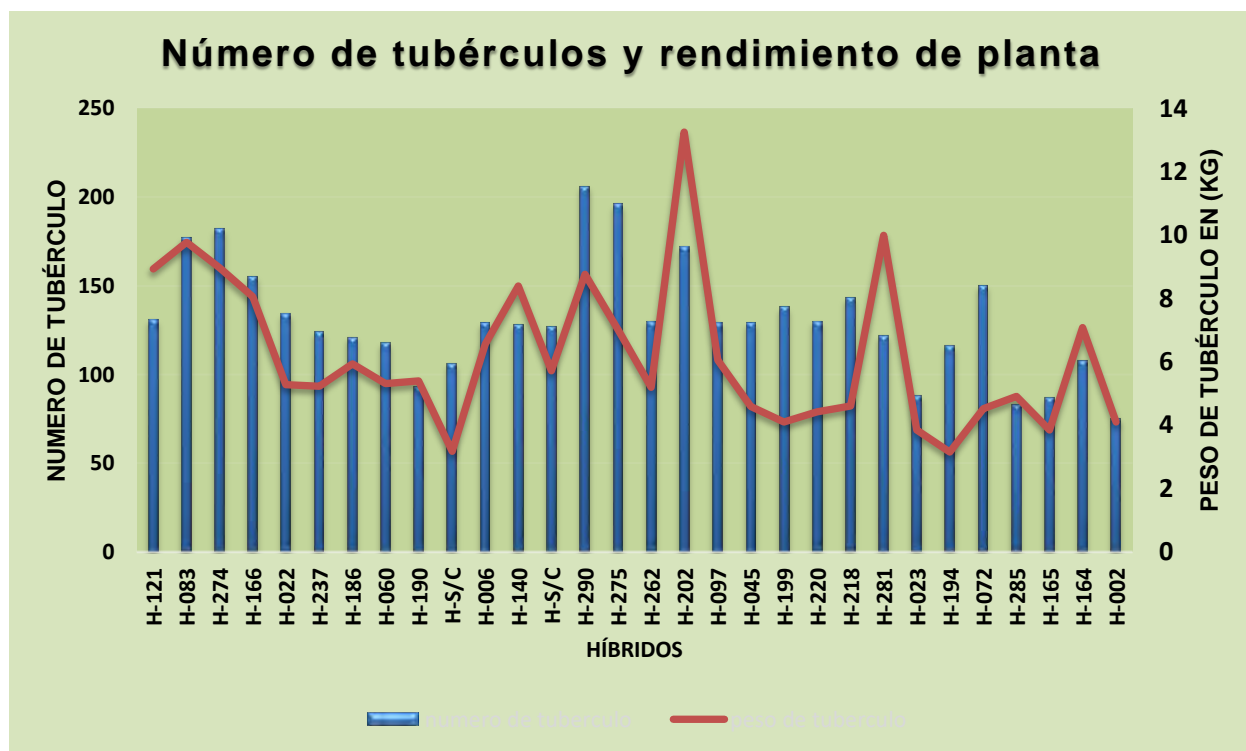
HÍBRIDOS	MEDIDA DE ALTURA DE PLANTA										PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
H-121	91	95	88	105	117	110	114	120	110	115	106.5
H-083	96	101	103	90	100	98	101	97	101	98	98.5
H-274	90	90	88	88	82	75	86	75	75	83	83.2
H-166	80	80	88	82	72	84	86	73	71	68	78.4
H-022	90	87	90	77	80	78	82	76	80	80	82
H-237	76	90	70	72	68	70	60	62	80	78	72.6
H-186	55	73	75	78	55	58	73	60	70	73	67
H-060	104	100	102	97	95	114	112	118	120	110	107.2
H-190	110	116	94	102	100	98	85	94	90	90	97.9
H-S/C	93	100	106	90	86	88	78	66	86	65	85.8
H-006	74	75	75	75	75	85	85	85	80	85	79.4
H-140	78	90	90	100	90	90	80	90	96	90	89.4
H-S/C	84	83	80	86	90	83	84	84	84	84	84.2
H-290	60	70	60	80	82	80	80	87	84	96	77.9
H-275	90	97	98	95	100	104	98	98	90	88	95.8
H-262	90	92	80	80	80	88	83	95	84	104	87.6
H-202	95	95	96	90	94	84	88	100	90	92	92.4
H-097	81	90	102	80	110	98	95	88	94	90	92.8
H-045	100	90	90	96	102	92	100	90	112	90	96.2
H-199	103	92	86	88	83	98	103	97	84	93	92.7
H-220	90	82	93	110	102	90	90	94	104	98	95.3
H-218	80	80	82	83	84	80	74	80	86	88	81.7
H-281	96	100	103	102	88	90	100	84	85	100	94.8
H-023	81	90	80	100	102	106	88	94	105	120	96.6
H-194	55	50	50	55	68	62	63	60	60	75	59.8
H-072	70	83	62	60	73	98	92	82	88	90	79.8
H-285	50	48	53	48	50	60	66	62	53	62	55.2
H-165	66	65	74	74	68	54	66	65	70	64	66.6
H-164	50	45	74	50	84	86	88	101	101	90	76.9
H-002	100	80	80	100	90	90	88	70	70	78	84.6

