

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



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA RANCHA, ALTERNARIA, ROÑA E INSECTO ESQUELETIZADOR EN 70 HIBRIDOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) BAJO CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA-CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

- Br. FAIVEL DUSTIM CHECYA PUMA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ASESOR:**

Dr. TEÓFILO POMPEYO COSIO CUENTAS

**CUSCO-PERÚ  
2023**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Evaluación de

RESISTENCIA A LA RANCHA, ALTERNARIA ROÑA E INSECTO ESQUELETIZADOR

EN 70 HÍBRIDOS DE PAPA (Solanum tuberosum L.) Bajo condiciones del

CENTRO Agronómico KAYRA -CUSCO

presentado por: FAIVEL DUSTIN CHECYA PUMA con DNI Nro.: 47836225

presentado por: ..... con DNI Nro.: .....

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO Agrónomo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por Dos veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 0.1.....%.

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

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica 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** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 11 de enero ..... de 2024.....

Firma

Post firma TEOFILO PAMPEYO COSÍO CUENTAS

Nro. de DNI 23867703

ORCID del Asesor 0000-0003-2369-268x

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio. TURNITIN
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: aid:27259:303184212

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACION DE RESISTYENCIA A LA R  
ANCHA, ALTERNARIA, ROÑA E INSECTO  
ESQUELETIZADOR EN 70 HIBRIDOS DE**

AUTOR

**FAIVEL CHECYA**

RECUENTO DE PALABRAS

**22734 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**111918 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**108 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.8MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 11, 2024 12:31 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 11, 2024 12:33 PM GMT-5**

● **1% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados
- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios que siempre guía mis pasos y mis logros seguidamente a mis queridos padres Donato Checya Bonifacio y Eutropia Puma Ttupa, por el amor, el apoyo y la educación que me dieron en todo el transcurso de mi vida académica sin ellos no hubiera podido alcanzar este objetivo tan anhelado, así mismo también a mis abuelos Casimiro Checya, Casimira Alata y Antonia que me cuidan desde el cielo, a mis hermanos Branly, flor y Adriana por su apoyo que me brindaron a lo largo de mi vida estudiantil.

A mi amiga Ruth, y a todas las personas que de alguna y otra manera me apoyaron en el proceso de mi tesis y en el logro de mis objetivos como profesional, quienes compartieron sus conocimientos, alegrías y estuvieron a mi lado con esas ganas de que yo salga adelante y que me pueda superarme.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco con sincera gratitud a la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO** por ser parte de ella en especial a mi Escuela Profesional de **AGRONOMIA** por haber sido parte de mi vida profesional, también a todos los docentes que me brindaron todos sus conocimientos para seguir con mi profesión y poder desenvolverme en el campo de trabajo y en especial al Dr. Teófilo Pompeyo Cosio Cuentas quien fue mi asesor de tesis y por apoyarme en la elaboración de mi trabajo de investigación.

Mi agradecimiento al CICA por las facilidades brindadas para la realización del presente trabajo y con la esperanza que esta tesis contribuya a la formación de conocimientos sobre las nuevas variedades de papa en proceso de selección.

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2.1. <i>Planteamiento del Problema general</i> .....	3
1.2.2. <i>Planteamientos de Problemas Específicos</i> .....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1. OBJETIVOS .....	4
2.1.1. <i>Objetivo general.</i> .....	4
2.1.2. <i>Objetivos específicos.</i> .....	4
2.2. JUSTIFICACIÓN .....	5
III. HIPOTESIS. ....	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específicas.....	6
IV. MARCO TEORICO .....	7
4.1. Origen de las papas cultivadas.....	7
4.2. Mejoramiento de la papa.....	7
4.3. Finalidades de mejoramiento de la papa.....	9
4.4. Métodos de Mejoramiento genético .....	10
4.4.1. <i>Método asexual.</i> .....	10
4.4.2. <i>Método sexual.</i> .....	11
4.5. Hibridación .....	12
4.6. Barreras en la hibridación interespecífica.....	13
4.6.1. <i>Sobre la autofecundación:</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.6.2. <i>Segregantes</i> .....	14
4.7. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	14
1.2.3. <i>Brote</i> .....	14
4.7.1. <i>Planta</i> .....	14
4.7.2. <i>Raíz</i> .....	15
4.7.3. <i>Hojas</i> .....	15
4.7.4. <i>Flor</i> .....	15
4.7.5. <i>Fruto y semilla</i> .....	15
4.7.6. <i>Tubérculo</i> .....	15



4.8.	Posición taxonómica .....	16
4.9.	Propagación .....	17
4.9.1.	<i>Propagación Vegetativa</i> .....	17
4.9.2.	<i>Propagación sexual.</i> .....	17
4.10.	Fenología.....	18
4.10.1.	<i>Fases</i> .....	18
4.11.	Rendimiento del cultivo de la papa .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.11.1.	<i>La densidad de plantación</i> .....	19
4.12.	Plagas y enfermedades del cultivo papa.....	20
4.13.	Resistencia a plagas y enfermedades .....	28
4.13.1.	<i>Resistencia de las plantas a los insectos</i> .....	41
4.14.	Evaluación de plagas insectiles y enfermedades en el cultivo de papa.....	42
4.14.1.	<i>Muestreo de las poblaciones de insectos</i> .....	42
4.14.2.	<i>Métodos de evaluación de plagas</i> .....	43
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
5.1.	Tipo de investigación.....	44
5.2.	Ubicación espacial y temporal del experimento .....	44
5.2.1.	<i>Ubicación política</i> .....	44
5.2.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	44
5.2.3.	<i>Ubicación ecológica</i> .....	44
5.3.	Historia del campo experimental .....	45
5.4.	Materiales.....	45
5.4.1.	<i>Materiales de campo y gabinete:</i> .....	45
5.4.2.	<i>Material genético</i> .....	46
5.5.	Metodología Experimental .....	48
5.5.1.	<i>Diseño experimental</i> .....	48
5.5.2.	<i>Características del campo experimental</i> .....	48
5.6.	Variables en estudio.....	48
5.6.1.	<i>Evaluación fenológica</i> .....	48
5.6.2.	<i>Conducción del experimento</i> .....	49
5.6.3.	<i>Otras evaluaciones agronómicas</i> .....	53
5.6.4.	<i>Phytophthora infestans:</i> .....	53
5.6.5.	<i>Alternaría solani:</i> .....	54
5.6.6.	<i>Spongospora subterránea:</i> .....	55
5.6.7.	<i>Tequus sp.:</i> .....	55
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	57
6.1.	Evaluación de daño de <i>Phytophthora infestans</i> según escala de evaluación. ...	57

6.2.	Evaluación de daño de <i>Alternaria solani</i> según escala de evaluación. ....	62
6.3.	Evaluación de daño de <i>Tequus sp.</i> según escala de evaluación. ....	67
6.4.	Índice de daño de <i>Spongospora subterránea</i> .....	72
VII.	CONCLUSIONES.....	75
7.1	. Sobre índice de daño de <i>Phytophthora infestans</i> .....	75
7.2.	Sobre índice de daño de <i>Alternaria solani</i> .....	75
7.3.	Sobre daño de <i>Spongospora subterránea</i> .....	75
7.4.	Sobre daño de <i>Tequus sp.</i> .....	75
VIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	77



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación SELECCIÓN DE CLONES SUPERIORES POR RESISTENCIA A ENFERMEDADES EN CLONES HIBRIDOS DE PAPA (KI-Mdo-2A X NEGRA-MG) BAJO CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA-CUSCO, conducido en el Centro agronómico Kayra tiene por objetivo general Evaluar la respuesta de resistencia al daño de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary (rancha), *Alternaria solani* Sorauer (tizón temprano), *Spongospora subterranea* Wallroth Lagerheim ssp *subterranea* (roña) y *Tequus* Sp. Smith (gusano esqueletizador) en 70 híbridos en su tercera generación clonal de la cruce KI-Mdo-2A X NEGRA-MG. la investigación se efectuó en la campaña 2020-2021 y es una investigación de tipo descriptivo.

El día 5 de diciembre del 2020 se inició la investigación con la siembra directa de la semilla de los 70 híbridos en el potrero D del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) en el Centro Agronómico K'ayra, las semillas fueron sembradas en orden clasificándolos con sus respectivos códigos, por lo que en el transcurso del desarrollo de los híbridos solo 32 híbridos presentaron desarrollo completo y aptos para la evaluación, así también se realizaron las labores culturales de acuerdo al desarrollo del cultivo, entre aporques, deshierbes y cosecha, la cual se realizó el día 02 de mayo del año 2021. Las evaluaciones se realizaron en tres momentos durante la floración de los híbridos y un momento después de la cosecha.

Para la evaluación de *Phytophthora infestans* Mon de Bary, *Alternaria Solani* Sorauer, *Spongospora subterranea* Wallroth Lagerheim ssp. *Subterranea* y *Tequus* Sp. Smith se utilizaron las escalas convencionales establecidos por el Centro Internacional de Papa, cuyos resultados fueron convertidos a índice de daño mediante la fórmula propuesta por Townsend y Heuberger, lo que permitió llegar a las siguientes conclusiones:

El índice de daño alcanzado de *Phytophthora infestans* en los 32 híbridos evaluados es de 6% lo cual no supera el grado 1 de daño, cabe resaltar que los híbridos que tuvieron índice de daño 0% en los tres momentos de evaluación son: H-229, H-060, H-285, H-083, H-220, H-084, H-076, H-121, H-281, H-022, H-275, S/C, H-221, H-143. La respuesta de los híbridos con estos niveles de índice de daño significa resistencia.

Respecto al daño de *Alternaria solani* entre los 32 híbridos en evaluación existe variación alcanzando un índice de daño máximo de 38% por lo que aquellos híbridos

con índice de daño menor a 10% (lesiones muy leves) son: H-229, H-285, H-045, H-220, H-140, H-121, H-281, H-022, H-077, H-015, H-143, de acuerdo al porcentaje de índice de daño de *Alternaria solani* los 11 genotipos se consideran resistentes.

La plaga con daños de importancia económica fue *Tequus spp.* por lo que se consideró necesario evaluar, determinándose una incidencia de daño de hasta 66% en grado 4 y los híbridos que presentaron alta resistencia con incidencia de daño menores a 8% en grado 1 en el tercer momento de evaluación son: H-060, H-221, H-118, H-143.

De los 2100 tubérculos muestreados para evaluar *Spongospora* en 21 híbridos se establece que el 52.90% presentaron grado 0 (sin lesiones) y solo el 3.62% presentaron grado 4 (plantas con lesiones muy graves) lo cual significa que existe tolerancia a esta enfermedad como los híbridos que tienen menos de 10% de daño (lesiones muy leves) son: H-225 con 5.4%, H-011 con 5,6%, H-228 con 7.1%, H-207 con 8.8% y H-077 con 9.2% de índice de daño respectivamente.

**Palabras clave:**

- Clones
- Resistencia
- Enfermedad
- Papa

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país rico en diversidad genética de la papa, concentra la mayor variabilidad de las ocho especies cultivadas del género *Solanum*, siendo la más predominante la especie *Solanum tuberosum* L spp. *andigena* que corresponde a la mayoría de las especies de papas dulce cultivadas en los Andes. Su diversidad genética está constituida por variedades cultivadas, como Tomasa Ttito Condemayta, Yungay, Perricholi, Canchan INIA, CICA, Andina, Chaska, Amarilis, Ñust'a-CICA, CICAYRA y Morada-CICA, por lo que es objeto permanente de mejoramiento genético por altos potenciales de rendimiento y calidad culinaria, así como, por su resistencia a diferentes enfermedades propias de la especie.

La necesidad de continuar con la generación de nuevas variedades a partir de la selección permitió realizar el siguiente trabajo de investigación: “Selección de clones superiores por resistencia a enfermedades en clones híbridos de papa (KI-MDO-2A X NEGRA-MG) bajo condiciones del centro agronómico k'ayra-cusco, con lo cual se espera obtener híbridos que tengan características: como resistencia a enfermedades y plagas.

El CICA viene realizando el mejoramiento de papas nativas tetraploides, habiendo logrado nuevas variedades con alta resistencia a plagas y enfermedades. Estas variedades se utilizan para realizar cruzamientos con otras variedades nativas con gran potencial, en este proceso el programa de papa del CICA ha generado nuevas cruza entre KI-Mdo-2A y NEGRA-MG cuya tercera generación clonal de 70 híbridos serán evaluados en el presente trabajo en su potencial de rendimiento de tubérculos y su respuesta a las principales enfermedades. El propósito es seleccionar clones con características agronómicas superiores y resistencia a *Phytophthora infestans* Mont. De Bary (rancho de la papa), *Alaternaria solani* Sor. (tizón temprano) y *Tequus spp.* Smith (Illa kuro o gusno esqueletizador de hojas) Y otros aspectos que se consideren determinantes para la evaluación.

**EL AUTOR**

## I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El programa de investigaciones de papa del CICA realiza mejoramiento genético en las papas tetraploides nativas con mayor productividad, habiendo logrado variedades con altos rendimientos y alta resistencia a la *Phytophthora infestans* Mont de Bary, conocido en la región como rancha, *Alternaria solani* Sor. (tizón temprano), *Tequus ssp.* Smith. (conocido como Illa kuro o gusano esquetizador de la papa) y *Spongospora subterranea* Wallroth Lagerheim *ssp. Subterranea* (roña de la papa). Entre estos el clon KI-Mdo-2A con alta resistencia a la rancha fue cruzado con una variedad nativa de la provincia de Mariscal Gamarra de Apurímac registrada en el banco de papas del CICA como NEGRA-MG.

Producto de esta cruce se ha obtenido en su primera generación clonal, 281 híbridos denominados KI-Mdo-2A X NEGRA-MG, y para efectos del presente trabajo se ha seleccionado 70 clones para su tercera generación clonal, en los que se realizó, la selección de los híbridos superiores por su respuesta a la rancha *Phytophthora infestans* (roña), *Alternaria solani* Sor. (tizón tardío) y al *Tequus spp.* (gusano esqueletizador de hojas – Illa kuro) y otros aspectos que se consideren determinantes para la evaluación.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.2.1. *Planteamiento del Problema general*

¿La evaluación de la respuesta de susceptibilidad o resistencia de 70 clones híbridos de KI-Mdo-2AxNEGRA-MG, frente al daño de *Phytophthora infestans* (rancha de la papa), *Alternaria solani* (tizón temprano), *Spongospora subterranea* (roña de la papa) y el insecto *Tequus sp.* (gusano esqueletizador de la papa - Illa kuro) bajo condiciones de K'ayra, ¿permitirá seleccionar clones resistentes?

### 1.2.2. *Planteamientos de Problemas Específicos*

- ¿Sobre 70 clones híbridos de papa es posible identificar el nivel de resistencia frente al daño de *Phytophthora infestans* (rancha de la papa) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra?
- ¿Sobre 70 clones híbridos de papa es posible identificar el nivel de resistencia frente al daño de *Alternaria solani* (tizón temprano) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra?
- ¿Sobre 70 clones híbridos de papa es posible identificar el nivel de resistencia frente al daño de *Spongospora subterranea* (roña de la papa) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra?
- ¿Sobre 70 clones híbridos de papa es posible identificar el nivel de resistencia frente al daño de *Tequus sp.* o Illa kuro bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. OBJETIVOS

#### 2.1.1. *Objetivo general.*

Evaluar respuesta de resistencia al daño de *Phytophthora infestans* Mont de Bary (rancha de la papa), *Alternaria solani* Sor. (tizón temprano), *Spongospora subterránea* Wall. *ssp subterránea* (roña de la papa) y *Tequus Sp.* Smith (Illa kuro o gusano esqueletizador de hojas) en 70 híbridos en su tercera generación clonal de los híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG.

#### 2.1.2. *Objetivos específicos.*

- Evaluar y seleccionar híbridos con alta resistencia al daño de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary de 70 clones híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.
- Evaluar y seleccionar híbridos con alta resistencia al daño *Alternaria solani* Sor. sobre 70 clones híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.
- Evaluar y seleccionar híbridos con alta resistencia al daño *Spongospora subterránea* Wall. *ssp subterránea* sobre 70 clones en su tercera generación clonal de los híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.
- Evaluar y seleccionar híbridos con alta resistencia al daño de *Tequus sp.* Smith o Illa kuro de los híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

## **2.2. JUSTIFICACIÓN**

El mejoramiento de papas con alta resistencia a enfermedades y plagas es de necesidad urgente, bajo las condiciones actuales de cambio climático que viene modificando la productividad de las papas negativamente en la región andina.

Se ha logrado 70 clones con diferentes niveles de resistencia a las enfermedades y plagas siendo de urgente necesidad identificar los mejores clones para su incorporación a la agricultura regional.

Con los clones en evaluación es factible responder a la demanda de variedades con alta resistencia a plagas y enfermedades, que favorezca la economía familiar y la seguridad alimentaria en la región del Cusco.



### III. HIPOTESIS.

#### 3.1. Hipótesis general.

Es factible obtener clones con resistencia específica a la *Phytophthora infestans* (rancha de la papa), a la *Alternaria solani* (tizón temprano), *Spongospora subterranea* (roña de la papa) y al gusano esqueletizador de hojas *Teqquus sp.* en 70 clones híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG de papa.

#### 3.2. Hipótesis específicas.

- Dentro 70 clones híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG de papa en evaluación al menos diez clones muestran alta resistencia a *Phytophthora infestans* o la rancha.
- Sobre 70 clones híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA-MG en evaluación al menos diez clones muestran alta resistencia a la *Alternaria solani* o tizón temprano.
- Sobre 70 clones híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA en evaluación al menos diez clones muestran alta resistencia a *Spongospora subterranea* o la roña.
- Sobre 70 clones híbridos KI-Mdo-2A X NEGRA en evaluación al menos diez clones muestran alta resistencia al gusano esqueletizador o Illa kuro *Teqquus sp.*.

## IV. MARCO TEORICO

### 4.1. Origen de las papas cultivadas

**Rodríguez (2010)** menciona que las primeras papas cultivadas probablemente fueron seleccionadas entre 6.000 y 10.000 años atrás, al norte del lago Titicaca, en los Andes del sur de Perú. Allí, a partir de las especies silvestres *Solanum bukasovii*, *S. canasense* y *S. multissectum*, pertenecientes al complejo *S. brevicaule*, se cree que se originó *S. stenotomum*, que es considerada la primera papa domesticada. Esta, a su vez, habría dado origen a *S. andígena* a través de repetidos procesos de poliploidización sexual en diferentes zonas de cultivo, con la consiguiente hibridación interespecífica e intervarietal que permitió ampliar la diversidad y adaptabilidad genética de la papa de los Andes. Los cultivares chilenos se derivaron posteriormente por hibridación de poblaciones andinas cultivadas con la especie silvestre *S. tarijense*. En el siglo XVI la papa migró a Europa y se dispersó por todo el orbe. Actualmente las papas cultivadas que se siembran en el mundo son conocidas colectivamente bajo el nombre de *S. tuberosum*.

**Parra (2014)** indica que las áreas de tierra donde comenzó la agricultura, o donde se cree que comenzó. A veces se considera la misma como la principal teoría del origen de las plantas cultivadas, aunque la agricultura tuvo que desarrollarse en las sociedades más avanzadas con alta tecnología y posteriormente a la conservación de los recursos genéticos.

### 4.2. Mejoramiento de la papa.

**Cuesta et al. (2015)** indica que consiste en el desarrollo de nuevas variedades con características agronómicas deseables de resistencia a factores bióticos o abióticos y calidad. El mejoramiento genético comprende todas las actividades dirigidas a la producción de variedades con constitución genética mejorada y está relacionada con las necesidades de la sociedad.

**Christiansen (1967)** refiere que el mejoramiento se inició en 1947 por el Programa Nacional de Papa, mediante el cual se realizaron los primeros cruces utilizando como progenitores variedades locales de las zonas productoras de Junín y Valle del Mantaro. Los primeros cruces fueron solo experimentos para estudiar su capacidad de combinación, luego planear cruces para fines específicos, cada uno con

un buen rendimiento, resistencia a las clemencias climáticas, resistencia a enfermedades, etc.

**Montaldo (1984)** dice que el mejoramiento genético en papa debe basarse en dos requisitos fundamentales: Poseer una adecuada variabilidad genética que motive la selección y hacer una selección eficiente.

Los objetivos del mejoramiento en papas pueden agruparse en:

**Rendimiento:** Cualquier nueva variedad de papa debe producir un rendimiento tan alto o más alto que las variedades en actual cultivo; de lo contrario será muy difícil su introducción al gran cultivo. Se ha comprobado que mientras menos emparentados estén los padres tanto mayores será el rendimiento, es decir hay que aprovechar al máximo la expresión de la heterosis.

**Calidad:** Es difícil definir la calidad; sin embargo, en cada país o región existe una predilección por ciertas variedades que en general, parece estar basada en:

- 1.- Alto contenido en materia seca
- 2.- Que no se ennegrezca y deshaga cuando está cocida.
- 3.- Que no se pierda mucho al descascarar.
- 4.- Que tenga buena conservación.
- 5.- Que la pulpa tenga un determinado color

La variedad mejorada Canchan-INIA es una de las variedades de papa más cultivadas en el país. Se liberó en el año 1990 y se adoptó rápidamente por su precocidad, resistencia a la racha, alto rendimiento, buena apariencia y calidad culinaria. Los beneficios económicos de esta variedad se estiman en US\$550 por hectárea, debido a un menor uso de fungicidas, mejor precio en el mercado y mayor rendimiento. La sustitución de la variedad tradicional Yungay por Canchan – INIA, significa un beneficio de 283.5 dólares por hectárea en la campaña grande y 605 dólares en la campaña chica. El costo total de la investigación que dio origen a la variedad Canchan, es aproximadamente US\$ 480,000. Proyectando la siembra de la variedad hasta alcanzar el 15 % del área nacional, en el 2020 se estima un beneficio neto de US\$8 millones y una tasa interna de retorno del 26 %.

#### 4.3. Finalidades de mejoramiento de la papa

**Álvarez & Céspedes (2001)** mencionan que el fin que persigue la mayoría de los mejoradores de plantas es un aumento del rendimiento.

Algunas veces esto se ha podido llevar a cabo no con mejoras específicas; tales como la resistencia a plagas y enfermedades; si no como mediante la obtención de variedades básicamente más productivas como resultado de una eficacia fisiológica generalmente mayor.

**Van de Wiel et al. (2010), Schaart and Visser (2009)** indican que se distinguen dos grandes grupos de mejoramiento 1) tradicional o convencional y 2) mejoramiento no tradicional que considera nuevas técnicas.

Tradicional o convencional: Se refiere al desarrollo de nuevas variedades a partir de cruzamientos sexuales, seguido de su propagación clonal y selección.

Nuevas técnicas: pueden directa o indirectamente utilizar técnicas que implican modificación genética como la agroinfiltración, cisgenesis e intragenesis entre otras.

Los primeros esfuerzos de los fitomejoradores se centraron en la selección para rendimiento y resistencia a enfermedades. Luego se incorporaron criterios de aspecto de tubérculo (forma, profundidad de ojos, color de piel, pulpa, etc.), posteriormente se adicionaron caracteres de conservación para almacenamiento, resistencia a golpes durante el transporte y manipuleo. Actualmente, se han incluido criterios de calidad del tubérculo, contenido de materia seca, azúcares reductores, carotenoides, vitaminas, minerales, etc.

El proceso de fitomejoramiento, por las características de reproducción del cultivo (vegetativa), sumado, a la naturaleza tetraploide y a la forma de realizar el mejoramiento (cruzamientos y pedigrí) hacen este proceso largo que puede durar hasta 12 años para la obtención de la variedad mejorada. Después del cual si no se tienen una estrategia de difusión de las nuevas variedades aún es necesario un periodo similar para que la variedad sea comercializada y difundida a gran escala

**Montaldo (1984)** indica que el mejoramiento en papas puede agruparse en: rendimiento, calidad y resistencia a enfermedades y plagas.

El rendimiento de una nueva variedad de papa debe ser alto que las variedades en actual cultivo, de lo contrario será muy difícil su introducción.

Los progenitores deben ser menos emparentados para obtener un buen rendimiento aprovechando la heterosis.

Es difícil definir la calidad, sin embargo, en general está basada en: alto contenido de materia seca, que no se deshaga o engrenezca cuando esta cocida, que no se pierda mucho al pelarla, que tenga buena conservación y que la pulpa tenga un buen color.

La resistencia a plagas y enfermedades es necesario tener una clara evaluación económica del daño que causa y en lo posible se debe evaluar a una o dos enfermedades para lograr algún resultado positivo.

#### **4.4. Métodos de Mejoramiento genético**

##### **4.4.1. Método asexual.**

**Estrada (2000)** dice que por reproducción asexual se obtiene una progenie genéticamente idéntica a su único progenitor. Un grupo de plantas deriva de una sola célula progenitora por división mitótica se llama un clon.

La propagación asexual es una gran ventaja porque permite obtener fácilmente un genotipo seleccionado y multiplicarlo. Además, la propagación asexual permite usar papa aneuploide con un número de cromosomas que no es un múltiplo par del número haploide y del cual se espera poca fertilidad sexual. Por ejemplo, *Solanum juzepczukii* y *Solanum chaucha* son triploides ( $2n=2x=36$ ).

Otro uso práctico es el cultivo de tejidos, cultivo de meristemas se usa para erradicar algunos patógenos.

**Corzo (1995)** menciona que este método consiste en la selección y marcado de las mejores plantas en un cultivo de papa, con base a su sanidad, buena constitución, vigor y características típicas de cada variedad. Durante la cosecha, se hace otra selección de plantas, teniendo en cuenta el rendimiento, forma típica del tubérculo y ausencia de plagas y enfermedades, los tubérculos de cada planta seleccionada se llaman clones, cada clon se debe almacenar y multiplicar en forma separada para conservar su identidad. El procedimiento es el siguiente:

Durante el primer año, se seleccionan y marcan las mejores plantas que por observación sean aparentemente sanas y vigorosas, esta selección se debe hacer durante el periodo de floración diferenciar posibles mezclas de variedades en el cultivo. Cuando el cultivo alcance su madurez, se debe cosechar y guardar

separadamente producción de cada planta, descartando aquellas que presenten enfermedades o deformaciones.

En el segundo año, la producción de cada planta seleccionada, se siembra en un surco separado, formando una parcela con tantos surcos como plantas se hayan cosechado en el primer cultivo. Cada surco corresponde a un clon.

Durante el desarrollo de este nuevo cultivo las plantas de cada clon deben ser inspeccionadas para detectar enfermedades. Si se encuentran dos o más plantas enfermas en un mismo surco, todas deben ser eliminadas y removidas del campo. También se pueden seleccionar los mejores surcos por vigor de follaje. La clasificación se hace en los surcos seleccionados, al momento de la cosecha y su producción debe guardarse en forma individual para su multiplicación durante el próximo ciclo de cultivo. En el tercer año, durante el desarrollo del cultivo, se realiza el descarte de plantas con enfermedades, al momento de la cosecha, la semilla procedente de cada parcela sana se mezcla para su utilización como semilla básica.

#### **4.4.2. Método sexual.**

**Montaldo (1984)** alude que este método se basa en cruzamientos, selección de líneas auto fecundadas, cruzamientos entre líneas auto fecundadas o hibridaciones interespecíficos.

Para efectuar el mejoramiento sexual no sólo hay que elegir los padres, sino que es necesario efectuar pruebas de progenies y de habilidad combinatoria. El problema que presentan muchas variedades es la esterilidad del polen.

La gran heterocigocidad de la papa, debido a su propagación normalmente asexual y a su condición de autotetraploide hace necesario trabajar con un gran número de selectas. Los cruzamientos pueden ser: interparietales, fraternales de construcción múltiple.

**Christiansen (1967)** menciona que es importante cruzar especies silvestres con híbridos porque hay características que no se pueden encontrar en las variedades cultivadas. El problema de los trabajos intraespecíficos de *Solanum andígena* es que tienen un período de crecimiento largo, muchas hojas, inestabilidad genética y alta productividad.

**Pallais (1994)** indica que en el mundo se está trabajando para desarrollar tecnologías para la producción de papas a partir de semillas sexuales por los grandes beneficios que ofrece.

Según el **Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2020** indica los siguientes métodos de mejoramiento genético de la papa.

**Selección clonal:** Es un método simple que en corto plazo (4-5 años) podemos seleccionar un genotipo con características superiores que puede ser desarrollada como una variedad mejorada. Consiste en sembrar clones de papa (material genéticamente uniforme), en más de 3 localidades y evaluar su comportamiento por varios ciclos, con el objetivo de seleccionar aquellos genotipos que presenten mejor comportamiento agronómico, mayor estabilidad para resistencia a enfermedades, calidad y características agronómicas.

**Selección por pedigrí:** Consiste en que después de realizar el cruzamiento, la semilla botánica de la generación F1 es sembrada espaciadamente para facilitar la selección. Luego se aplica selección de familias (cruzas) y posteriormente dentro de las familias las mejores plantas son escogidas.

**Selección recurrente:** En el caso de papa se utiliza principalmente para incrementar los niveles de resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*). Para lo cual clones con altos niveles de resistencia son identificados en las primeras fases clonales, estos son seleccionados como nuevos progenitores para elevar la frecuencia de genes asociados con la resistencia en las nuevas progenies que se desarrollarán a partir de los mismos.

**Retro cruzamiento:** El objetivo es introducir un carácter en una variedad de alto valor comercial, económico o agronómico. Al progenitor bien adaptado al cual se le agrega el carácter se le denomina progenitor recurrente. Consiste en el cruzamiento de uno de los individuos seleccionados (con el carácter deseado) de la primera generación clonal con el progenitor recurrente.

#### **4.5. Hibridación**

**Ochoa (1990)** indica que la selección de nuevas variedades por hibridación, no solamente se debe tener presente el aspecto de resistencia a enfermedades o plagas, sino también el aprovechamiento de sus linajes que acusen mayor heterosis para rendimientos, así como la calidad nutritiva y comercial del material en selección.

**Christiansen (1967)** reportó que los cruces de *S. tuberosum andigenum*, quebraron las correlaciones estadísticas previstas, mostrando el vigor híbrido en



rendimiento periodo vegetativo, así como resistencia a *Phytophthora infestans*, tamaño de plantas, buena calidad comercial, etc.

**Álvarez & Céspedes (2001)** indican que los híbridos interespecíficos. Tienen la ventaja de unir en una sola especie, las ventajas propias de dos especies distintas. El cruzamiento de un gameto haploide de *Solanum tuberosum* por uno de *Solanum phureja* produce un híbrido interespecífico, que tiene la calidad y eficiencia agronómica de *Solanum tuberosum*, con la resistencia a virus y otros patógenos y la tolerancia al frío de *Solanum phureja*.

#### 4.6. Barreras en la hibridación interespecífica

**Estrada (2000)** menciona que la hibridación entre especies puede ocasionar algunos problemas:

- Dificultad en la obtención de semilla viable, cuando más alejadas sean las especies, más difícil resultara obtener la semilla.
- Para esto se recomienda el empleo de especies “puentes” que resultan más afines genética y taxonómicamente en los cruzamientos iniciales, porque permiten la hibridación preliminar, después se puede cruzar los híbridos con material cultivado.
- Semilla estéril como resultado de las incompatibilidades genéticas o citoplasmático-genéticas.
- Desbalance cromosómico que puede crear debilidad vegetativa o infertilidad genética en los híbridos. Aquí la acción puede deberse a todo un cromosoma o solo a genes específicos. En este caso es posible efectuar la duplicación cromosómica de las especies (usando colchicina o gametos  $2n$ ) para igualar el número de uno de los padres.
- Factores del embrión-endospermo que crean un balance no viable.
- La relación normal embrión-endospermo-tejido materno es de 2:3:2 cruzando un tetraploide con un diploide, se obtiene una relación 3:5:4 que no permite formar el endospermo, al menos que el diploide produzca gametos  $2n$  cruzando un diploide con un tetraploide, la relación es 3:4:2 que tampoco permite formar el endospermo, al menos que el diploide femenino produzca gametos  $2n$ . Para esto es importante la planificación de los cruzamientos, de modo que el factor para el balance entre endospermo y embrión resulte adecuado en el número de cromosomas.

- Esterilidad somatoplática. Es importante hacer un trasplante quirúrgico del embrión a un medio de cultivo artificial antes de su degeneración y muerte en la semilla.

#### **4.6.1. Segregantes**

**Estrada (2000)** indica que la papa que se cultiva comúnmente es tetraploide ( $2n=4x=48$ ), en otras palabras, hay cuatro cromosomas alelos por locus en cada locus es posible encontrar cinco genotipos: AAAA (cuadruplexo), AAAa (triplexo), AAaa (dúplexo), Aaaa (simplexo) y aaaa (multiplexo), se puede obtener tres tipos diferentes de gametos, AA, Aa y aa, de esta manera, la proporción de segregación de los tetraploides es diferente a la de los diploides el modelo de herencia de los tetraploides que será tratado en detalle luego, se llama herencia tetrasómica.

**Christiansen (1967)** menciona que las semillas auto fecundadas a ser sembradas dan generaciones diferentes, acercándose a veces a sus ancestros, muchos de esos florecen y algunos pueden ser estériles.

**Estrada (2000)** indica que las papas cultivadas más comerciales de las subespecies *tuberosum* y *andígena* tienen  $2n=48$  cromosomas y son auto poliploides con herencia tetrasómica esta situación ha dificultado mucho los estudios genéticos de herencia sobre la mayoría de los caracteres comerciales, los genes mayores o cualitativos.

### **4.7. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

#### **1.2.3. Brote**

**Egúsqiza (2000)** manifiesta que el brote es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo. El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en los que se ha almacenado el tubérculo están constituido por: lenticelas, pelos, yema terminal, yema lateral, nudo y primordios radiculares.

#### **4.7.1. Planta**

**INIAP (2011)** manifiesta que la planta es vigorosa, tiene un desarrollo bastante rápido, cubre bien el terreno. Tamaño medio, tallos en número de cuatro, color morado con pigmentación verde, presencia de alas dentadas, entrenudos largos y manifiestos, ramificación basal.

#### **4.7.2. Raíz**

**Según Egúsquiza (2000)** indica que la raíz es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso, las raíces de la papa son de menor profundidad, son débiles y se encuentran en capas superficiales.

#### **4.7.3. Hojas**

**Según el INIAP (2011)** menciona que las hojas son compuestas, imparipinadas, color verde intenso, abiertas, débilmente diseccionadas, con tricomas en haz y envés, tamaño medio, cuatro pares de folíolos primarios unidos por un peciolo, que se alternan con un par de hojuelas entre ellos.

El mismo autor menciona que las hojas carecen de hojuelas entre peciolos, el folíolo terminal es mediano, asimétrico, ovado con el ápice agudo y pseudo estípulas medianas. Folíolos secundarios pequeños, asimétricos, peciolados y un pequeño par de folíolos terciarios peciolados también. El raquis es pigmentado en la parte inferior y en la parte superior presenta dos canales en los cuales el pigmento se acentúa en el ángulo de inserción del peciolo con el raquis.

#### **4.7.4. Flor**

**INIAP (2011)** menciona que las flores son abundantes a moderadas, inflorescencia cimosa con pedúnculo, presencia de hoja en formación en la base del ramillete floral. Cáliz: cinco sépalos morados con pigmentación verde, acuminado y pubescente. Corola: cinco pétalos, rotada, morada y tamaño medio. Estambres: anteras amarillas y largas. Pistilo: verde, con estigma más largo que las anteras. Con alta fertilidad como hembra o macho.

#### **4.7.5. Fruto y semilla**

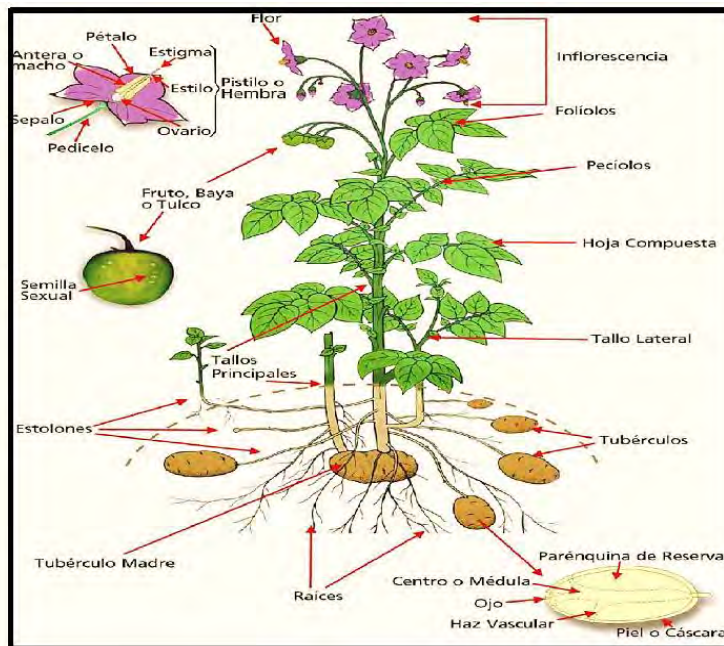
**Egúsquiza (2000)** dice que el fruto o baya de la papa se origina por el desarrollo del ovario. La semilla conocida también como semilla sexual, es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro. El número de semillas por fruto puede variar desde cero (nada) hasta 400.

#### **4.7.6. Tubérculo**

**Cuesta (2006)** manifiesta que los tubérculos son de forma oblonga, piel de color rosado intenso, sin color secundario, pulpa amarilla. Ojos superficiales y bien distribuidos. La dormancia de la semilla es de 120 días.

La formación del tubérculo es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces; el tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón).

**Fig.01:** Morfología de la planta de la papa



**Fuente:** Atilio (2013) la planta de papa y sus partes

#### 4.8. Posición taxonómica

Según el sistema de clasificación propuesto por Cronquist a. (1997) la papa cultivada tiene la siguiente posición:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoidea

Género: *Solanum tuberosum*

Subespecie: *andígena*

Nombre común: papa

**Egùsquiza (2000)** indica que la Sub– especie: *andigenum*: considerada la sub especie ancestral de *S. tuberosum*, posiblemente originado del cruce entre *S. stenotomum* y *S. sparsipilum*. Tiene una amplia variabilidad, su número cromosómico es:  $2n = 4x = 48$  por lo tanto es un tetraploide.

#### **4.9. Propagación**

##### **4.9.1. Propagación Vegetativa**

**Margara (1998)** comenta acerca de la propagación vegetativa es la multiplicación de individuos genéticamente idénticos a la planta madre conducente a la obtención de clones homogéneos, los órganos adaptados a la propagación vegetativa son los de reserva subterránea, es decir bulbos, bulbillos, cormos, estolones, tubérculos, brotes y esquejes.

**Escalante (1989)** menciona que la propagación vegetativa en el cultivo de papa es comúnmente por tubérculos y partes vegetativas (brotes, esquejes). El clon es el conjunto de individuos procedentes de otros, originado por algunos de los procedimientos de multiplicación asexual, sin reducción cromosómica.

##### **4.9.2. Propagación sexual.**

**Camadro & Mendiburu (1988)** menciona que el mejoramiento genético de la papa se propone:

1). La utilización de germoplasma en el desarrollo de poblaciones tetraploides y diploides, con amplia base de variabilidad heredable, 2). El mejoramiento genético de esas poblaciones a través de ciclos de reproducción sexual y selección recurrente, 3). La síntesis de híbridos entre individuos (clones) seleccionados provenientes de distintas poblaciones y la evaluación de los mismos sobre la base de su aptitud agronómica.

**Gabriel et al. (2001)** reportan que el mejoramiento convencional en la papa en Bolivia ha abordado la tolerancia helada, tolerancia a sequía, resistencia al tizón, resistencia a nematodos. Para la tolerancia a heladas han empleado como progenitores silvestres de las especies *S. acaule*, *S. toralapanum* *S. dimissum* y entre las cultivadas *S. ajanhuiri*, *S. curtilobum*, *S. juzepcsukii* y *S. stenotomum*.

**Estrada (2000)** dice el mejoramiento genético de la papa busca combinar al menos 50 caracteres, siendo los importantes los siguientes: mayor rendimiento,

resistencia a factores bióticos (enfermedades, insectos, nematodos) y abióticos (heladas, sequia, salinidad de suelos) adversos y calidad en la utilización (sólidos totales, compactación, azúcares reductores, tiempo de cocción entre otros).