H - 190	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	509	518	524	255	1093	485	878	199	263	668	5392
	Numero de tubérculos	Unid	9	18	14	6	17	5	3	2	6	13	93
H - S/C	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	353	169	282	349	211	715	264	263	206	360	3172
	Numero de tubérculos	Unid	16	9	9	14	10	14	6	12	6	10	106
H - 006	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	905	410	580	650	890	625	910	435	690	455	6550
	Numero de tubérculos	Unid	9	11	9	13	26	24	13	6	13	5	129
H - 140	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	845	1155	1019	447	1002	942	779	933	452	819	8393
	Numero de tubérculos	Unid	13	9	13	10	16	24	13	14	6	10	128
H - S/C	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculo	Gr	655	441	656	680	645	544	473	408	358	857	5717
	Numero de tubérculo	Unid	10	11	17	14	12	16	9	10	10	18	127
H - 290	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	890	855	575	705	1070	935	1330	1125	620	655	8760
	Numero de tubérculos	Unid	22	20	16	27	23	13	23	23	17	22	206
H - 275	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	915	680	610	565	250	665	650	1025	915	740	7015
	Numero de tubérculos	Unid	13	31	23	11	18	19	14	31	16	20	196
H - 262	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	374	506	334	649	717	1032	153	670	213	553	5201
	Numero de tubérculos	Unid	16	9	19	21	12	17	7	6	12	11	130
H - 202	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	1184	1226	1021	1427	987	1852	1587	1140	1420	1406	13250
	Numero de tubérculos	Unid	11	23	19	18	20	18	29	12	10	12	172
H - 097	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	475	595	410	615	850	630	615	760	465	645	6060
	Numero de tubérculos	Unid	12	13	14	16	24	7	8	15	11	9	129

H - 045	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	430	315	500	500	500	360	500	245	570	675	4595
H - 199	Numero de tubérculos	Unid	15	11	11	10	15	11	14	2	21	19	129
	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
H - 220	Peso de tubérculos	Gr	259	1224	179	408	381	353	463	297	207	323	4094
	Numero de tubérculos	Unid	7	17	15	16	19	18	14	15	7	10	138
	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
H - 218			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	226	470	382	151	157	257	975	1170	389	240	4417
	Numero de tubérculos	Unid	15	18	8	14	9	9	20	9	10	18	130
H - 281	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	857	353	278	368	480	246	320	530	542	630	4604
H - 023	Numero de tubérculos	Unid	18	15	13	8	12	11	16	20	18	12	143
	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
H - 194	Peso de tubérculos	Gr	1304	940	793	1064	1171	1020	690	761	648	1606	9997
	Numero de tubérculos	Unid	15	14	15	11	8	11	13	9	9	17	122
	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
H - 072			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	500	245	335	500	417	285	307	501	380	383	3853
	Numero de tubérculos	Unid	12	4	9	4	10	5	6	19	9	10	88
H - 285	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	280	235	640	455	104	465	145	93	630	105	3152
H - 165	Numero de tubérculos	Unid	9	9	19	15	8	17	6	7	20	6	116
	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
H - 072	Peso de tubérculos	Gr	437	281	419	348	337	846	605	439	371	437	4520
	Numero de tubérculos	Unid	12	12	17	15	12	19	13	25	12	13	150
	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
H - 285			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	520	382	249	330	335	1237	344	625	507	382	4911
	Numero de tubérculos	Unid	6	5	10	4	10	18	12	5	5	8	83
H - 165	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	170	675	605	235	630	240	315	91	350	545	3856
H - 165	Numero de tubérculos	Unid	3	13	8	5	19	10	8	6	6	9	87
	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