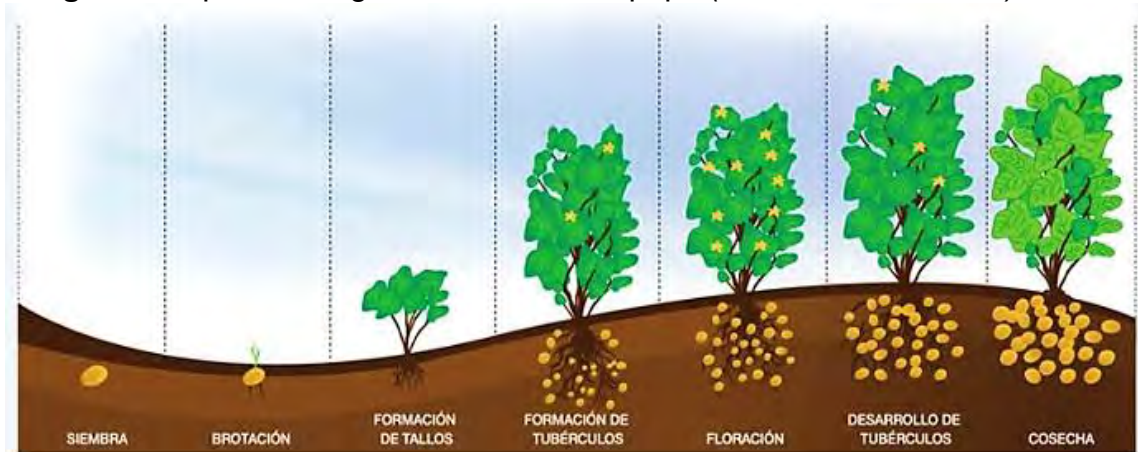
#### **4.10. Fenología.**

##### **4.10.1. Fases**

**Ladrón de Guevara (2005)** indica que son los rasgos morfológicos cíclicos que experimenta las plantas en función a la influencia ambiental, entre estos la aparición, la transformación o desaparición de los órganos vegetales, la fase se considera como un aspecto de tipo fisiológico, se refiere a la aparición y transformación progresiva de los diferentes órganos de una planta que de acuerdo a cada especie adopta diferentes nombres:

- **Emergencia.** - Se considera cuando se aprecia el ápice del talluelo fuera de corteza del suelo, desde la siembra hasta la emergencia 16 días.
- **Pre floración.** - Aparición de los botones florales, la aparición de las primeras flores 68 días hasta los 84 días.
- **Tuberización.** - La formación de los tubérculos de la papa es acompañada por alteraciones morfológicas y bioquímicas en la planta. La producción de tubérculos está fuertemente relacionada con un grado de estímulos involucrados durante la fase de inducción (30 a 40 días).
- **Estolonización.** - Formación de mayor número de estolones posibles por planta. La detención del crecimiento de los estolones está relacionada con una completa declinación de las hojas, ramas, y consistencia de los tubérculos 148 días después de la siembra. Formación del tubérculo y la presencia del ácido absicico (ABA), sintetizado en las hojas y trastocado a los estolones.
- **Madurez.** - Se caracteriza por el amarillamiento de los folíolos, 131 días desde la siembra, incremento de los órganos subterráneos, tubérculos y estolones.
- **Madurez fisiológica.** - Se caracteriza por el amarillamiento total de las plantas.

**Fig. 02:** Etapas fenológicas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)



**Fuente:** <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-cultivo-de-la-papa-y-la-importancia-del-agua>

#### **4.10.2. La densidad de plantación**

**Rousselle (1996)** indica que la elección de la densidad de plantación no tiene forzosamente repercusión sobre el rendimiento global de un cultivo, aunque es un medio para influir en algunos parámetros precedentes. Por otra parte, a igualdad de condiciones las plantas cultivadas con una gran densidad producen un número menor de tubérculos y tienen un rendimiento individual menor que las cultivadas con una densidad más débil. Ello es debido probablemente a una mayor competencia por la luz.

La alimentación en agua y los elementos fertilizantes entre plantas o entre tallos de una misma planta, cuando aumenta la densidad dicha inferioridad viene generalmente compensada por el rendimiento y siempre por el número de tubérculos, gracias a una población más elevada.

La influencia ejercida por la densidad de plantación sobre el número de tubérculos recolectados se traduce en diferencias en el peso medio de los tubérculos y la distribución de estos en los diferentes calibres: a mayor densidad de población corresponden generalmente rendimientos más elevados en tubérculos de calibre pequeño y medio.

**Medina et al. (2001)** refiere que los tubérculos se colocan al fondo del surco, a una distancia de 0,5 – 1m, separándose los golpes entre 30 –40 cm, dando una densidad aproximada de 35000 y 60000 tubérculos por hectárea; si la plantación fuera por gravedad, si la densidad es alta, puede dar lugar a tubérculos más pequeños debido a una mayor competencia por luz, agua y nutrientes.



#### 4.11. Plagas y enfermedades del cultivo papa.

El cultivo de papa presenta diferentes tipos de enfermedades y plagas, las cuales causan pérdidas económicas para el cultivo de papa.

**Calderoni (1978)** manifiestan que existe una variada gama de enfermedades que afectan tanto a la planta como el tubérculo de papa. Los patógenos que provocan las numerosas patologías, por lo general están presentes en el suelo o bien pueden ser transmitidos por la papa semilla. Todos los agentes patógenos se multiplicarán a medida que el hospedero sea abundante y permanente, de esta manera, en la medida que un suelo este siendo utilizado como monocultivo y/o se use papa-semilla de mala calidad, se aumentará el inóculo y también las pérdidas debidas a un bajo rendimiento.

**Sánchez (1991)** menciona a las plagas más importantes que atacan a un cultivo de papa en el Perú

- “Gorgojo de los andes” (*Premnotrypes sp.*)
- “Pulguilla saltadora” (*Epitrix spp.*)
- “Gusanos de tierra” (*Feltia ssp.*)
- “Polilla de la papa” (*Phthorimaea operculella*), (*Symetriscemas sp*)
- “Mosca minadora” (*Liriomyza huidobrensis*)
- “Pulgones” (*Myzus persicae*)
- “Pijuelo de la papa” (*Russeliana solanicola*)
- Gusano esqueletizador (*Tequus sp.*)

**Torres (2002)** indica las enfermedades que más ataca al cultivo de papa es el tizón tardío causado por (*Phytophthora infestans*), el cual se presenta cuando no hay un debido control de las aplicaciones de fungicidas y más las condiciones de temperaturas de 12 a 15°C, humedad relativa es de 95 a 100%, el tizón tardío puede causar pérdidas totales, también conocida como la ranca esta afecta a las hojas iniciando con machas pequeñas irregulares que van avanzando con las condiciones óptimas, hasta causar su muerte de la planta de papa, la ranca ataca a los tallos y tubérculos, los tallos presentan lesiones oscuras continuas, las cuales son frágiles, quebradizas.

El tubérculo al ser afectado por la ranca, presenta el tejido de color marrón que va avanzando a la medula donde llega a podrir al tubérculo. El patógeno de la ranca llega a sobrevivir dos años, este micelio se encuentra en rastros infectados

o semillas infectadas, las cuales son transmitidas a la campaña siguiente. La rancha afecta desde la emergencia hasta después de la floración.

**Torres (2002)** indica que el tizón temprano es una enfermedad foliar muy común en las regiones paperas, las pérdidas que generalmente se dan es del 10 al 50% en la producción. El tizón temprano es causado por la *Alternaria solani* ocasiona manchas necróticas de una a dos mm de diámetros que se encuentran en las hojas basales, las manchas forman anillos concéntricos de color marrón claro.

**Torres et al. (1995)** menciona que la roña es una enfermedad que afecta la calidad de los tubérculos, pero no los rendimientos. En variedades susceptibles puede afectar hasta un 97.5% de los tubérculos con una severidad (porcentaje de la superficie del tubérculo cubierta con pústulas) de 81 a 95%.

**Jones & Harrison (1969)** menciona que la Roña *Spongospora subterranea* es una enfermedad muy importante como objeto de evaluación porque este hongo es vector del virus Mop top de la papa (PMTV)

#### **4.12. Tizón tardío o rancha de la papa (*Phytophthora infestans*)**

##### **4.12.1. Descripción de la enfermedad**

**CIP (2000)** menciona que el tizón tardío de la papa *Solanum tuberosum* L., causado por (*Phytophthora infestans*) es la más destacada enfermedad de plantas reportada en la historia de humanidad. Está presente en todas las áreas paperas del mundo y es considerada como la más importante del cultivo de papa, porque si los campos no están protegidos adecuadamente con aplicaciones planificadas de fungicidas y por otra parte, las condiciones ambientales, son al mismo tiempo, óptimas para el desarrollo del patógeno (temperatura de 12 a 15 °C y humedad relativa de 95 a 100%), los sembríos de papa pueden ser destruidos en 10 a 15 días. Esto es lo que ocurre en algunas zonas paperas del Perú y en otros países del mundo, donde las pérdidas pueden ser totales.

**Calderoni (1978)** manifiesta que está considerada como una de las más serias enfermedades de la papa y tiene difusión mundial. Se la considera de origen americano (México) de allí se extendió en aquellas regiones que poseían.

**Fernández y Calderón**, citado por **Saire (2002)** menciona que la enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, se originó en el centro de México. De allí se llevó a Europa papa contaminadas y de Europa al resto del

mundo. A partir de los años 1930 la enfermedad fue incrementándose en extensión y severidad. Se recuerda como catastrófica la epifita ocurrida en Gran Bretaña e Irlanda entre 1845-1850, por producir una aguda escasez de papa, que había logrado ser la base de la alimentación en esos pueblos.

Además de los cultivos de Europa y América del Norte. En el Perú fue observado por García merino en 1867, año en que apareció bruscamente y se llamó “cenizas”, posteriormente Abbot describió el hongo en 1928 y calificó a la enfermedad de presencia general en el Perú contra la cual se emplearon medidas de control solo en costa. En la sierra la atribuyo al clima y se confundió con el daño provocado por las heladas. Esta enfermedad es un problema serio en las regiones húmedas y frías. LA enfermedad se presenta en toda la zona papera del país, pero es más severo en la Costa Central.

**Magallanes**, citado por **Jorge (1990)** indica que, desde su aparición en el Perú, esta enfermedad causó pérdidas notables, habiéndose determinado que, en los departamentos de Ayacucho y Apurímac, durante la campaña 1972-1973, el hongo ocasiono gran pérdida a los agricultores dedicados al cultivo de papa.

**Calderón**, citado por **Castañeda (2000)** indica que esta enfermedad conocida en el Perú como ranca, pero llamado por los genetistas A1, con su forma original, hizo una aparición y consiguiendo preparación en 1845, diezmando los cultivos en Irlanda, originando una hambruna que afecto a dos millones de habitantes dando origen a una masiva emigración a norte americana; aunque no hay registro histórico sobre su presencia en Europa, se sabe que desde allí se diseminó por todo el mundo en el ciclo pasado. Hay dos teorías que explican su trayectoria, señala que de México paso directamente a Gran Bretaña y otra indica que primero pasa a New Jersey (EE. UU) Luego a Irlanda; de Europa paso a Asia y África y regreso a América, Brasil y Argentina.

#### **4.12.2. “Ranca” de la papa *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary en el Perú.**

**Egúsqüiza y Apaza (2003)** manifiesta que en el Perú se produce papa en tres ciclos o campañas agrícolas que varían entre sí de acuerdo al nivel del mar. en el ciclo de cosecha ( 0 a 500msnm), hay ausencia de lluvias, pero no presenta alta humedad relativa; en la zona media (500 a 3000 msnm) se produce bajo riego y en el periodo de ausencia de lluvias; el ciclo de producción en altura (3000 a 4000 msnm.), se realiza

mayormente en el periodo de lluvias y la presencia de *P. infestans* varía de acuerdo a la altitud y nivel de pluviosidad. Una encuesta realizada entre especialistas de papa de diferentes regiones del país, indica que la incidencia de *P. infestans* alta en el 42% de la superficie sembrada con papa. Por su ubicación geográfica y condiciones climáticas determinadas por la cordillera andina y la corriente marina de Humboldt. En Perú se siembra y se cosecha papa parcialmente durante todo el año. Aunque en diferentes proporciones, se produce papa en tres ciclos o campañas agrícolas de acuerdo a la región altitudinal de siembra y cosecha.

#### **4.12.3. Distribución de la enfermedad.**

**Montaldo (1984)** menciona que esta enfermedad es de distribución mundial y en las regiones de clima fresco y de alta humedad relativa es endémica.

Según **Crosier (1934)** los esporangios o zoosporangios se forman sólo en atmosferas completamente saturadas y las temperaturas óptimas para rapidez de producción y abundancia de formación es de 21°C. La temperatura sobre 20°C los esporangios pierden su viabilidad muy rápido en el aire seco, y regularmente rápido en el aire húmedo. La temperatura de 12°C es la más favorable para la germinación indirecta de los zoosporangios. La duración de la motilidad de las zoosporas productivas varía de 15 minutos a 24°C, a 24 horas a 1-2°C. La germinación de las zoosporas ocurre a todas las temperaturas entre 3 y 28°C. Por lo menos el 70% de la germinación se espera entre 6 y 24°C la elongación de los tubos germinales es más rápida a 21 y 24°C, y las infecciones tienen más éxito cuando se realizan en la cara inferior de las hojas.

El hongo ataca tanto al follaje (tallos y hojas) como a los tubérculos de papa, la infección primaria se origina en plantas huachas o espontaneas que aparecen en el campo provenientes de la cosecha, del año anterior de plantas que nacen en los momentos de desecho de la selección de la semilla de solanáceas silvestres que crecen a la orilla de los potreros o de las siembras tempranas de las papas.

#### **4.12.4. Clasificación taxonómica de la *Phytophthora infestans*.**

Según **Raven, Evert y Eichhorn (1999)** y **Erwin y Ribeiro (1996)**, menciona la siguiente clasificación de la enfermedad:

**Reino:** Cromista (grupo Stramenophyle)

**Phylum:** Oomycota

**Clase:** Oomycete

**Subclase:** Peronosporomycetidae

**Orden:** Pythiales

**Familia:** Pythiaceae

**Género:** *Phytophthora*

**Especie:** *infestans*

**Nombre común:** Tizón tardío.

#### **4.12.5. Descripción del agente causal**

**Calderón**, citado por **Saire (2002)** considera que el hongo causante de la racha *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary se caracteriza por un micelio sin tabiques o aceptados, ramificados e hialino; su desarrollo es intra e intercelular, y en medio de cultivo es riguroso, blanco, algodonoso aplanado. Los esporangios salen a través de las estomas en las hojas y por las lenticelas en los tubérculos, son de forma ovoide semejantes a un limón con papilas y un leve resto de películas, mide de 22- 26 x 14-23 micras; a principio se encuentra en la parte terminal esporangióforo, pero debido a crecimiento indefinido de este, pasan a ser laterales. Los ensanchamientos que se producen en los esporangios indican los lugares donde sean efectuado la esporulación. Esta forma de los esporangios es típica de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary sirve para diferenciarlos de los hongos muy relacionados con él. La maduración de los esporangios es desigual. Los esporangios pueden generar emitiendo un tubo germinativo, pero con frecuencia expulsan alrededor de zoosporas biflageladas.

#### **4.12.6. Biología de *Phytophthora infestans* Mont. De Bary**

**Kamoun (2002)** menciona que la habilidad de *P. infestans* para la manipulación bioquímica, fisiológica y morfológica en su huésped, a través de la formación de diversas moléculas de virulencia, definidas como "efectoras", es necesario estudios

de genómica estructural con el fin de entender las bases moleculares de la patogenicidad de *P. infestans*, a través de la identificación de genes que constituyan a los procesos de infección, identificar la función de virulencia y avirulencia en los huéspedes y no huéspedes y los centros de control químico. Además, permite entender la estructura poblacional y su evolución a través de mejoramiento de las técnicas de marcadores moleculares y los marcadores que determinan los fenotipos.

Este patógeno se propaga sexual y asexualmente. La reproducción sexual sirve para proporcionar un estado de supervivencia de las esporas (oosporas) y generar nuevas condiciones de genes. Sin embargo, este organismo ha tenido grandes explosiones de poblaciones epidémicas por la producción asexual, como parasito obligado, causando la gota o tizón tardío en cultivo de papa y tomate principalmente en muchas partes del mundo, con marcadas consecuencias económicas y sociales.

Según **Turkesteen (S.F)** hay dos tipos de esporas, los más frecuentes son los zoosporangios que son hialinos y de pared delgada y tiene forma de limón, con un tamaño de 21-38nm x 12-23 nm ubicados en las puntas de las ramificaciones del micelio. Otro tipo son las oosporas, cuerpo redondo 24-46nm con paredes gruesas. Bajo condiciones de sequía los zoosporangios son debida corta, al igual que si no encuentran el tejido huésped apropiado. La germinación se da en agua libre, de manera directa por la emisión de un tubo germinativo, pero comúnmente se libera mucho o más Zoosporas, las cuales nadan con la ayuda de los dos flagelos. Más tarde estas esporas se enquistan y forman el tubo germinativo para infectar.

#### **4.12.7. Ciclo de la enfermedad**

##### ***Ciclo primario***

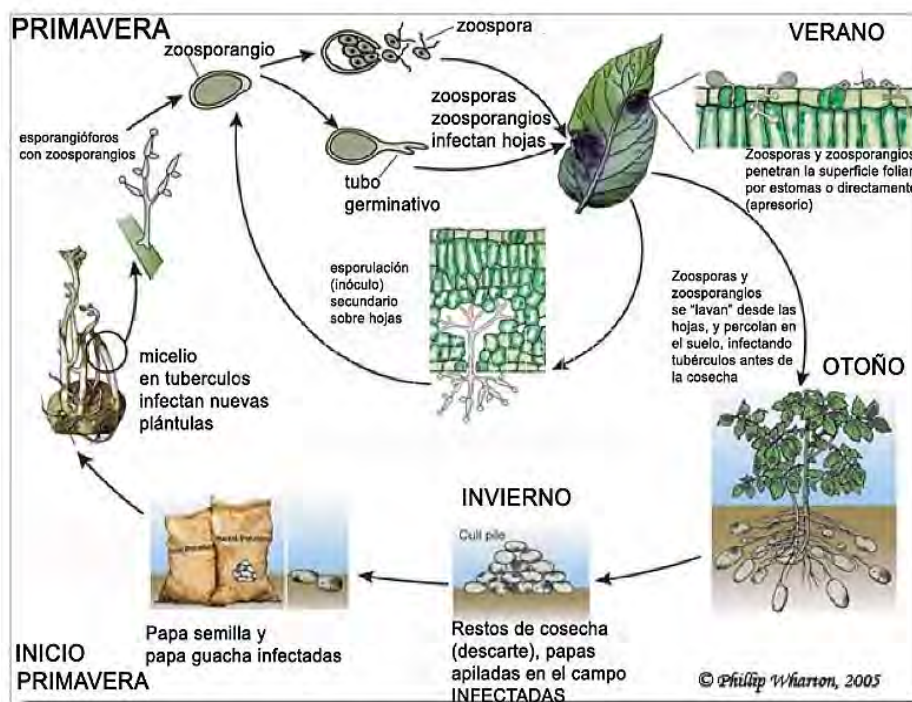
**Vidal (1998)** señala lo siguiente: se inicia cuando se cosechan las plantas, es decir al terminar las condiciones favorables del desarrollo del hongo, etapa en la que se conserva como micelio, en los tubérculos infectados ya sea en las plantas huachas o en tubérculos asociados que se aplican cerca de los campos de cultivo y de almacén, o en que se almacena para semilla. Las primeras infecciones ordinarias se originan en los brotes infestados producidos por tubérculos enfermos o en aquellos tubérculos que quedan amontonado con desperdicio. En la superficie de estos primeros brotes infectados en condiciones de alta humedad atmosférica, se forman las fructificaciones del hombre. Estas fructificaciones también se forman en los tubérculos enfermos a

través de las lenticelas, en la superficie de herida y cortes, produciendo así inóculos primarios terminados el ciclo, la enfermedad se reinició, aunque en forma insipiente imperceptible.

### **Ciclo secundario**

**Vidal (1998)** indica que este ciclo está caracterizado por la sucesión de nuevas infecciones siempre que las condiciones sean favorables del hongo; de las fuentes primaria de infección las esporas y esporangios son diseminados por viento hacia otras plantas campos vecinos originado nuevas infecciones. El ciclo puede repetirse en condiciones del medio favorables al hongo, si estas son óptimas, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary puede completar este ciclo tan solo tres días. La infección de tubérculos se produce por acción de agua de lluvia de riego que arrastran a la espora a las profundidades del suelo o por contaminación al momento de la cosecha cerrándose de este modo el ciclo correspondiente. El ciclo descrito es común en la Sierra y en lugares como en la diferencia las estaciones son bien marcadas, en la costa la enfermedad se perpetúa mediante los cultivos de tomate y pepino que también son susceptibles. El patógeno persiste, además, en otras especies silvestres de papa ampliamente distribuidas en Centro y Sudamérica.

**Fig. 03:** ciclo biológico-agronómico del tizón tardío



**Fuente:** Phillip Wharton (2005)



#### **4.12.8. Diseminación de la Enfermedad**

**Christiansen (1978)** menciona que la diseminación se realiza por acción del viento, lluvias, hombre y animales germinando ya sea en forma directa o produciendo zoosporas, según las condiciones ambientales.

**Gonzales** citado por **Saire (2002)** Considera que la enfermedad es el transporte de inóculo de un órgano a otro en una planta de una misma región o de una región geográfica a otra; es decir puede ser local, regional, interregional, y aun intercontinental. Los medios más importantes de diseminación según Gonzales son los siguientes:

##### ***Hombre***

Probablemente de mayor importancia, pues la siembra de papa enfermas o abandono de estos tubérculos en el terreno que van ser usados para nueva siembra, generalmente son la fuente primaria para inóculo; el hombre durante muchos ciclos han transportado sus plantas a lo largo de las vías de sus migraciones a través de montañas, océanos y desiertos; estableciendo de esta manera la mayor parte de estas plantas en diferentes regiones, donde eran posible su cultivo, pero con sus transporte los patógenos perjudicando de esta manera sus fuentes de alimentación.

##### ***Viento***

El aire sin duda es el agente diseminador más importante en la mayoría de enfermedades fungosas de la parte aérea, principalmente en la forma local (entre plantas vecinas), pero a menudo también entre regiones distintas. Las esporas en un gran número de hongos son livianos de manera que una brisa puede llevar muy lejos.

##### ***Agua del riego***

Se sospecha que el agua del riego puede acarrear esporangios o zoosporas y depositarlos en plantas susceptibles el agua que corre por el suelo ya sea producto de las lluvias y de irrigación, disemina especialmente ciertos tipos de inóculo que no resiste la desecación, como los esporangios de los oomicetos.

##### ***Agua de lluvia***

Esta puede ser un factor de diseminación de planta a planta de una parte a otra de la misma planta, al caer a una hoja infectada y salpicar a otras cercanas, acarreando los esporangios y zoosporas.

#### 4.12.9. Síntomas

**CIP (1996)** indica que aparecen lesiones de apariencia húmeda en el follaje, que en pocos días se vuelven necróticas de color castaño cuando están secas, o negras cuando están húmedas.

Bajo condiciones de humedad intensa se hace visible una esporulación blanca parecida al mildiu, especialmente en el envés de las hojas. Muchas veces se forman un borde amarillo pálido alrededor de las lesiones de las hojas. Las lesiones en los tallos son frágiles y se quiebran frecuentemente en el punto de lesión. Bajo ciertas circunstancias puede aparecer la marchitez en los tallos lesionados.

##### **Hojas**

Las manchas de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento, no están limitadas por las nervaduras de las hojas. Estos síntomas se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas. Bajo condiciones de alta humedad, se forman en la cara inferior (envés) de las hojas unas vellosidades blanquecinas que constituyen las estructuras del patógeno (esporangióforos y esporangios). Las lesiones se expanden rápidamente, se tornan marrón oscuro, se necrosan y causan la muerte del tejido. En el campo, las plantas severamente afectadas emiten un olor característico, debido a la rápida descomposición del tejido foliar.

**Fig.04:** síntomas de daño de la rancha en las hojas de la papa



**Fuente:** W. Pérez. CIP

### ***Tallos y peciolo***

Las lesiones son necróticas, alargadas de 5-10cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta, presentan consistencia vidria. Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, estas se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o de vientos fuertes. En condiciones de la humedad también hay esporulación sobre estas lesiones, pero no muy profusa como se presenta en las hojas.

**Fig. 05:** síntomas de daño de la ranca en los tallos de la papa



**Fuente:** W. Pérez. CIP

### ***Tubérculo***

Los tubérculos afectados presentan áreas irregulares, ligeramente hundidas. La piel toma una coloración marrón rojiza. Al corte transversal se puede observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la medula a manera de clavijas. En estados avanzados se nota una pudrición secundaria causada por otros hongos (*Fusarium spp.*) y bacterias (*Erwinia spp.*, *Clostridium spp.*, etc.), provocando la desintegración del tubérculo y haciendo difícil el diagnóstico.

**Fig. 06:** síntomas de daño de la rancha en los tubérculos de la papa



Fuente: W. Pérez. CIP

#### **4.13. Tizón temprano de la papa, mancha negra (*Alternaria solani*)**

**CIP (1982)** menciona que el tizón temprano fue descrito por primera vez en 1882. Es un problema serio en muchas áreas del mundo donde no solo afecta a la papa, sino también al tomate y a otras solanáceas. El tizón temprano ha sido menos estudiado que el tizón tardío, pero en los últimos años se ha observado que es una enfermedad importante en muchas áreas calientes donde se cultiva la papa.

##### **4.13.1. Condiciones para la propagación del tizón temprano**

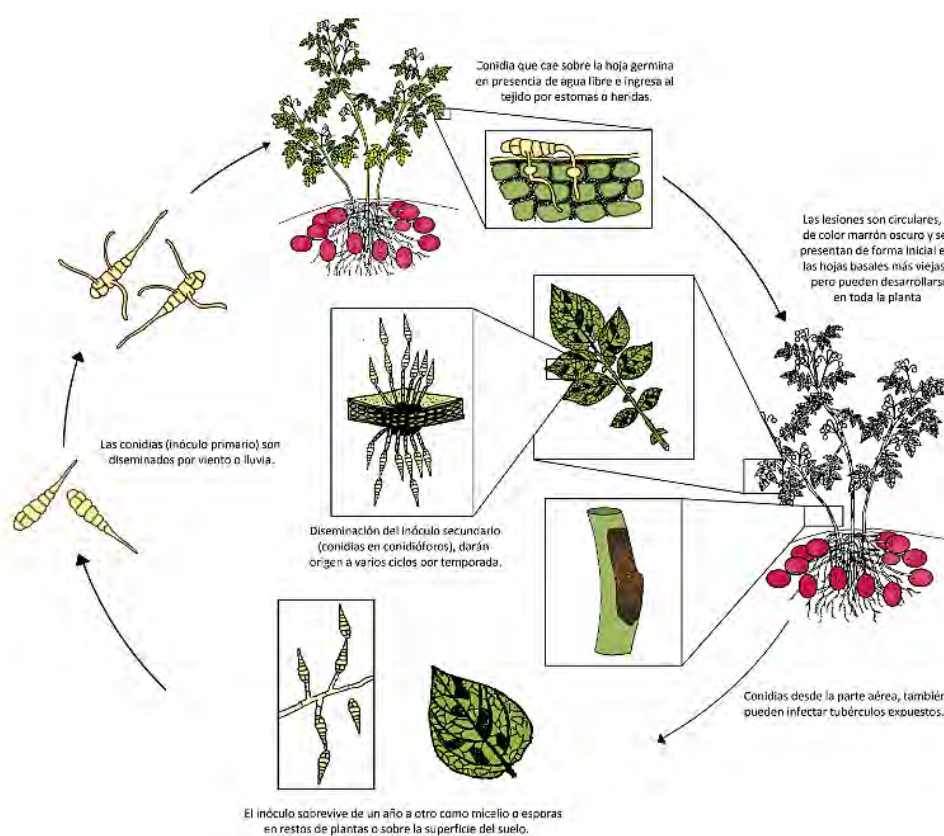
Lluvias frecuentes y abundantes. En condiciones de campo las manchas se hacen visibles 2 a 3 días después de la inoculación y la esporulación luego de 5 a 7 días, los conidios se forman con presencia de humedad y se dispersan por el viento y la lluvia. Los primeros ciclos parecen iniciarse por nuevos conidios que se producen sobre los restos de las plantas enfermas. Penetra por las estomas o a través de las cutículas.

##### **4.13.2. Ciclo de la enfermedad**

**CIP (1982)** menciona que el hongo *Alternaria solani* Sorauer (familia Dematiaceae, clase-forma Deuteromicetos) se propaga por esporas llamadas conidios. Los conidios son elípticos, oblongados o en forma de mazos, de color oscuro, con tabiques transversales (septas) pero a menudo sin paredes celulares longitudinales, y terminan en una célula que se alarga y adelgaza bastante. Son de tamaño microscópico, de 15 a 29 µm de ancho y de 150 a 300 µm de largo. La célula

terminal se va adelgazando en un extremo, formando un apéndice delgado de 2,5 a 5,0  $\mu\text{m}$ . Bajo condiciones óptimas de alta humedad y temperaturas entre 24 y 34°C, la germinación de los conidios se inicia en unos treinta minutos. El tubo germinal en desarrollo penetra en las hojas a través de la epidermis o los estomas. El micelio septado y ramificado se expande dentro de las hojas. Debido a sustancias tóxicas producidas por el hongo el daño avanza adelante del crecimiento del micelio. En cultivo puro, el crecimiento óptimo ocurre alrededor de 28 °C. Los conidióforos que contienen las esporas son producidos individualmente o en pequeños grupos. La luz y las temperaturas entre 19 y 23°C estimulan el desarrollo de los conidióforos.

**Fig. 07:** ciclo biológico del tizón temprano



**Fuente:** INIA-Remehue

#### 4.13.3. Epidemiología y Ciclo

INIA – Remehue (2015) indica que la infección foliar se favorece por temperaturas de alrededor de 25°C y humedad. La lluvia estimula la enfermedad, pero no es necesaria si hay rocío abundante y frecuente. El hongo penetra directamente a través de la epidermis. Durante las etapas tempranas del cultivo puede ocurrir la

infección primaria en follaje más viejo, sin embargo, el tejido joven, en activo crecimiento y plantas con exceso de fertilización nitrogenada, no exhiben síntomas. La mayor diseminación secundaria ocurre después de la floración, cuando el nivel de inóculo es mucho más alto. La enfermedad se desarrolla con mayor rapidez cuando se alternan condiciones húmedas y secas en el ambiente. La infección de tubérculos se produce solo a través de heridas, con temperaturas de 12 a 16° C.

#### **4.13.4. Sintomatología:**

**INIA – Remehue (2015)** menciona que generalmente se presenta en plantas adultas, en las hojas causa manchas irregulares con aspecto de anillos concéntricos en su interior, los tubérculos son rara vez atacados.

El ataque de este hongo se presenta en plantas desarrolladas cuando los tubérculos empiezan a formarse, siendo raro ver cultivos jóvenes atacados por el hongo. Este patógeno ataca principalmente las hojas y rara vez los tubérculos, necesitando temperaturas que alternen con períodos húmedos o lluviosos. El síntoma característico es la aparición de manchas irregulares oscuras rodeadas de un halo amarillento, que se desarrolla como anillo. Las manchas aumentan de tamaño y en ataques fuertes se juntan hasta ennegrecer completamente las hojas. A veces la parte central de la mancha se desprende dejando un hueco. Este hongo también puede atacar los tubérculos. En estos los síntomas se presentan en forma de manchas redondeadas y ligeramente hundidas. Las papas atacadas por *A. solani* no maduran bien y la corteza de los tubérculos se desprende durante su transporte o almacenamiento. Ataques fuertes de esta enfermedad ocasionan graves mermas en la cosecha.

**Control:** eliminar plantas voluntarias y enterrarlas. Evitar manipular la papa semilla hasta el momento de la plantación. Usar fungicidas cuando el ataque es considerable.



**Fig. 08:** síntomas de daño del tizón temprano en las hojas de la papa



**Fuente:** INIA-Remehue

#### **4.14. Sarna polvorienta, roña (*Spongospora subterranea* (Wall.) Lagerh.)**

**Agente causal:** La enfermedad es causada por el hongo *Spongospora subterranea* (Wall.) Lagerh. Que se caracteriza porque forma soras, las cuales contienen esporangios de descanso. Las soras tienen forma ovoide, irregular o elongada y tienen la apariencia de una cadena por los esporangios de descanso que se encuentran agregados. Las zoosporas tienen dos flagelos de tamaño diferente, con los cuales se movilizan en presencia de una película de agua existente en el suelo hasta alcanzar al hospedante.

**Harrison et al., (1997)** menciona que la sarna polvosa es uno de los problemas fitosanitarios más relevantes en el cultivo de papa que ha sido reportada desde mediados del siglo 19 en países productores. Fue reportada por primera vez en 1841 en Alemania, cinco años después se registró en el Reino Unido y desde entonces el patógeno ha tenido una amplia distribución a nivel mundial. Se ha reportado en Checoslovaquia, Finlandia, Italia, Noruega, Rusia, Sicilia, Suiza, Países bajos, Australia, América del Norte y Sudamérica.

**Vélez (2007)** indica que el importante daño indirecto de *S. subterranea* en algunas zonas productoras de papa es ser vector de la enfermedad conocida como enanismo de los tallos de papa causada por el Potato Mop Top virus (PMTV), que provoca una marcada disminución de los rendimientos y afecta severamente la calidad comercial de los tubérculos.

**Salazar (1982)** menciona que este virus se ha encontrado afectando cultivares de papa en las principales regiones productoras del norte de Europa, América del Sur, China, Japón y Australia, y recientemente se ha sido un brote en el norte de EE. UU y Canadá.

#### **4.14.1. Clasificación taxonómica de *Spongospora subterranea***

Reino: Protozoa

División: Myxomycota

Clase: Plasmodiophoromycetes

Orden: Plasmodiophoales

Familia: Plasmodiophoraceae

Género: *Spongospora*

Especie: *subterranea*

#### **4.14.2. Síntomas:**

**Harrison et al. (1997)** indica que los primeros síntomas visibles de la sarna polvosa se presentan en la superficie de los tubérculos como pústulas (ampollas) pequeñas de color castaño, cuyo tamaño es de dos o más milímetros de diámetro, las cuales se observan con mayor frecuencia en la terminación distal de tubérculos jóvenes, éstas incrementan su tamaño y se extienden lateralmente debajo de la peridermis hasta que ocasiona la ruptura de la peridermis, formando unas proyecciones con apariencia de verrugas de color blanco; cuando las lesiones maduran dan lugar a la formación de depresiones superficiales ocupadas por masas pulverulentas de esporas de resistencia del patógeno (esporosoros), originando así una sarna de color marrón oscuro. Al inicio de la infección las roñas son individuales, pero cuando las condiciones son favorables para su desarrollo frecuentemente se unen produciendo grandes lesiones con contornos irregulares y pueden dar lugar a la formación de tumores en los tubérculos.

produce diversos síntomas en la parte subterránea de la planta atacando el tallo, estolones, tubérculo y raíces, produce agallas y canchales. en los brotes de la papa se ha determinado el ataque con producción de agallas pequeñas .se considera que la infección proviene de las yemas que se encuentran contaminadas. luego de la plantación y cuando el brote progresa, las agallas se tornan más visibles, al comienzo posee un color blanco y posteriormente se oscurecen.

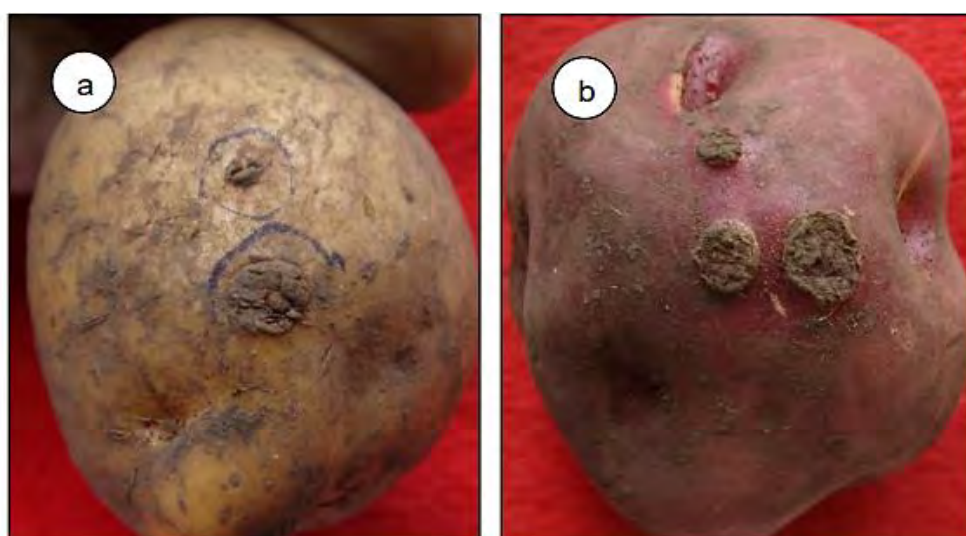
En las raíces la infección produce excrescencias. los síntomas más conspicuos se encuentran en los tubérculos, cuando se inicia el ataque solo se presenta una ligera y tenue decoloración circular, de pocos milímetros de diámetro. La enfermedad



progresar y aumentar la superficie afectada, al principio parecen pequeños tumores poco elevados semejantes a verrugas. Es posible observar con el transcurrir del tiempo y el crecimiento del tubérculo un conjunto de protuberancias que se disponen en semicírculo.

**Control:** usar papa-semilla sana en la plantación. No almacenar la papa semilla sana cerca de tubérculos contaminados. Utilizar un plan de rotación eficaz, no plantando papas en suelos donde la enfermedad se haya manifestado. Asegurar que los suelos tengan buen drenaje.

**Fig. 09:** síntomas de daño de la roña en los tubérculos



Fuente: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/50429/1123207072.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

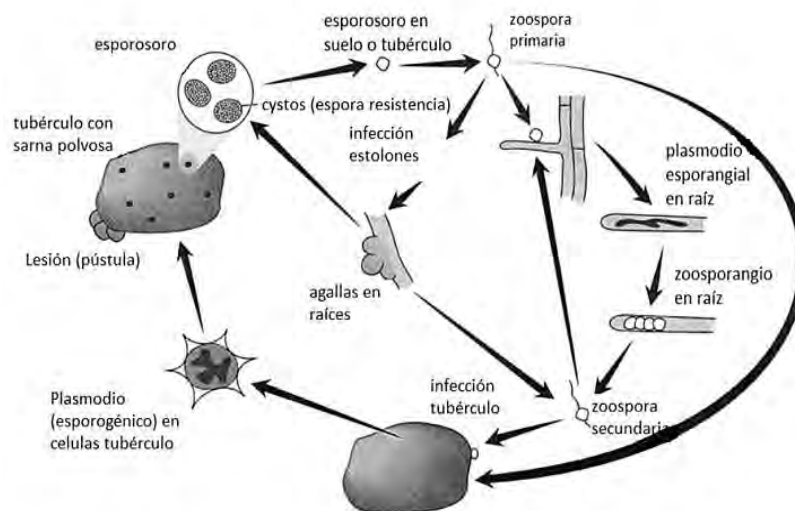
#### **4.14.3. Ciclo de vida de la enfermedad**

**Gau et al. (2013)** menciona que el ciclo de vida de *S. subterranea* inicia con la liberación de zoosporas a partir de los esporosoros cuando éstos se encuentran bajo estimulación de humedad y exudados de la planta hospedera. Cuando las zoosporas germinan se mueven a través de la lámina de agua libre en el suelo con el movimiento de sus flagelos en búsqueda de su hospedero. Cuando la zoospora primaria entra en contacto con tejido de la planta hospedera la zoospora a través de un “agujón” inyecta su contenido celular infectando las células epidérmicas de la raíz. Ahí empieza el crecimiento de un plasmodio multinuclear (fase esporangial), las células de la planta

sufren un crecimiento debido a procesos de hiperplasia e hipertrofia que resultan en la formación de agallas.