H - 164	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	374	315	1020	498	788	390	560	746	1316	1075	7082
	Numero de tubérculos	Unid	10	9	11	11	10	8	8	14	16	11	108
H - 002	Descripción		NUMERO DE PLANTAS										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Peso de tubérculos	Gr	197	214	529	283	200	623	401	416	299	937	4099
	Numero de tubérculos	Unid	7	6	6	4	7	5	6	16	8	10	75

Gráfico 14: Numero de tubérculo y rendimiento de planta



Anexo 5. Datos de precipitación pluvial SENAMHI (2022 – 2023)**Cuadro 26***Temperatura diaria*

Estación: Granja K'ayra
 Departamento: Cusco Provincia: Cusco Distrito: San Jerónimo
 Latitud: 13°33'24.29" Longitud: 71°52'30.61" Altitud: 3219 msnm
 MAP-
 Tipo: Meteorológica Código: 100044

Temperatura diaria en (°C)

Mes/año	Dic-22		Ene-23		Feb-23		Mar-23		Abr-23		May-23	
DÍA	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	25	7.5	20.2	8.5	18.6	4.5	22.8	4	21.2	6.4	22.2	2.5
2	24.8	8	22	8	22.5	6.2	24.5	5.5	22.4	4	21.8	5
3	25.4	5	20	6.8	16.8	5.8	22.8	6.5	23.4	4.5		2.5
4	21	7	20	7.8	18	8	23.6	5	19.6	6	20.5	4
5	19.8	3.2	19.8	10	16.8	5.8	20	7.5	24.6	7	17.8	4.2
6	21.5	2.5	20	5.5	18	6	23.2	7.5	23	4	20.2	6.5
7	20	8.9	21.2	4.5	20.5	7.2	23.2	4.5	20.4	4.8	13	7.5
8	18	6.4	21.4	5.8	18.2	6.2	24	6	21.8	5.2	11	2.2
9	21.6	7	23	6	21	6	19.5	8.5	22.6	2.5	16.8	2
10	23.2	5	22	5.5	22.8	5.5	19.8	8.8	21.2	4	20.2	3
11	22.8	5.2	21	4.5	21.2	7.8	20.2	7	22.2	5	21	-0.5
12	19	8	22.6	3.5	20.6	4.8	21.2	6.2	20	7.5		5.5
13	19.8	5.5	22.6	5.1	22.2	7.5	23.6	8	21	3.4		3
14	21.8	7.4	22.4	6	17	8.2	20.2	7.8	22.5	4	21.2	0
15	20	7	21.8	5.2	20	8.5	20.2	8.5	21	5	22.2	-1.5
16	16	7.7	23	3	20.8	4.5	18	9	20.6	5	22.4	-0.7
17	21.5	7.5	21.6	6.5	23.8	4.5	21.2	6.8	20.2	5.5	23	-0.5
18		7.5	21.6	7.2	17	6		6.6	22.8	3.5	21.8	-0.5
19	22	8.8	21	7.2	22.4	6.2	16.2	7.5	24.2	3.6	22.4	0
20		9.5	21.6	6.2	22.6	5	21.4	7.5	17	5.5	20	2.5
21	22.4	7.2	20	6	23.2	5	18.2	7.5	23.2	3.2	21.6	3
22	22.6	5.5	22.2	5.2	23.8	8	19.4	8		4.8	22.8	1.2
23	22.7	5.2		2.5	23.2	6.5	22.2	8.5	24.2	4.6	22.4	2.5
24	24.4	5.6	22.4	4.5	22.2	5	19.2	7.6	22	2.2	21.4	3.2
25	14.2	4		2.5	21.4	6	20.6	9.5	21.6	3.6	20.5	1
26		5	18.6	2	24	6.6	19.8	8.6	23.4	0	20.2	1.8
27	22.4	5.2		0.7	22	3.5	21.8	9	22.4	0.5	19.4	3.2
28	21.8		21	6.8	21.2	5	21.6	7.6	22.8	3	19.2	2.5
29		5.2	20	7			21.8	9	24	2.5	20.5	3.5
30	19.5	5.8	20.2	8.5			22.6	5.5		3	22	-0.5
31	20	6	19.8	6.5			22.4	7.5			22.8	-2.5
Promedio	21.23	6.31	21.18	5.65	20.78	6.06	21.17	7.32	21.98	4.13	20.37	2.12