Si el patógeno no cuenta con condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo el plasmodio puede enquistarse dentro de la célula del hospedero o de lo contrario continua su crecimiento presentando divisiones meióticas sucesivas hasta formar zoosporangios en células únicas, que se encuentran en diferentes estados de división del plasmodio. Cada célula única da origen a una zoospora secundaria (indistinguible de la zoospora primaria liberada a partir de esporosoros) que es infectiva en tejido nuevo (tubérculo, raíces, estolones) dentro del mismo huésped y producir más zoosporas que son liberadas al suelo incrementando el nivel de inóculo. Los tubérculos en su periodo de iniciación 2 a 3 semanas son más susceptibles a la infección, aunque ésta también es posible en periodos tardíos como resultado de proliferación lenticelas en tubérculos maduros o un retraso en suberización en lenticelas debido a los niveles bajos de oxígeno en suelos húmedos. La espora secundaria puede volver a realizar el ciclo antes mencionado o formar plasmodio esporogénico que sufrirá divisiones mitóticas cruciformes (fase esporogénica). tiene la capacidad de producir estructuras de reposo llamadas esporosoros, son de pared gruesa y altamente resistentes a condiciones desfavorables en el suelo y cuando germinan liberan zoosporas primarias que van a continuar con su ciclo de vida.

**Fig. 10:** ciclo biológico de la roña de la papa



**Fuente:** Harrison et al., 1997.

#### **4.15. Illa kuro, falsa oruga o gusano esqueletizador de hojas (*Tequus sp.*)**

**MINAGRI (2013)** Considerada como plaga ocasional, sin embargo, en los últimos años va en aumento su dispersión espacial y la magnitud poblacional, siendo una plaga que viene ocasionando aplicaciones de insecticidas.

##### **4.15.1. *Biología y comportamiento***

**Catalán (2005)** menciona que, existe una sola generación al año. No se conoce la capacidad de ovoposición, tiempo de incubación, periodo de desarrollo de la larva, pupa y adulto, esta especie carece de estudio biológico. Las hembras ovopositan debajo de la epidermis y en el envés del foliolo.

**Gutarra (1973)** mencionado por **catalán (2006)** indica que las larvas emergen del huevo e inicialmente en grupo raspan el parénquima.

**Palomino (1968)** menciona que las larvas en el último estadio, caen al suelo y se ubica a poco centímetro de la superficie del suelo, también otros pueden empupar sobre las hojas, luego comienzan a hilar el capullo con la seda que la misma larva produce y cubre completamente a la larva, en el cual pasa la diapausa por varios meses, después se transforma en pupa que permanece en ese estado por poco tiempo, enseguida emerge el adulto por la parte del extremo superior de capullo. Las larvas al ser colocadas en la planta, levantan y mueven los últimos tergitos del abdomen, cuando se deja caer al suelo se ponen en posición de herraje. Los adultos mayores tienen mayor actividad entre 1 de la mañana y 2 de la tarde y se las puede coger con la mano, tienen vuelos cortos, generalmente en la misma planta, a otras plantas y campos pueden ser trasladados a través del viento.

El ciclo biológico del insecto tiene una duración de 47 – 58 días ( $\pm 3.1$ ).

##### ***Adulto***

Es una avispa con el abdomen tipo sésil, con un tiempo de vida de 6 - 12 días ( $\pm 2.4$ ). Los adultos machos viven de 6 – 8 días y las hembras viven hasta 12 días. El adulto al emerger presenta coloración verdosa en antenas, aparato bucal, venación alar, patas y en los esternitos del abdomen; además en el abdomen en la parte dorsal

de las hembras se ha observado diferencias de colores. Las hembras son más grandes en tamaño que los machos.

### ***Huevo***

Las hembras poseen un ovipositor poco desarrollado a manera de sierra, con el cual incrusta el huevo debajo de la epidermis del envés del foliolo en el borde de las nervaduras, de manera individual. Los huevos son de color verde claro inicialmente, luego cambian a color verde intenso y finalmente se convierte de color marrón claro. El estado de huevo presenta un rango de incubación de 6 - 9 días ( $\pm 0.8$ ), registradas a nivel de crianza en el laboratorio a temperatura ambiental de 13° – 16°C.

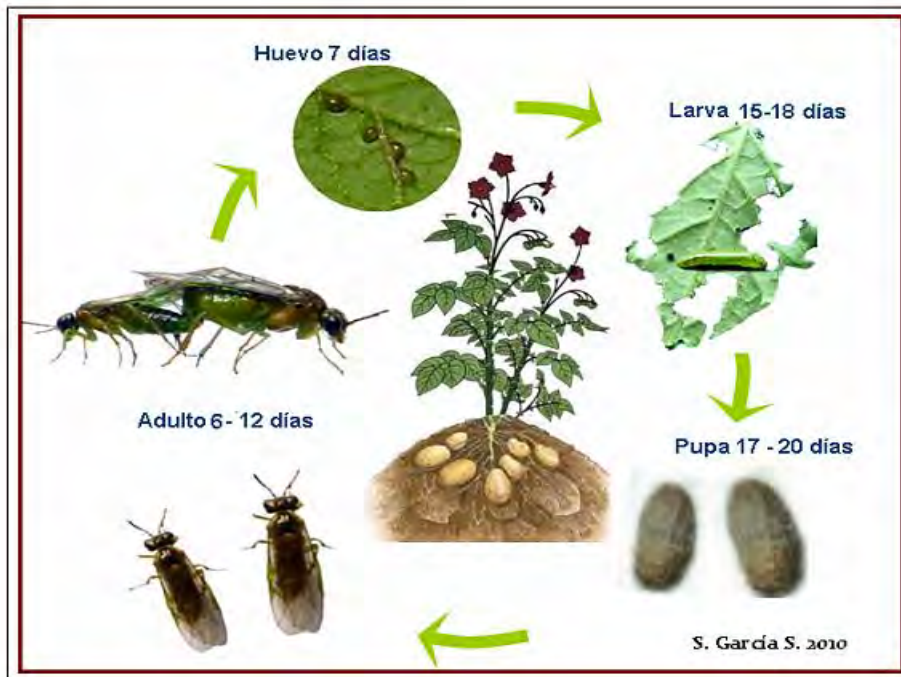
### ***Larva***

**Borrer (1981)** indica que la larva es de tipo eruciforme, durante el desarrollo pasan por cinco estadíos, los cuales tienen las mismas características morfológicas, variando en tamaño y en intensidad de color después de cada muda. Las mudas ocurren en el foliolo. La duración del desarrollo larval fluctúa entre 14 – 16 días ( $\pm 0.6$ ).

### ***Pupa***

Las pupas se desarrollan dentro del suelo, a una profundidad que varía de 5 cm a 10 cm. La larva construye su cámara de seda que ella misma produce y externamente está cubierta de partículas de la tierra, asimismo los capullos pupales toman el color del suelo donde se encuentran. El desarrollo de la pupa dura de 20 – 26 días, ( $\pm 1.6$ ).

**Fig. 11:** Ciclo biológico del Illa kuro *Tequus sp.* Smith



**Fuente:** García-Sinche, catalán-Bazán 2011

#### **4.15.2. Morfología**

**Palomino (1968)** indica que el adulto es una avispa que mide de 3 a 5 mm de longitud y de 9 a 12 mm de expansión alar, la coloración es variable desde café amarillenta con alas transparentes y de reflejos aterciopelados. Cabeza negra con aparato bucal amarillo, tórax dorsalmente negro y ventralmente amarillo, patas amarillas, abdomen anchamente unido al tórax de color amarillo con manchas oscuras en los bordes. Existen también avispas de color verde claro con manchas oscuras, alas transparentes con reflejos aterciopelados. La larva es de tipo eruciforme, de forma cilíndrica más ancha en su parte anterior que la posterior, consta de tres pares de patas, el cuerpo está cubierto de pelos finos transparentes y cortos; la coloración varía de amarillo claro transparente (primer estadio), luego pasa a verde limón y verde oscuro; el tamaño varía de 8 a 14 mm de longitud, abdomen anchamente unido al tórax. La pupa, está formada en un capullo adherido con finas partículas de tierra y se confunde con la tierra y terroncitos, la coloración varía de marrón claro a marrón oscuro, las dimensiones varían de 4 a 6.2 mm de largo de largo y de 2.4 a 3.2 mm de ancho en su mayor diámetro.

#### **4.15.3. Daños**

**Catalán (2006)** indica que las larvas emergen del huevo e inicialmente raspan el parénquima de los folíolos, posteriormente raspan el parénquima y ocasionan perforaciones en forma circular, en los últimos estadios de desarrollo, las larvas se vuelven más voraces y se distribuyen a diferentes partes de la hoja y de preferencia a las hojas tiernas, donde mastican completamente la hoja, dejando solamente las nervaduras centrales y unas cuantas secundarias.

#### **4.15.4. Comportamiento de alimentación y sobrevivencia**

Los adultos se encuentran alimentándose de néctares de las flores de la papa y otras plantas aledañas al cultivo como por ejemplo plantas de olluco, plantas silvestres o malezas. La presencia de los adultos en el campo del cultivo de papa inicia del borde y luego avanzan hacia el medio, en el mismo sentido inicia la dispersión de huevos y larvas. En la alimentación, las larvas del primer y segundo estadio raspan el parénquima foliar, dejando la epidermis del haz; posterior al tercer estadio mastican el limbo foliar, dejando el foliolo esqueletizado. Después de terminar su desarrollo, las larvas ingresan al suelo para empupar. En este estudio se ha determinado, que el insecto pasa por 3 - 4 generaciones durante el año. En ausencia del cultivo y de las lluvias entre los meses de abril y octubre pasan en estado de dormancia o dormición (hibernación), dentro del capullo pupal en forma de prepupa, luego pasa al estado de pupa propiamente dicho, posteriormente emergen los adultos cuando las condiciones ambientales son favorables.

#### **Comportamiento de reproducción.**

Los adultos de *Tequus sp.* S.se encuentran realizando vuelos cortos y no muy elevados por encima de la planta de papa. En horas muy tempranas del día son poco móviles y en horas de 9 a 3 de la tarde, los adultos son más ágiles; la cópula es prolongada y puede durar entre 1 - 2 horas, además se pudo observar que la hembra puede presentar dependiendo del tiempo de vida entre 4 – 9 posturas, siendo cada oviposición diaria, variando el número de huevos desde 2 hasta 36 huevos por día; las hembras realizan la oviposición indistintamente en el envés de los folíolos, siendo hasta 60 huevos en promedio ( $\pm 10$ ). La presencia del adulto en las plantas de papa se da desde la emergencia de la planta, sin embargo, el pico poblacional de adultos y larvas se encuentra frecuentemente antes, durante y después de la floración.

**Fig. 12:** Daño de *Tequus sp.* en la hoja de la papa



**Fuente:** Fotografía propia

#### **4.16. Resistencia a plagas y enfermedades**

**Cubero (2003)** menciona que la resistencia a plagas y enfermedades es la capacidad de la planta para restringir el crecimiento o reproducción del patógeno una vez iniciado el contacto nutritivo.

**Estrada (2000)** alude que por resistencia se entiende una relación entre el hospedante y el patógeno en la cual el hospedante se define para recibir el menor daño posible o para excluir totalmente al patógeno. Para ello el hospedante desarrolla diferentes mecanismos.

La propagación de la papa por tubérculo es un factor que favorece altamente la transferencia de patógenos de una generación a otra.

##### **4.16.1. Resistencia de las plantas a los insectos**

- **Mecanismos de resistencia**

**Cisneros (1980)** menciona que los factores o componentes de la resistencia de las plantas a las plagas, corresponden a las siguientes categorías:

La no-preferencia, es la característica de una planta de no ser escogida por el insecto como substrato de oviposición, de alimento o de refugio.

La no-preferencia puede ser relativa cuando otra planta que es susceptible o preferida está presente; o puede ser absoluta si el efecto de no-preferencia se mantiene aun cuando se presentan otras plantas susceptibles.

La antibiosis, es el efecto adverso que tiene una planta al desarrollo normal del insecto, sea causándole mortalidad en sus primeros estadios, retardando su desarrollo, disminuyendo su tamaño o reduciendo su capacidad de reproducción de los adultos. Se considera que la antibiosis se debe a la presencia de sustancias químicas que son de alguna forma perjudicial para el insecto, a la ausencia de algunos nutrimentos esenciales, o al desbalance entre las sustancias nutritivas.

La tolerancia, es la capacidad de una planta de producir cosecha a pesar de la presencia de la plaga en grado que reducirá la producción de una planta no tolerante. Normalmente se debe a la cualidad de recuperación o reacción de la planta para compensar los órganos perdidos, o la formación de estos órganos en exceso, más allá de los requerimientos de la planta.

La resistencia mecánica consiste en la exclusión del insecto de llegar a los órganos o tejidos susceptibles, por mecanismos de protección o por la formación de tejidos duros que interfieren con el desarrollo del insecto.

La condición de inmunidad se da cuando el grado de resistencia de una planta es tan alto que no permite su ataque por la plaga.

#### **4.17. Evaluación de plagas insectiles y enfermedades en el cultivo de papa**

**Herrera (1985)** manifiesta que el termino evaluación de plagas es usado para estimar la densidad de la población de plagas, los daños que estos causan y sus enemigos naturales.

**Catalán (2008)** señala que las poblaciones están sujetas a cambios constantes, incrementan o disminuyen según las condiciones favorables o desfavorables del medio. En algún momento pueden alcanzar niveles que amenacen los rendimientos de cultivo.

##### **4.17.1. Muestreo de las poblaciones de insectos**

**Catalán (2008)** manifiesta que para detectar las densidades o poblaciones de plagas se efectúan muestreos periódicos de las plagas generalmente una vez por semana, según las clases de cultivo y plagas predominantes se diseñan cartillas o formatos para registrar la abundancia de las plagas y otros datos complementarios como la magnitud de daño, presencia de enemigos y estado de desarrollo de la planta.



#### **4.17.2. Métodos de evaluación de plagas**

**Catalán (2008)** indica que el método de evaluación de plagas que se escoja debe ser de lo más práctico posible es decir sencillo pero preciso.

**Herrera (1985)** manifiesta que existe tres métodos para la evaluación de la población de plagas y depende de la clase de cultivo, de la plaga de la exactitud requerida y de la mano de obra disponible.

- **Conteo al azar:** Es el método de recuento más comúnmente usado en los programas de manejo integral de plagas. Puede ser usado para determinar el número de insectos y/o el daño por unidad de muestreo. El conteo se efectúa al azar en varios puntos del campo de cultivo.
- **Conteo por puntos:** Las plagas y sus enemigos naturales son contados junto con un muestreo más detallado del estado de desarrollo del cultivo en cuatro o más puntos del campo.
- **Conteo secuencial:** Determina si la población de una plaga ha sobrepasado el nivel de daño económico la ventaja de este método es que se requiere la toma de un menor número de muestras, comparado con los métodos tradicionales, por lo cual requiere poco tiempo.

## 5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo, pretende caracterizar las variables agronómicas de un conjunto de clones híbridos, así mismo responder a los niveles de resistencia de los híbridos al daño de la ranca de papa y al daño de insectos.

### 5.2. Ubicación espacial y temporal del experimento

El presente trabajo de investigación se condujo en el Centro Agronómico K'ayra en el potrero D terreno asignado al centro de investigación de cultivos andinos (CICA).

#### 5.2.1. Ubicación política

El campo experimental tiene la siguiente ubicación:

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

#### 5.2.2. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica tiene las siguientes coordenadas

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

#### 5.2.3. Ubicación ecológica

Según **Holdridge, L. (1987)**; el Centro Agronómico K'ayra pertenece a la zona de vida natural: Bosque Húmedo Montano subtropical.

**Fig. 13:** Ubicación del campo experimental



### 5.3. Historia del campo experimental

Los cultivos que se llevaron a cabo en campañas anteriores fueron:

**Cuadro 01:** *Cultivos por campaña*

CAMPAÑA	CULTIVO
2017-2018	Germoplasma de Quinua
2018-2019	Germoplasma de Tarwi
2019-2020	Germoplasma de Quinua
2020-2021	Presente trabajo

### 5.4. Materiales

#### 5.4.1. *Materiales de campo y gabinete:*

- Libreta de campo
- Metro/wincha
- Contay/yeso
- Herramientas de labranza picos, lampas, etc.
- Saquillos
- Cámara fotográfica
- Laptop/computadora
- Cartulinas

#### **5.4.2. Material genético**

Se utilizó híbridos seleccionados de papa segregantes de la cruce KI-MORADO-2A x NEGRA MG (QOYA-CICA x NEGRA MG) de papa (*Solanum tuberosum L. ssp.andigena*) en su tercera generación clonal. Este material de 70 híbridos fue sembrado en cinco bloques. Que se presentan en el cuadro Nro.02:

De los 70 clones sembrados para efecto del primer, segundo y cuarto objetivos del presente trabajo fueron seleccionados 32 híbridos en base a su vigor de planta y biomasa aérea. Por otra parte, para el tercer objetivo evaluación del daño de roña, que fue evaluado en la cosecha, solo se consideraron los 21 híbridos que presentaron resistencia a tizón tardío y tizón temprano.

**Cuadro 02:** Distribución de híbridos por bloques.

**BLOQUE I**

Nro. DE ORDEN	CLAVE
1	H-044
2	H-229
4	H-060
5	H-093
6	H-285
7	H-237
8	H-166
9	H-023
10	H-098
11	H-199
12	H-083
13	H-045
14	H-259
15	H-255
16	H-220
17	H-140

**BLOQUE II**

Nro. DE ORDEN	CLAVE
1	H-235
2	H-273
3	H-065
4	H-084
5	H-190
6	H-076
7	H-119
8	H-072
9	H-121
10	H-281
11	H-014
12	H-006
13	H-186
14	H-277
15	H-274

**BLOQUE III**

Nro. DE ORDEN	CLAVE
1	H-290
2	H-011
3	H-022
4	H-207
5	H-043
6	H-077
7	H-123
8	H-275
9	H-272

**BLOQUE V**

Nro. DE ORDEN	CLAVE
1	H-262
2	H-097
3	H-153
4	H-194
5	H-225
6	H-221
7	H-048
8	H-129
9	H-256
10	H-118
11	H-149
12	H-101
13	S/C
14	H-231
15	H-143
16	H-202
17	H-169
18	H-167
19	H-102
20	H-218
21	H-228
22	H-222
23	H-078

**BLOQUE IV**

Nro. DE ORDEN	CLAVE
1	H-002
2	H-056
3	H-015
4	S/C
5	H-248
6	H-073
7	S/C

## **5.5. Metodología Experimental**

### **5.5.1. Diseño experimental**

No se aplicó ningún diseño experimental, los clones fueron conducidos en bloque tipo germoplasma con surcos de seis metros de largo. El número de surcos por híbrido fue muy variable dependiendo de la cantidad de semilla según la capacidad productiva de los híbridos en la campaña ciclo anterior.

### **5.5.2. Características del campo experimental**

#### **Del campo experimental:**

Largo:	43 m
Ancho:	36 m
Área total:	1548 m <sup>2</sup>

#### **De los bloques:**

Número de bloques:	5 m
Largo:	42 m
Ancho:	6 m
Área del bloque:	252 m <sup>2</sup>
Número de calles:	4
Distanciamiento entre bloques:	1m

#### **De los surcos:**

Número de surcos por bloque:	52
Número de surcos total:	248

#### **De los tubérculos:**

Para 0. 30 m (densidad)

Número de tubérculos por golpe:	1
Número de tubérculos por surco:	20
Número de tubérculos por bloque:	1040
Peso promedio de tubérculos:	25 g.

## **5.6. Variables en estudio**

### **5.6.1. Evaluación fenológica**

En el presente trabajo se evaluó las siguientes fases fenológicas:

- **Emergencia:** esta fase se evaluó cuando empezaron a emerger más del 50% de plantas considerando como plena emergencia en días desde la siembra.
- **Plena floración:** se evaluó en días desde la siembra cuando las plantas de cada parcela alcanzaron más del 50% de floración.
- **Madurez:** la madurez se evaluó cuando las plantas alcanzaron la senescencia completa es decir con más del 50% de hojas marchitas en días desde la siembra.
- **Cosecha:** se realizó a escarbar los tubérculos bloque por bloque para cada híbrido.
- **Selección y clasificación de tubérculos:** Después de culminar el escarbo se procedió a evaluar los tubérculos dañados por rancho y roña, para posteriormente almacenarlos.

### **5.6.2. Conducción del experimento**

**Preparación y marcado del terreno.** En el campo experimental la preparación del terreno se realizó el 30 de noviembre del 2020 de manera adecuada para darle las condiciones óptimas para los tubérculos y el marcado del terreno se realizó el 04 de diciembre del 2020.

- **Arado y surcado:** Cuando el terreno alcanzó el punto óptimo de humedad, procedió con aradura del suelo con tractor de arado de disco, rastrado y luego el surcado.

**Fotografía 01:** *Marcado del terreno*



**Preparación de semilla.** Se realizó el 02 de diciembre del 2020 antes de la siembra con el propósito de organizar las semillas de mayor a menor cantidad con sus respectivos códigos, así mismo también se seleccionó las semillas físicamente óptimas para la siembra.

**Fotografía 02:** *Preparación de semilla*





**Siembra.** Se realizó el 05 de diciembre del 2020, distribuyendo las semillas de 70 híbridos cuidadosamente en las parcelas en cinco bloques, registrándose en un croquis de campo toda la distribución de los híbridos que se presenta en anexos. Concluida la siembra de tubérculos se procedió al tapado manualmente con picos.

**Riego.** Cabe resaltar que durante el desarrollo del cultivo hubo precipitaciones pluviales que favorecieron la demanda de agua por lo cual no se utilizó ningún tipo de sistemas de riego.

**Aporques.** El primer aporque se realizó el 6 de enero del 2021, cuando la planta alcanzó una altura de 0.30 m, manualmente utilizando lampas, igualmente el segundo aporque se realizó el 8 de febrero del 2021 logrando la altura de surco óptimo para el cultivo.

**Fotografía 03:** *Aporque*



**Cosecha.** La cosecha se realizó el 02 de mayo del 2021. Esta labor se realizó de forma separada de cada híbrido por cada bloque. Los híbridos fueron etiquetados con mucho cuidado para evitar la mezcla del material genético.

**Fotografía 04: Cosecha**



**Selección y clasificación de tubérculos:** después de la cosecha se procedió a clasificar en sacos los tubérculos cosechados de cada híbrido para posterior evaluación de la Roña.

**Fotografía 05: clasificación y lavado de tubérculos para evaluación de la Roña**



### 5.6.3. Otras evaluaciones agronómicas

- ***Phytophthora infestans***: se evaluó en la etapa de floración y maduración en tres oportunidades.
- ***Alternaria solani***. se evaluó en la etapa de floración y maduración en tres oportunidades.
- ***Spongospora subterránea***: Se evaluó solo en la cosecha, en una muestra de tubérculos de 10 plantas.
- ***Tequus sp.***: se evaluó en la etapa de floración y maduración cada 15 días.

### 5.6.4. *Phytophthora infestans* (rancho de la papa):

Esta enfermedad se evaluó en tres momentos. La evaluación se realizó en 10 plantas por parcela al azar, codificando según la descripción escalar.

La escala de evaluación utilizada para esta enfermedad fue la propuesta por el Centro Internacional de la Papa y acondicionada para esta evaluación que se expone a continuación.

**Cuadro 03:** Grados escalares 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 el 10% de área foliar.
3	2	Plantas dañadas en hojas basales y hojas el tercio medio hasta en un 20% en área foliar.
4	3	Plantas dañadas en más del 20% hasta 40% de hojas dañadas y tallos en el tercio basal
5	4	Plantas dañadas en más del 40% de hojas y todos los tallos.

Los datos obtenidos de los grados escalares serán estimados o convertidos a índice de daño en porcentaje (ID%) mediante la fórmula propuesta por Townsend y Heuberger mediante la siguiente expresión.



$$\frac{\sum nxv}{NV} \times 100$$

Donde:

n = número de plantas dañadas dentro de cada categoría escalar

v = Grado escalar

N = Número total de plantas evaluadas

V = Grado escalar máximo

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

#### 5.6.5. *Alternaria solani* (tizón temprano):

Esta enfermedad se evaluó en tres momentos. La evaluación se realizó en 10 plantas por parcela al azar, codificando según la descripción escalar.

La escala de evaluación utilizada para esta enfermedad fue la propuesta por el Centro Internacional de la Papa y acondicionada para esta evaluación que se expone a continuación.

**Cuadro 04:** Grados escalares de evaluación de Tizón temprano

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

*El índice de daño en porcentaje se calculó utilizando la metodología propuesta por Townsend y Heuberger antes descrito.*

#### **5.6.6. *Spongospora subterranea* (roña de la papa):**

Esta enfermedad se evaluó después de la cosecha. La evaluación se realizó en 100 tubérculos por híbrido. Esta evaluación se realizó solo en los híbridos promisorios evaluados por el vigor y los niveles de resistencia a rancho y tizón tardío.

La escala de evaluación utilizada para esta enfermedad fue la propuesta por el Centro Internacional de la Papa y acondicionada para esta evaluación que se expone a continuación.

**Cuadro 05:** *Grados escalares de evaluación de Roña*

<b>Categoría</b>	<b>Grado escalar</b>	<b>Descripción</b>
1	0	Tubérculos completamente sanos
2	1	Tubérculos dañados hasta el 20% de área del tubérculo.
3	2	Tubérculos dañados hasta en un 40% de área del tubérculo.
4	3	Tubérculos dañados en más del 40% hasta 60% del área del tubérculo.
5	4	Tubérculos dañados en más del 60% del área.

*El índice de daño en porcentaje se calculó utilizando la metodología propuesta por Townsend y Heuberger antes descrito.*

#### **5.6.7. *Tequus* sp. (gusano esqueletizador de la papa):**

El daño de esta plaga es muy notorio, se evaluó tres veces en las mismas fechas que rancho y tizón. La evaluación se realizó en 10 plantas por híbrido al azar, codificando según la descripción escalar que se presenta a continuación.

**Cuadro 06:** *Grados escalares de evaluación de Teqqus sp.*

<b>Categoría</b>	<b>Grado escalar</b>	<b>Descripción</b>
1	0	Plantas completamente sanas
2	1	Plantas con hojas esqueletizadas hasta el 20% de área foliar.
3	2	Plantas con hojas esqueletizadas desde el 20% de área foliar hasta el 40%.
4	3	Plantas esqueletizadas en más del 40% hasta 60% de área foliar.
5	4	Plantas Esqueletizadas en más del 60% de área foliar.

*El índice de daño en porcentaje se calculó utilizando la metodología propuesta por Townsend y Heuberger antes descrito.*

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. Evaluación de daño de *Phytophthora infestans* según escala de evaluación.

**Cuadro 07:** Grados de daño de *Phytophthora infestans* en tres momentos de evaluación desde la siembra.

Nro.	Clave	A los 83 días de la siembra					A los 97 días de la siembra					A los 111 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-229	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
2	H-060	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
3	H-285	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
4	H-199	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
5	H-083	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
6	H-045	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
7	H-259	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
8	H-220	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
9	H-140	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
10	H-084	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
11	H-190	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
12	H-076	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
13	H-119	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
14	H-121	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
15	H-281	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
16	H-186	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
17	H-277	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
18	H-022	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
19	H-207	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
20	H-077	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0

21	H-275	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
22	H-015	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
23	S/C	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
24	H-248	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
25	S/C	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
26	H-225	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
27	H-221	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
28	H-118	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
29	H-143	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
30	H-102	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
31	H-228	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
32	H-078	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0

En este cuadro se presenta la evaluación de 32 híbridos que alcanzaron el desarrollo vegetativo normal y óptimos para la evaluación. El resto sobre 70 híbridos fueron descartados en el transcurso del desarrollo de las plantas en campo debido a la presencia temprana de virus y deficiente vigor, factores no deseables agrónomicamente para continuar con el proceso de selección de genotipos superiores.

Del cuadro 07, del total de 960 plantas evaluadas en los tres momentos 924 plantas pertenecen al grado 0 (Plantas sin lesiones), 36 plantas al grado 1 (Muy pequeñas lesiones en las hojas), no se encontraron plantas para los grados 2, 3 y 4 según la escala de daño.



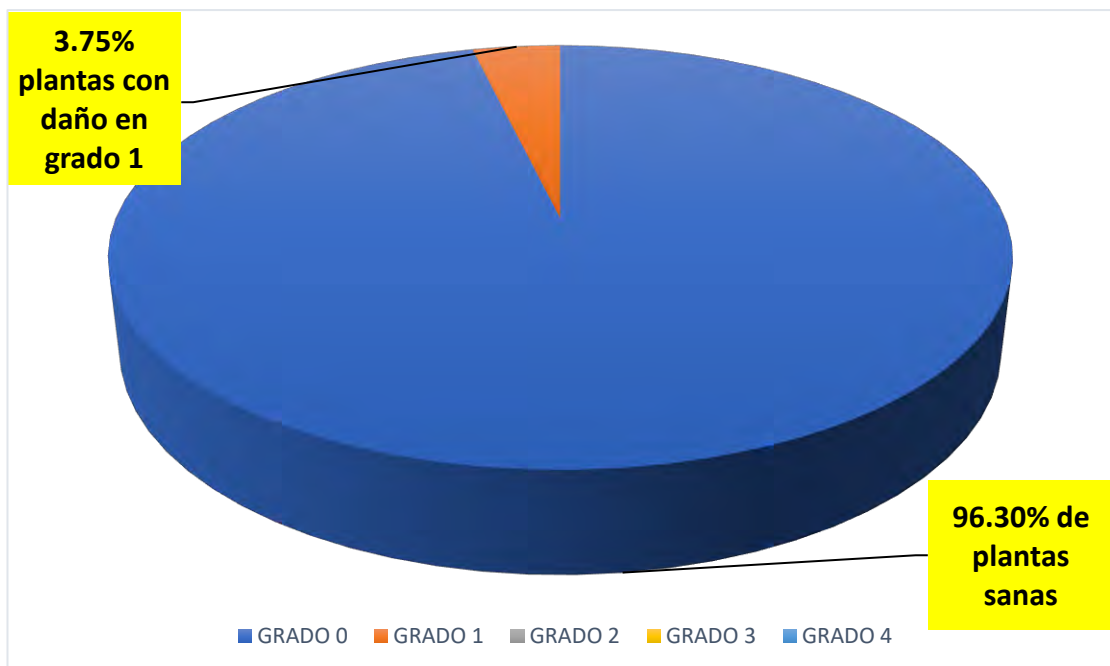
**Fotografía 06:** muestra de planta de grado 0



**Fotografía 07:** muestra de planta con daño de grado 1



**Gráfico 1:** Proporción de plantas sanas y con daño de Tizón tardío.



Del gráfico 1 se desprende que: 96.30% de plantas corresponden al grado 0 (plantas sin lesiones), 3.75% al grado 1 (Muy pequeñas lesiones en las hojas) y el 00% de daño para los grados 2, 3 y 4 respectivamente.

**Cuadro 08:** Índice de daño (%) de *Phytophthora infestans* en tres momentos de evaluación desde la siembra.

Nro.	Clave	Primera fecha (a los 83 días de la siembra)	Segunda fecha (a los 97 días de la siembra)	Tercera fecha (a los 111 días de la siembra)
<b>Bloque I</b>				
1	H-229	0	0	0
2	H-060	0	0	0
3	H-285	0	0	0
4	H-199	0	0	2
5	H-083	0	0	0
6	H-045	0	0	2
7	H-259	0	0	2
8	H-220	0	0	0
9	H-140	0	0	2
<b>Bloque II</b>				
10	H-084	0	0	0
11	H-190	0	0	2
12	H-076	0	0	0
13	H-119	0	0	4
14	H-121	0	0	0
15	H-281	0	0	0
16	H-186	0	0	4
17	H-277	0	0	6
<b>Bloque III</b>				
18	H-022	0	0	0
19	H-207	0	0	6
20	H-077	0	0	4
21	H-275	0	0	0
<b>Bloque IV</b>				
22	H-015	0	0	4
23	S/C	0	0	4

24	H-248	0	0	6
25	S/C	0	0	0
<b>Bloque V</b>				
26	H-225	0	0	6
27	H-221	0	0	0
28	H-118	0	0	2
29	H-143	0	0	0
30	H-102	0	0	4
31	H-228	0	0	6
32	H-078	0	0	6
<b>PROMEDIO</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.25</b>

Según el cuadro 08 Para esta enfermedad la incidencia no fue significativa de los 32 híbridos en estudio, a los 83 días y 97 días desde la siembra el porcentaje de índice de daño de *Phytophthora infestans* alcanza niveles cero, sin embargo, a los 111 días alcanza niveles mínimos hasta 6% de índice de daño, entre los 32 clones alcanzaron un promedio de 2.25%, que demuestra que todos estos híbridos tienen resistencia genética, condición demostrada en los dos ciclos anteriores de evaluación clonal. Sin embargo, es importante señalar que la campaña 2020-2021 periodo de ejecución del presente trabajo hubo poca precipitación 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-229, H-060, H-285, H-083, H-220, H-084, H-076, H-121, H-281, H-022, H-275, S/C, H-221, H-143, 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.

**6.2. Evaluación de daño de *Alternaria solani* según escala de evaluación.**

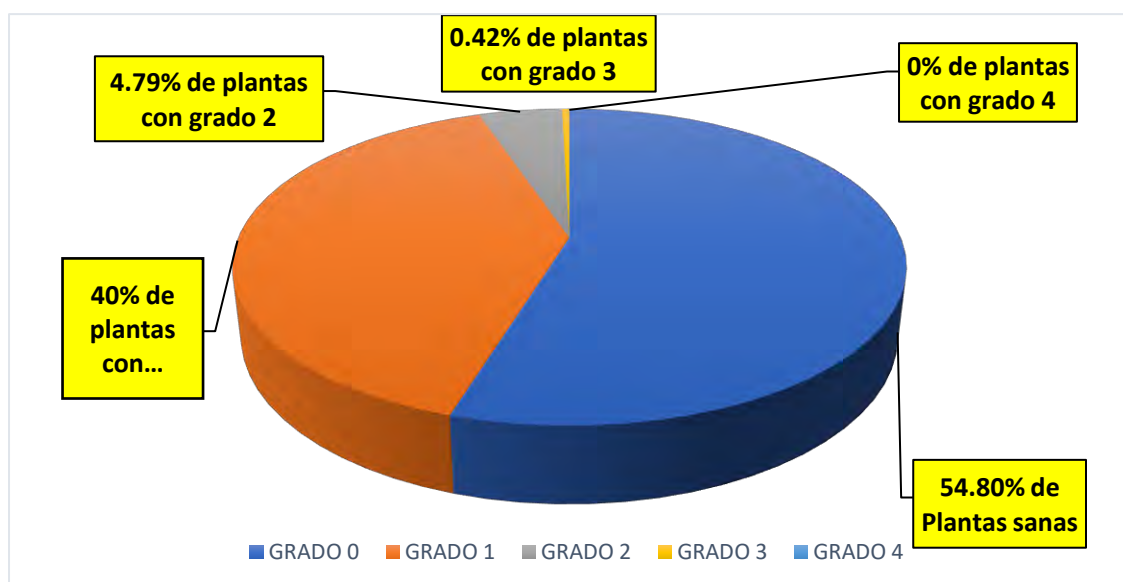
**Cuadro 09:** Grados de daño de *Alternaria solani* de en tres momentos de evaluación desde la siembra

Nro.	Clave	A los 83 días de la siembra					A los 97 días de la siembra					A los 111 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-229	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0	7	3	0	0	0
2	H-060	3	7	0	0	0	5	5	0	0	0	7	2	1	0	0
3	H-285	7	3	0	0	0	10	0	0	0	0	8	1	1	0	0
4	H-199	2	8	0	0	0	7	3	0	0	0	8	2	0	0	0
5	H-083	4	6	0	0	0	6	4	0	0	0	7	2	1	0	0
6	H-045	9	1	0	0	0	7	3	0	0	0	6	4	0	0	0
7	H-259	4	6	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
8	H-220	8	2	0	0	0	7	3	0	0	0	5	5	0	0	0
9	H-140	6	4	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
10	H-084	7	3	0	0	0	7	3	0	0	0	5	3	2	0	0
11	H-190	6	4	0	0	0	8	2	0	0	0	5	1	4	0	0
12	H-076	5	5	0	0	0	8	2	0	0	0	7	1	2	0	0
13	H-119	0	9	1	0	0	3	7	0	0	0	0	7	2	1	0
14	H-121	6	4	0	0	0	9	1	0	0	0	8	1	1	0	0
15	H-281	5	5	0	0	0	7	3	0	0	0	7	3	0	0	0
16	H-186	1	9	0	0	0	6	4	0	0	0	3	6	1	0	0
17	H-277	0	10	0	0	0	4	6	0	0	0	1	5	4	0	0
18	H-022	5	5	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
19	H-207	5	5	0	0	0	4	6	0	0	0	2	8	0	0	0
20	H-077	9	1	0	0	0	10	0	0	0	0	6	3	1	0	0
21	H-275	2	8	0	0	0	8	2	0	0	0	5	5	0	0	0
22	H-015	7	3	0	0	0	7	3	0	0	0	6	3	1	0	0
23	S/C	4	6	0	0	0	4	6	0	0	0	2	1	7	0	0
24	H-248	7	3	0	0	0	6	4	0	0	0	5	3	2	0	0
25	S/C	3	7	0	0	0	6	4	0	0	0	0	3	5	2	0
26	H-225	8	2	0	0	0	4	6	0	0	0	3	6	1	0	0
27	H-221	5	5	0	0	0	6	4	0	0	0	6	2	2	0	0

28	H-118	0	10	0	0	0	5	5	0	0	0	5	5	0	0	0
29	H-143	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	0	0	0
30	H-102	4	6	0	0	0	6	4	0	0	0	4	6	0	0	0
31	H-228	1	9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	4	5	1	0
32	H-078	1	9	0	0	0	3	7	0	0	0	2	6	2	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>154</b>	<b>165</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>211</b>	<b>109</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>161</b>	<b>110</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>PROMEDIO %</b>		<b>16</b>	<b>17.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16.7</b>	<b>11.5</b>	<b>4.7</b>	<b>0.42</b>	<b>0</b>

Del cuadro 09 en términos de plantas infectadas por *Alternaria* se observa que en el primer momento de evaluación el daño tomando el conjunto de los 32 híbridos alcanza un 17.2 % en grado uno de plantas con lesiones ligeras. Se observa que para la tercera evaluación la enfermedad se incrementa a 11.5% de plantas dañadas en grado uno, 4.7% en el grado dos de 20 a 40% del área foliar dañada y 0.42 % de plantas dañadas en el grado tres con mayores a cuarenta hasta 60% de área foliar dañadas.

**Gráfico 2:** Proporción de plantas sanas y con daño en los tres momentos de evaluación por Tizón temprano



Del gráfico 2 se desprende que: 54.80% de plantas corresponden al grado 0 (plantas sin lesiones), 40% al grado 1 (Muy pequeñas lesiones en las hojas hasta 20% de área foliar), 4.79% al grado 2 (lesiones moderadas en las hojas de 20% a 40 % de

daño), 0.42% al grado 3 (lesiones graves en las hojas de 40% a 60% de daño) y 0% al grado 4 (lesiones muy graves en las hojas más de 60% de daño).

**Cuadro 10:** Índice de daño (%) de *Alternaria solani* en tres momentos de evaluación desde la siembra

Nro.	Clave	Primera fecha (a los 83 días de la siembra)	Segunda fecha (a los 97 días de la siembra)	Tercera fecha (a los 111 días de la siembra)
<b>Bloque I</b>				
1	H-229	0.00	4.00	6.00
2	H-060	14.00	10.00	8.00
3	H-285	6.00	0.00	6.00
4	H-199	16.00	6.00	4.00
5	H-083	12.00	8.00	8.00
6	H-045	2.00	6.00	8.00
7	H-259	12.00	0.00	4.00
8	H-220	4.00	6.00	10.00
9	H-140	8.00	0.00	4.00
<b>Bloque II</b>				
10	H-084	6.00	6.00	14.00
11	H-190	8.00	4.00	18.00
12	H-076	10.00	4.00	10.00
13	H-119	22.00	14.00	24.00
14	H-121	8.00	2.00	6.00
15	H-281	10.00	6.00	6.00
16	H-186	18.00	8.00	16.00
17	H-277	20.00	12.00	26.00
<b>Bloque III</b>				
18	H-022	10.00	0.00	6.00
19	H-207	10.00	12.00	16.00
20	H-077	2.00	0.00	10.00
21	H-275	16.00	4.00	10.00

<b>Bloque IV</b>				
22	H-015	6.00	6.00	10.00
23	S/C	12.00	12.00	30.00
24	H-248	6.00	8.00	14.00
25	S/C	14.00	8.00	38.00
<b>Bloque V</b>				
26	H-225	4.00	12.00	16.00
27	H-221	10.00	8.00	12.00
28	H-118	20.00	10.00	10.00
29	H-143	0.00	0.00	4.00
30	H-102	12.00	8.00	12.00
31	H-228	18.00	20.00	34.00
32	H-078	18.00	14.00	20.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>10.44</b>	<b>6.81</b>	<b>13.13</b>

Considerando que la enfermedad avanza gradualmente en la tercera evaluación a los 111 días se observa que en los diferentes híbridos el daño de *Alternaria* alcanza hasta un 38% de índice de daño de área foliar.