Cuadro 27*Humedad relativa total diaria*

Estación: Granja K'ayra
 Departamento: Cusco Provincia: Cusco Distrito: San Jerónimo
 Latitud: 13°33'24.29" Longitud: 71°52'30.61" Altitud: 3219 msnm
 MAP-
 Tipo: Meteorológica Código: 100044

Día	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23
1	55.4	70.4	78.4	69.3	75.2	72.5
2	58.9	76.1	73.6	77.5	76	77
3	60.6	81.1	74.8	77.7	76.1	
4	67.3	77.6	83	76		83.5
5	67.4	82.8	81.2	78.4	71.5	83.3
6	64.6	80.5	74.3	70.5	73	75
7	76.8	73.5	83.1	73.8	76.2	85.8
8	79.5	69.4	69.8	74.7	75.8	91.2
9	67.7	73.8	79.1	84.1	69.2	84.7
10	69.1	71.4	71.2	77.7	72.9	75.7
11	65.9	66.5	80.1	77.9	68.9	70.9
12	74.7	71.3	74.4	77.2	78.1	
13	70.9	70.3	78.5	72.7	75.7	
14	75.5	71.5	85.4	79.8	70.4	71.8
15	70.6	68.4	78.5	74.9	77.6	68.2
16	79.6	60.5	83.1	80.5	86.6	70.8
17	58.9	67.3	74.2	75.8	80.3	71.9
18		70.3	78.4		78.2	75.1
19	73.4	77.2	70.5	88.1	72.4	67.1
20		67.1	70.1	77.1	81.9	73.2
21	78.1	74.4	70.5	81	77	67.4
22	66.8	69.9	67.2	90.6		66.4
23	72.4		72.8	73.1	75.7	69.9
24	72.7	70.3	79.7	80.8	76.4	70.4
25	78.9		82.1	84.1	68.8	75
26		69.7	74.1	78.2	64.1	74.1
27	73.4		76.8	73.8	72	72.9
28		76.1	68.2	72.3	68.4	81.4
29		74	79.3	74.3	76.5	
30	79		71		68.1	
31	71.1	79.7	73.7	68.5		
Promedio	70	73	76	77	74	75

Cuadro 28*Precipitación total diaria mm*

Estación: Granja K'ayra
 Departamento: Cusco Provincia: Cusco Distrito: San Jerónimo
 Latitud: 13°33'24.29" Longitud: 71°52'30.61" Altitud: 3219 msnm
 MAP-
 Tipo: Meteorológica Código: 100044

Día	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23
1	0	3.4	3.2	0	2	0
2	1.1	16.3	1	0	10.5	0
3	0	0.7	3.3	0	0	
4	0	0.9	1.5	4.7	10.1	6.3
5	0.5	4.6	18.2	0	0	1.2
6	10.7	0	4.5	0	0	2.5
7	3.6	0	18.5	0	0	32.4
8	0	0.4	17.3	5.4	0	3.4
9	2.1	11.8	0	3.8	0	0
10	0	27.6	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0.8	0
12	0	0	14.8	0	0	
13	0.6	0	7.5	21.3	0	
14	0	0	0	0	2.6	0
15	2	0	14.9	0	13.6	0
16	3.7	0	0	0	0	0
17	5.9	4.6	6.6	2.1	0	0
18		0	0		0	0
19	0	0.6	0	7.9	0	0
20		0	0	2.7	0	0
21	0	2.3	0	1.9	0	0
22	2.5	0	1.8	4.9		0
23	3.9		0	0.8	0	0
24	0	4.2	14.4	4.1	0	0
25	0.8		0	0	0	0
26		1.4	2.8	0	0	0
27			0.1	0	0	0
28	1	0.2	0	0	0	0
29		5.6		2.4	0	0
30	2.3	0		0		0
31	0.5	7.1		0		0
Promedio	41.2	91.7	130.4	62.0	39.6	45.8

Anexo 6: Registro de fotografías

Figura 27: *Siembra de los 30 híbridos de papa*



Figura 28: *Emergencia*



Figura 29: *Inicio de floración*



Figura 30: *Reconocimiento de enfermedades rancho y tizón temprano con ayuda de especialista*



Figura 31: *Ubicación de campo de investigación*



Figura 32: *Inicio de tuberización*



Figura 33: *Identificación del daño de gorgojo*



Figura 34: *Cosecha de los 30 híbridos de papa*



Figura 35: Codificación de 10 plantas al azar por tratamiento para la determinación de rendimiento.



Figura 36: Evaluación del daño de gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*)