Entre los 32 híbridos evaluados se determina que existen clones que presentan alta tolerancia a esta enfermedad los que se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11:** *Híbridos que muestran resistencia y tolerancia al tizón temprano*

<b>Nro.</b>	<b>HIBRIDO</b>	<b>Primera fecha (a los 83 días de la siembra)</b>	<b>Segunda fecha (a los 97 días de la siembra)</b>	<b>Tercera fecha (a los 111 días de la siembra)</b>	<b>Evaluación</b>
1	H-229	0.00	4.00	6.00	3.33%
2	H-285	6.00	0.00	6.00	4.0%
3	H-045	2.00	6.00	8.00	5.33%
4	H-220	4.00	6.00	10.00	6.6%
5	H-140	8.00	0.00	4.00	4.0%
6	H-121	8.00	2.00	6.00	5.33%
7	H-281	10.00	6.00	6.00	7.33%
8	H-022	10.00	0.00	6.00	5.33%

9	H-077	2.00	0.00	10.00	4.00%
10	H-015	6.00	6.00	10.00	7.33%
11	H-143	0.00	0.00	4.00	1.33%

Según el cuadro 11 Para esta enfermedad la incidencia de índice de daño a los 83 días alcanzó niveles moderados en las plantas con un promedio de índice de daño de 10.44% de los 32 híbridos en estudio; por lo que algunos híbridos tienen 0% y otros llegaron a un máximo de 22%: H-119, a los 97 días desde la siembra el porcentaje de índice de daño de *Alternaria solani* alcanza niveles bajos alcanzando un promedio de 6.81%, sin embargo a los 111 días alcanza niveles bajos a moderados alcanzando un promedio de 13.13%.

**Fotografía 08:** Daño de *Alternaria solani* – elaboración propia





**6.3. Evaluación de daño de *Tequus sp.* según escala de evaluación.**

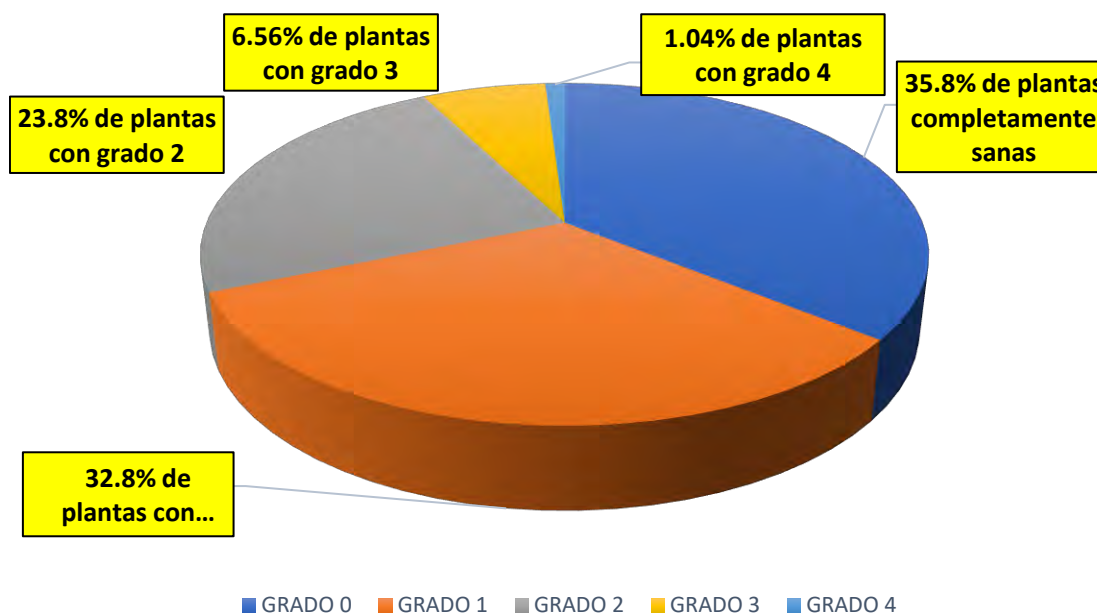
**Cuadro 12:** Grados de daño *Tequus sp.* en tres momentos de evaluación desde la siembra

Nro.	Clave	A los 83 días de la siembra					A los 97 días de la siembra					A los 111 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-229	7	3	0	0	0	5	3	1	1	0	5	4	1	0	0
2	H-060	9	1	0	0	0	5	4	1	0	0	6	2	2	0	0
3	H-285	6	4	0	0	0	0	7	3	0	0	2	5	3	0	0
4	H-199	7	3	0	0	0	2	7	1	0	0	3	2	5	0	0
5	H-083	4	3	3	0	0	1	4	3	2	0	1	3	6	0	0
6	H-045	0	6	4	0	0	2	5	3	0	0	1	2	7	0	0
7	H-259	9	1	0	0	0	2	8	0	0	0	1	2	7	0	0
8	H-220	9	1	0	0	0	0	5	4	1	0	0	2	5	3	0
9	H-140	3	7	0	0	0	0	2	6	1	1	0	1	4	5	0
10	H-084	9	1	0	0	0	4	6	0	0	0	1	3	6	0	0
11	H-190	9	1	0	0	0	5	5	0	0	0	2	5	1	2	0
12	H-076	7	3	0	0	0	4	6	0	0	0	3	1	6	0	0
13	H-119	5	5	0	0	0	2	8	0	0	0	1	2	7	0	0
14	H-121	1	7	2	0	0	0	3	7	0	0	0	2	5	3	0
15	H-281	5	4	1	0	0	0	5	5	0	0	0	2	5	3	0
16	H-186	1	5	4	0	0	0	5	5	0	0	0	1	5	3	1
17	H-277	0	2	8	0	0	0	0	4	5	1	0	0	1	5	4
18	H-022	8	2	0	0	0	1	6	3	0	0	1	3	6	0	0
19	H-207	9	1	0	0	0	4	6	0	0	0	1	6	3	0	0
20	H-077	1	6	3	0	0	1	4	5	0	0	0	1	5	4	0
21	H-275	7	3	0	0	0	0	7	3	0	0	0	1	6	3	0
22	H-015	6	4	0	0	0	4	6	0	0	0	0	2	6	2	0
23	S/C	4	2	4	0	0	0	5	5	0	0	0	1	6	3	0
24	H-248	5	2	2	1	0	0	8	2	0	0	0	2	3	5	0

25	S/C	3	6	1	0	0	0	2	6	2	0	0	0	5	2	3
26	H-225	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	7	2	0	0
27	H-221	9	1	0	0	0	10	0	0	0	0	6	4	0	0	0
28	H-118	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	6	4	0	0	0
29	H-143	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0
30	H-102	9	0	1	0	0	7	3	0	0	0	1	4	3	2	0
31	H-228	10	0	0	0	0	4	6	0	0	0	1	6	3	0	0
32	H-078	9	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	4	1	5	0
<b>TOTAL</b>		<b>201</b>	<b>85</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>143</b>	<b>70</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>87</b>	<b>125</b>	<b>50</b>	<b>8</b>
<b>PROMEDIO %</b>		<b>21</b>	<b>8.9</b>	<b>3.44</b>	<b>0.1</b>	<b>0</b>	<b>9.69</b>	<b>14.9</b>	<b>7.3</b>	<b>1.15</b>	<b>0.21</b>	<b>5.2</b>	<b>9.1</b>	<b>13</b>	<b>5.2</b>	<b>0.7</b>

Del cuadro 12, del total de las plantas muestreadas y evaluadas 334 pertenecen al grado 0 (Plantas sin lesiones), 315 plantas al grado 1 (Muy pequeñas lesiones en las hojas hasta 20% de daño), 228 plantas al grado 2 (esqueletizadas de 20% a 40 % de daño), 63 plantas al grado 3 (lesiones graves en las hojas de 40% a 60% de daño) y 10 plantas al grado 4 (esqueletizadas más de 60% de daño en las hojas).

**Gráfico 3:** Proporción de plantas sanas y con daño de *Tequus sp.*



Del gráfico 3 se desprende que: 35.8% de plantas corresponden al grado 0 (plantas sin lesiones), 32.8% al grado 1 (Muy pequeñas lesiones en las hojas), 23.8% al grado 2 (lesiones moderadas en las hojas de 20% a 40 % de daño), 6.56% al grado

3 (lesiones graves en las hojas de 40% a 60% de daño) y 1.04% al grado 4 (lesiones muy graves en las hojas más de 60% de daño).

**Cuadro 13:** Índice de daño (%) de *Tequus* sp. en tres momentos de evaluación desde la siembra.

Nro.	Clave	Primera fecha (a los 83 días de la siembra)	Segunda fecha (a los 97 días de la siembra)	Tercera fecha (a los 111 días de la siembra)
<b>Bloque I</b>				
1	H-229	6.00	16.00	12.00
2	H-060	2.00	12.00	12.00
3	H-285	8.00	26.00	22.00
4	H-199	6.00	18.00	24.00
5	H-083	18.00	32.00	30.00
6	H-045	28.00	22.00	32.00
7	H-259	2.00	16.00	32.00
8	H-220	2.00	32.00	42.00
9	H-140	14.00	42.00	48.00
<b>Bloque II</b>				
10	H-084	2.00	12.00	30.00
11	H-190	2.00	10.00	26.00
12	H-076	6.00	12.00	26.00
13	H-119	10.00	16.00	32.00
14	H-121	22.00	34.00	42.00
15	H-281	12.00	30.00	42.00
16	H-186	26.00	30.00	48.00
17	H-277	36.00	54.00	66.00
<b>Bloque III</b>				
18	H-022	4.00	24.00	30.00
19	H-207	2.00	12.00	24.00
20	H-077	24.00	28.00	46.00
21	H-275	6.00	26.00	44.00

Bloque IV				
22	H-015	8.00	12.00	40.00
23	S/C	20.00	30.00	44.00
24	H-248	18.00	24.00	46.00
25	S/C	16.00	40.00	56.00
Bloque V				
26	H-225	0.00	0.00	22.00
27	H-221	2.00	0.00	8.00
28	H-118	0.00	0.00	8.00
29	H-143	0.00	0.00	6.00
30	H-102	4.00	6.00	32.00
31	H-228	0.00	12.00	24.00
32	H-078	2.00	26.00	42.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>9.63</b>	<b>20.44</b>	<b>32.44</b>

Según el cuadro 13 Para esta plaga la incidencia fue significativa de los 32 híbridos en estudio, a los 83 días el porcentaje de índice de daño alcanza niveles leves, algunos presentaron 0% de incidencia como los híbridos H-225, H-118, H-143 Y H-228 llegando a una incidencia máxima de 36% como el H-277 obteniendo así un promedio de 9.63%, a los 97 días desde la siembra el porcentaje de índice de daño de *Tequus sp.* fue muy disperso, algunos mantuvieron la incidencia de 0% como: H-225, H-221, H-118 y H-143 y en la mayoría alcanzó a niveles graves llegando a un máximo de 54% de incidencia como el H-277 obteniéndose un promedio de 20.44%, sin embargo a los 111 días todos los híbridos en evaluación fueron afectados por esta plaga, algunos con mínima incidencia de 6% y 8% como el H-143, H-121 y H-118 llegando a una máxima incidencia de 66% como el H-277 obteniendo así un promedio de 32.44%.

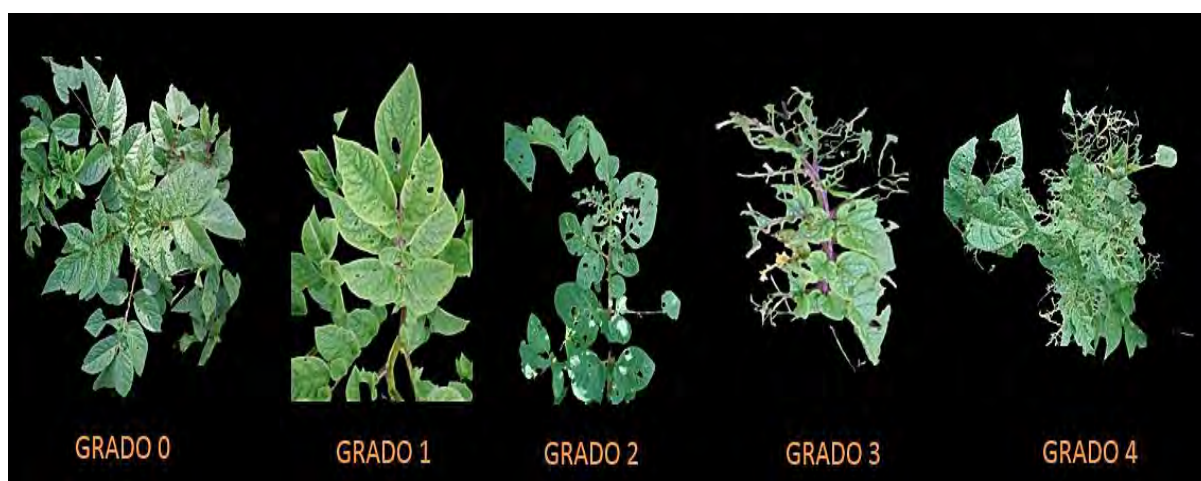
Considerando que la plaga avanza gradualmente en la tercera evaluación a los 111 días se observa que en los diferentes híbridos el daño de *Tequus sp.* alcanza hasta un 66% de índice de daño de área foliar.

Entre los 32 híbridos evaluados se determina que existen clones que presentan tolerancia a esta plaga los que se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 14:** Híbridos que muestran resistencia y tolerancia a *Tequus sp.*

Nro.	HIBRIDO	Primera fecha (a los 83 días de la siembra)	Segunda fecha (a los 97 días de la siembra)	Tercera fecha (a los 111 días de la siembra)	Evaluación promedio
1	H-060	2.00	12.00	12.00	8.67%
2	H-221	2.00	0.00	8.00	3.33%
3	H-118	0.00	0.00	8.00	2.67%
4	H-143	0.00	0.00	6.00	2.00%

**Fotografía 09:** Niveles de daño de *Tequus sp.* – Elaboración propia



#### 6.4. Índice de daño de *Spongospora subterranea*

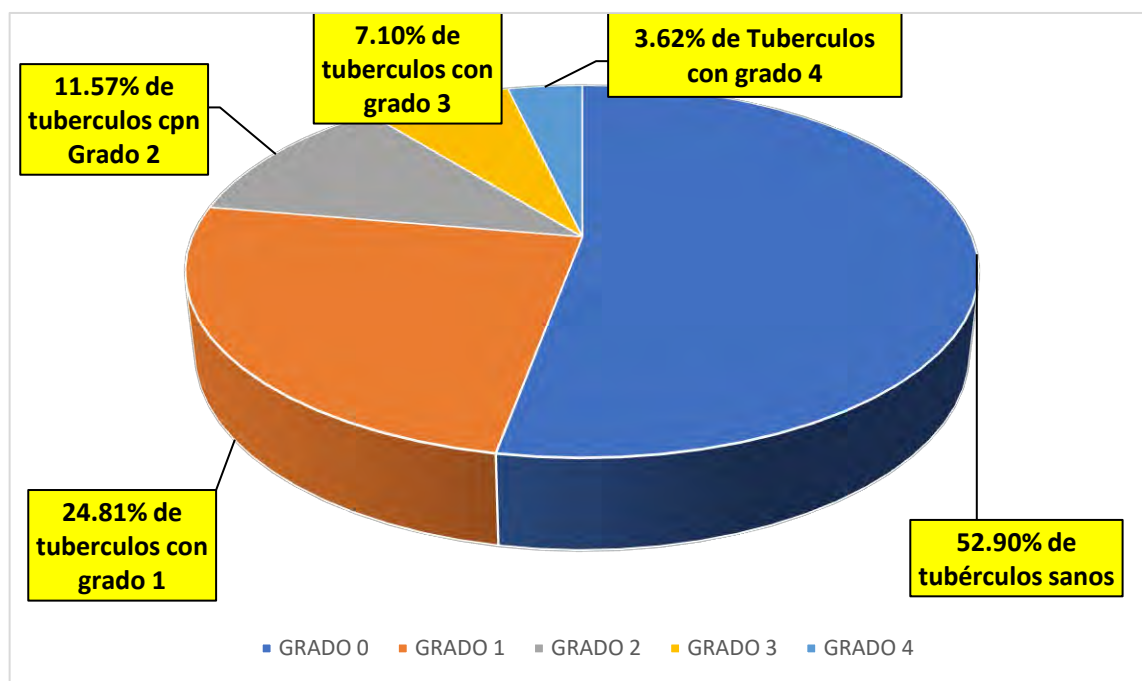
**Cuadro 15:** Índice de daño ocasionado por *Spongospora subterranea* en la cosecha.

Nro.	CODIGO	NIVELES DE DAÑO					INDICE DE DAÑO
		0	1	2	3	4	
1	H-229	48	26	11	9	6	19.8%
2	H-060	49	27	9	10	5	19%
3	H-259	47	21	18	8	6	21%
4	H-084	52	16	14	10	8	21.2%
5	H-190	56	17	8	11	8	19.6%
6	H-076	50	24	21	5	0	16.2%
7	H-119	67	16	12	4	1	11.2%
8	H-277	46	29	12	9	4	19.2%
9	H-011	77	18	5	0	0	5.6%
10	H-207	64	28	8	0	0	8.8%
11	H-077	70	17	11	1	1	9.2%
12	H-015	68	16	8	8	0	11.2%
13	S/C	27	32	14	18	9	30%
14	H-248	39	27	19	8	7	23.4%
15	H-225	76	21	3	0	0	5.4%
16	H-221	53	39	3	5	0	12%
17	H-118	33	37	14	9	7	24%
18	H-143	47	31	15	7	0	16.4%
19	H-102	41	29	21	9	0	19.6%
20	H-228	69	27	4	0	0	7%
21	H-078	32	23	13	18	14	31.8%
<b>SUMATORIA</b>		<b>1111</b>	<b>521</b>	<b>243</b>	<b>149</b>	<b>76</b>	
<b>%</b>		<b>52.90%</b>	<b>24.81%</b>	<b>11.57%</b>	<b>7.10%</b>	<b>3.62%</b>	

Según el cuadro 15 se tiene que los resultados de 11 híbridos que tuvieron suficiente número de tubérculos para la evaluación de *Spongospora* los otros 11 híbridos no alcanzaron suficiente número de tubérculos para la evaluación.

Sobre 100 tubérculos muestreados para cada híbrido, que hacen un total de 2100 tubérculos muestreados se tiene que 1111 tubérculos pertenecen al grado de daño 0 (0% del área cubierta por esclerotes), 521 tubérculos al grado 1 (Indicios al 10% del área cubierto por esclerotes), 243 tubérculos al grado 2 (11 a 20% del área cubierto por esclerotes), 149 tubérculos al grado 3 (21 a 40% del área cubierto por esclerotes) y 76 tubérculos al grado 4 (Más del 40% del área cubierto por esclerotes).

**Gráfico 4:** Porcentaje de severidad de *Spongospora subterránea* en la cosecha.



Del total de tubérculos evaluados se tiene los siguientes porcentajes: 52.90% corresponden al grado 0 (0% del área cubierta por esclerotes), 24.81% grado 1 (Indicios al 10% del área cubierto por esclerotes), 11.57% grado 2 (11 a 20% del área cubierto por esclerotes), 7.10% grado 3 (21 a 40% del área cubierto por esclerotes) y 3.62% grado 4 (Más del 40% del área cubierto por esclerotes).

Esta enfermedad infecta a todos los híbridos, no se ha identificado ningún híbrido libre de *Spongospora* como se muestra en el cuadro número 16. Los índices de daño fluctúan desde un mínimo de 7% hasta un 31.8%, esto permite identificar

algunos híbridos como tolerantes que serían las siguientes: H-225 con 5.4%, H-011 con 5,6%, H-228 con 7.1%, H-207 con 8.8% y H-077 con 9.2% de índice de daño respectivamente.

**Cuadro 16:** *Híbridos que muestran resistencia v tolerancia a la Roña*

<b>Nro.</b>	<b>HIBRIDO</b>	<b>ÍNDICE DE DAÑO</b>
1	H-225	5.4%
2	H-011	5,6%
3	H-228	7.1%
4	H-207	8.8%
5	H-077	9.2%



## 7. CONCLUSIONES

### 7.7. Sobre índice de daño de *Phytophthora infestans*

Para esta enfermedad se observó que el daño de la ranca a nivel foliar de la planta y el índice de daño no supera el 6% lo cual no supera el grado uno de daño, por lo que se concluye que los 32 híbridos en evaluación son resistentes a *Phytophthora infestans*. Los híbridos que presentaron un alto grado de resistencia a esta enfermedad son las siguientes: H-229, H-060, H-285, H-083, H-220, H-084, H-076, H-121, H-281, H-022, H-275, S/C, H-221, H-143.

### 7.2. Sobre índice de daño de *Alternaría solani*

La evaluación a los 97 días, alcanzo un índice de daño mínimo, con un promedio de 6.81%; a los 111 días reporta el grado tres de daño, teniendo como índice de daño un promedio de 13.13%. Los híbridos H-285, H-140 y H-229 muestran alta resistencia a esta enfermedad.

### 7.3. Sobre daño de *Spongospora subterránea*

De los 2100 tubérculos muestreados para evaluar *Spongospora* en 21 híbridos se establece que el 52.90% presentaron grado 0 (sin lesiones) y solo el 3.62% presentaron grado 4 (plantas con lesiones muy graves) lo cual significa que existe tolerancia a esta enfermedad como los híbridos H-225 con 5.4%, H-011 con 5,6%, H-228 con 7.1%, H-207 con 8.8% y H-077 con 9.2% de índice de daño respectivamente.

### 7.4. Sobre daño de *Tequus sp.*

La evaluación de los híbridos a los 83 y 97 días determina grado 0 de daño por *Tequus sp.* entre los 32 híbridos destacan los H-221, H-118, H-143 los que a los 111 días llegaron a un índice de daño menores a 8% con grado uno, lo que significa que estos tres híbridos son resistentes a *Tequus sp.*

Los restantes 29 híbridos se consideran susceptibles por cuanto llegan a índices de daño con lesiones graves de hasta 66% de índice de daño.

## SUGERENCIAS

- Repetir el experimento con los híbridos resistentes en diferentes pisos altitudinales, para comprobar su respuesta a la Mancha y el Tizón temprano.
- Realizar un experimento comparativo de los híbridos resistentes a Mancha y tizón temprano para *Teqqus sp*, por cuanto es el insecto que se ha presentado con mayor incidencia en el experimento.
- Para los siguientes estudios se recomienda trabajar con los clones H-229, H-060, H-285, H-083, H-220, H-084, H-076, H-121, H-281, H-022, H-275, H-221, H-143 por ser los clones con mayor resistencia a la Mancha.
- Para las posteriores investigaciones comprobar la respuesta de resistencia de los híbridos H-285, H-140 y H-229 a la *Alternaria solani*.
- Comprobar la respuesta a rendimiento y calidad de los híbridos identificados como resistentes

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, A., & CESPEDES, E. (2001). *Notas sobre Fitomejoramiento General*. Cusco-Perú: UNSAAC-FAZ.
- CALDERONI, V. (1978). *Enfermedades de la papa y su control*. Estación Experimental Regional Agropecuaria Balcarce (INTA), Argentina.
- CAMADRO, E., & MENDIBURU A, O. (1988). *Utilización de germoplasma en el mejoramiento de la papa*. Revista Latinoamericana de la papa.
- CATALÁN, W. (2008). *Manual de entomología agrícola II*. Texto Universitario UNSAAC. FAZ. Cusco.
- CIP. (1989). *Informe Anual del Centro Internacional de la Papa*. CIP. Lima Perú.
- CISNEROS, F. (1995). *Principios de control de plagas agrícolas*. Lima, Universidad Nacional Agraria la Molina.
- CORZO, P. (1995). *Manejo Integrado del Cultivo de Papa*. Produmedios.
- CUBERO, J. (2003). *"Introducción a la mejora Genética Vegetal"*. Ediciones Mundi-Prensa. México S.A. de C.V. Segunda Edición. Pág. 209-248.
- CHRISTIANSEN, G. (1967). *El cultivo de la papa en el Perú*. Lima-Perú: Jurídico Lima-Perú.
- CRONQUIST, A. (1997). *Introducción a la botánica*. (2ª ed.). Continental S. A. de C. V.
- EGUSQUIZA B, R. (2000). *La papa, producción, transformación y comercialización*. Lima-Perú.
- ESTRADA, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa*. La Paz-Bolivia: Cosude.
- GABRIEL, J., CARRASCO, E., GARCIA, W., EQUISE, H., NAVIA, O., TORRES, R., . . . ESTRADA, N. (2001). *Experiencias y logros sobre Mejoramiento Convencional y Selección Participativa de cultivares de papa en Bolivia*. Revista Latinoamericana de la Papa.
- HERRERA, J. (1985). *Manual de evaluación de las plagas*. Segunda Edición. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. Bogotá – Colombia.
- HOLDRIDGE, R. (1967). *Life Zone Ecology Tropical Science center*. San Jose-Costa Rica: IICA.
- INIAP. (2020). *Mejoramiento genético de la papa*. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos – papa. Publicación No. 426

KRANTZ, F. (1946). *Potato Breeding Methods III. A suggested procedure for potato breeding*. Minnesota-EE.UU.

LADRON DE GUEVARA, O. (2005). *Introducción a la climatología y a la fenología*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco Cusco-Perú: universitaria-UNSAAC.

MARGARA, J. (1998). *Multipliación vegetativa y cultivo in-vitro*. Madrid-España: Mundi-Prensa.

MONTALDO, A. (1984). *Cultivo y Mejoramiento de la papa*. San Jose - Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

OCHOA, C. (1998). *Las papas del Perú (Base de datos 1947-1997)*. Lima-Perú: Gabriela Alcántara Casquier.

PARRA RONDINEL, F. (2014), *servicio de sistematización de información para la elaboración de un documento sustentatorio sobre centros de origen y diversidad genética para el convenio sobre la diversidad biológica - cbd – ministerio del ambiente – Perú*.

RODRIGUEZ, L. (2010). *Origen y evolución de la papa cultivada*. Fitomejoramiento, Recursos Genéticos Y Biología Molecular

ROUSSELLE, P. (1996). *"La Patata"*. Editorial Aedos S.A. Págs.131- 280.

SÁNCHEZ, C. 1991. *Plagas de Cultivo de la papa*. Universidad Agraria la Molina. Departamento de Entomología. Lima, Peru.

# **ANEXOS**

**ANEXO 01**

**Cuadro 17: Croquis y distribución de los híbridos**

**INVERNADEROS FRENTE AL CICA**

H-262	H-002	H-235	H-002	H-235	
H-097	H-290	H-273	H-290	H-273	
H-153	H-011	H-273	H-011	H-273	
H-194	H-011	H-273	H-011	H-273	
H-194	H-011	H-273	H-011	H-273	
H-225	H-011	H-273	H-011	H-273	
H-225	H-011	H-065	H-011	H-065	
H-221	H-022	H-065	H-022	H-065	
H-221	H-022	H-065	H-022	H-065	
H-048	H-022	H-065	H-022	H-065	
H-048	H-022	H-065	H-022	H-065	
H-129	H-022	H-065	H-022	H-065	
H-129	H-022	H-084	H-022	H-084	
H-256	H-207	H-084	H-207	H-084	
H-118	H-207	H-190	H-207	H-190	
H-118	S/C	H-190	H-207	H-190	
H-118	S/C	H-190	H-207	H-190	
H-149	S/C	H-076	H-207	H-076	
H-149	S/C	H-076	H-207	H-076	
H-101	S/C	H-076	H-207	H-076	
S/C	S/C	H-119	H-207	H-119	
S/C	S/C	H-119	H-043	H-119	
S/C	S/C	H-119	H-043	H-119	
H-231	S/C	H-072	H-043	H-072	
H-231	S/C	H-072	H-077	H-072	
H-143	S/C	H-072	H-077	H-072	
H-143	S/C	H-121	H-077	H-121	
H-202	H-248	H-121	H-077	H-121	
H-202	H-248	H-281	H-077	H-281	
H-169	H-248	H-281	H-077	H-281	
H-169	H-248	H-281	H-123	H-281	
H-169	H-248	H-281	H-123	H-281	
H-169	H-248	H-281	H-123	H-281	
H-167	H-248	H-014	H-123	H-014	
H-167	H-248	H-014	H-123	H-014	
H-167	H-248	H-014	H-123	H-014	
H-102	H-073	H-006	H-123	H-006	
H-102	H-073	H-006	H-275	H-006	
H-102	H-073	H-006	H-275	H-006	
H-218	H-073	H-186	H-275	H-186	
H-218	H-073	H-186	H-275	H-186	
H-228	H-073	H-186	H-272	H-186	
H-228	H-073	H-277	H-272	H-186	
H-222	H-073	H-277	H-272	H-277	
H-222	S/C	H-277	H-272	H-277	
H-078	S/C	H-274	H-272	H-274	
H-078	S/C	H-274	H-272	H-274	
H-078	S/C	H-274	H-272	H-274	
H-078	S/C	H-274	H-272	H-274	

**PARCELA DE AREA DE RIEGOS**

40 surcos

52 surcos

6 METROS



**ANEXO 02**

**Cuadro 18:** Evaluación de grado de daño de la *Ranchara*, *Tizón temprano* y *Tequus* en la fecha 26/02/2021.

BLOQUE I					GRADO DE DAÑO				
Nro. DE ORDEN	CLAVE	Nro. DE SURCOS	CALIFICACION	ENFERMEDAD	0	1	2	3	4
1	H-229	2	A	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	7	3			
2	H-060	2	A	<i>Alternaria solani</i>	3	7			
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
3	H-285	2	B	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	6	4			
4	H-199	2	B	<i>Alternaria solani</i>	2	8			
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	7	3			
5	H-083	2	B	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	4	3	3		
6	H-045	2	B	<i>Alternaria solani</i>	9	1			
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		6	4		
7	H-259	2	A	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
8	H-220	5	B	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora nfestans</i>	10				

				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
9	H-140	3	B	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	3	7			
<b>BLOQUE II</b>									
1	H-084	3	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
2	H-190	3	B	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
3	H-076	3	B	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	7	3			
4	H-119	3	B	<i>Alternaria solani</i>		9	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	5	5			
5	H-121	2	B	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	7	2		
6	H-281	5	A	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	5	4	1		
7	H-186	3	B	<i>Alternaria solani</i>	1	9			



				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	5	4		
8	H-277	3	B	<i>Alternaria solani</i>		10			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		2	8		
<b>BLOQUE III</b>									
1	H-022	6	B	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	8	2			
2	H-207	9	A	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
3	H-077	6	A	<i>Alternaria solani</i>	9	1			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	6	3		
4	H-275	3	B	<i>Alternaria solani</i>	2	8			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	7	3			
<b>BLOQUE IV</b>									
1	H-015	14	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	6	4			
2	S/C	13	A	<i>Alternaria solani</i>	4	6			

				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	4	2	4		
3	H-248	10	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	5	2	2	1	
4	S/C	4	B	<i>Alternaria solani</i>	3	7			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	3	6	1		
<b>BLOQUE V</b>									
1	H-225	2	A	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				
2	H-221	2	A	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
3	H-118	3	A	<i>Alternaria solani</i>		10			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				
4	H-143	2	A	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				
5	H-102	3	A	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				

				<i>Tequus sp.</i>	9	1			
6	H-228	2	A	<i>Alternaria solani</i>	1	9			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				
7	H-078	2	A	<i>Alternaria solani</i>	1	9			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	9	1			

**Cuadro 19:** Evaluación de grado de daño de la Rancho, Tizón temprano y Tequus en la fecha 12/03/2021.

BLOQUE I									
					GRADO DE DAÑO				
Nro.	CLAVE	Nro. DE SURCOS	CALIFICACION	ENFERMEDAD	0	1	2	3	4
1	H-229	2	A	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	5	3	1	1	
2	H-060	2	A	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	5	4	1		
3	H-285	2	B	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		7	3		
4	H-199	2	B	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	2	7	1		
5	H-083	2	B	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	4	3	2	
6	H-045	2	B	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	2	5	3		
7	H-259	2	A	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	2	8			
8	H-220	5	B	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				

				<i>Tequus sp.</i>		5	4	1	
9	H-140	3	B	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		2	6	1	1
<b>BLOQUE II</b>									
1	H-084	3	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	4	6			
2	H-190	3	B	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	5	5			
3	H-076	3	B	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	4	6			
4	H-119	3	B	<i>Alternaria solani</i>	3	7			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	2	8			
5	H-121	2	B	<i>Alternaria solani</i>	9	1			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		3	7		
6	H-281	5	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		5	5		
7	H-186	3	B	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		5	5		
8	H-277	3	B	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>			4	5	1
<b>BLOQUE III</b>									

1	H-022	6	B	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	6	3		
2	H-207	9	A	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	4	6			
3	H-077	6	A	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	4	5		
4	H-275	3	B	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		7	3		
<b>BLOQUE IV</b>									
1	H-015	14	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	4	6			
2	S/C	13	A	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		5	5		
3	H-248	10	A	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		8	2		
4	S/C	4	B	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		2	6	2	
<b>BLOQUE V</b>									
1	H-225	2	A	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				

2	H-221	2	A	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				
3	H-118	3	A	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				
4	H-143	2	A	<i>Alternaria solani</i>	10				
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	10				
5	H-102	3	A	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	7	3			
6	H-228	2	A	<i>Alternaria solani</i>		10			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	4	6			
7	H-078	2	A	<i>Alternaria solani</i>	3	7			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		7	3		

**Cuadro 20:** Evaluación de grado de daño de la Rancho, Tizón temprano y Tequus en la fecha 26/03/2021.

BLOQUE I									
					GRADO DE DAÑO				
Nro.	CLAVE	Nro. DE SURCOS	CALIFICACION	ENFERMEDAD	0	1	2	3	4
1	H-229	2	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	5	4	1		
2	H-060	2	A	<i>Alternaria solani</i>	7	2	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	6	2	2		
3	H-285	2	B	<i>Alternaria solani</i>	8	1	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	2	5	3		
4	H-199	2	B	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	9	1			
				<i>Tequus sp.</i>	3	2	5		
5	H-083	2	B	<i>Alternaria solani</i>	7	2	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	3	6		
6	H-045	2	B	<i>Alternaria solani</i>	6	4			
				<i>Phytophthora infestans</i>	9	1			
				<i>Tequus sp.</i>	1	2	7		
7	H-259	2	A	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	9	1			
				<i>Tequus sp.</i>	1	2	7		
8	H-220	5	B	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				



				<i>Tequus sp.</i>		2	5	3	
9	H-140	3	B	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	9	1			
				<i>Tequus sp.</i>		1	4	5	
<b>BLOQUE II</b>									
1	H-084	3	A	<i>Alternaria solani</i>	5	3	2		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	3	6		
2	H-190	3	B	<i>Alternaria solani</i>	5	1	4		
				<i>Phytophthora infestans</i>	9	1			
				<i>Tequus sp.</i>	2	5	1	2	
3	H-076	3	B	<i>Alternaria solani</i>	7	1	2		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	3	1	6		
4	H-119	3	B	<i>Alternaria solani</i>		7	1	1	
				<i>Phytophthora infestans</i>	8	2			
				<i>Tequus sp.</i>	1	2	7		
5	H-121	2	B	<i>Alternaria solani</i>	8	1	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		2	5	3	
6	H-281	5	A	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		2	5	3	
7	H-186	3	B	<i>Alternaria solani</i>	3	6	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	8	2			
				<i>Tequus sp.</i>		1	5	3	1
8	H-277	3	B	<i>Alternaria solani</i>	1	5	4		
				<i>Phytophthora infestans</i>	7	3			
				<i>Tequus sp.</i>			1	5	4
<b>BLOQUE III</b>									

1	H-022	6	B	<i>Alternaria solani</i>	7	3			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	1	3	6		
2	H-207	9	A	<i>Alternaria solani</i>	2	8			
				<i>Phytophthora infestans</i>	7	3			
				<i>Tequus sp.</i>	1	6	3		
3	H-077	6	A	<i>Alternaria solani</i>	6	3	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	8	2			
				<i>Tequus sp.</i>		1	5	4	
4	H-275	3	B	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>		1	6	3	
<b>BLOQUE IV</b>									
1	H-015	14	A	<i>Alternaria solani</i>	6	3	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	8	2			
				<i>Tequus sp.</i>		2	6	2	
2	S/C	13	A	<i>Alternaria solani</i>	2	1	7		
				<i>Phytophthora infestans</i>	8	2			
				<i>Tequus sp.</i>		1	6	3	
3	H-248	10	A	<i>Alternaria solani</i>	5	3	2		
				<i>Phytophthora infestans</i>	7	3			
				<i>Tequus sp.</i>		2	3	5	
4	S/C	4	B	<i>Alternaria solani</i>		3	5	2	
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>			5	2	3
<b>BLOQUE V</b>									
1	H-225	2	A	<i>Alternaria solani</i>	3	6	1		
				<i>Phytophthora infestans</i>	7	3			
				<i>Tequus sp.</i>	1	7	2		

2	H-221	2	A	<i>Alternaria solani</i>	6	2	2		
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	6	4			
3	H-118	3	A	<i>Alternaria solani</i>	5	5			
				<i>Phytophthora infestans</i>	9	1			
				<i>Tequus sp.</i>	6	4			
4	H-143	2	A	<i>Alternaria solani</i>	8	2			
				<i>Phytophthora infestans</i>	10				
				<i>Tequus sp.</i>	7	3			
5	H-102	3	A	<i>Alternaria solani</i>	4	6			
				<i>Phytophthora infestans</i>	8	2			
				<i>Tequus sp.</i>	1	4	3	2	
6	H-228	2	A	<i>Alternaria solani</i>		4	5	1	
				<i>Phytophthora infestans</i>	7	3			
				<i>Tequus sp.</i>	1	6	3		
7	H-078	2	A	<i>Alternaria solani</i>	2	6	2		
				<i>Phytophthora infestans</i>	7	3			
				<i>Tequus sp.</i>		4	1	5	

### Características generales de la papa MORADA CICA

La variedad **MORADA-CICA** liberada por el Centro de investigación de cultivos andinos (CICA), es un genotipo tetraploide de progenitores andígena. Esta condición genética le otorga amplio límite de tolerancia climática en los diferentes valles interandinos y zonas altas de la Región Cusco y otras regiones del país. Sus rendimientos son superiores a 35 toneladas de tubérculo por hectárea, de alta calidad culinaria, con materia seca superior a 23% y carne amarilla. Tiene alta resistencia a *Phytophthora infestans* y otras enfermedades, así como poca preferencia al daño de insectos. Es una variedad muy vigorosa que le permite el efecto de escape y soportabilidad a los efectos de sus enemigos bióticos y abióticos.

**ANEXO 03**  
**FOTOGRAFIAS**

**Fotografía 01:** *Plena emergencia*



**Fotografía 02:** *Híbridos con crecimiento incompleto*





**Fotografía 03:** *Plena floración*



**Fotografía 04:** *Evaluación de Tequus sp.*





**Fotografía 05:** *Codificación de los Híbridos*



**Fotografía 06:** *cosecha con sus respectivos códigos*





**Fotografía 07:** *Daño del tizón tardío en la papa*



**Fotografía 08:** *Daño del tizón temprano en la papa*



**Fotografía 09:** *Daño de Tequus sp*



**Fotografía 10:** *Daño de Tequus sp. En la planta*





**Fotografía 11: lavado de los tubérculos**



**Fotografía 12: niveles de daño de la Roña**





**Fotografía 13: grado 0 de Roña**



**Fotografía 14: grado 1 de Roña**



**Fotografía 15: grado 2 de Roña**



**Fotografía 16: grado 3 de Roña**



**Fotografía 17: grado 4 de Roña**

