

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Efecto de cuatro inductores de resistencia a racha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de Huariaca - Pasco**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autores:**

**Bach. Bily Anderson CHAHUA CONDOR**

**Bach. América Diany MONTOYA MAYLLE**

**Asesor:**

**Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS**

**Cerro de Pasco - Perú - 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Efecto de cuatro inductores de resistencia a racha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de Huariaca - Pasco**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Andrés Edwin LEON MUCHA**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Gina CASTRO BERMUDEZ**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0108-2024/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**CHAHUA CONDOR, Bily Anderson**  
**MONTOYA MAYLLE, America Diany**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía - Pasco**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Efecto de cuatro inductores de resistencia a rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de Huariaca - Pasco**

Asesor  
**Dra. ZEVALLOS ARIAS, Edith Luz**

Índice de similitud  
**13%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 08 de noviembre de 2024



Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

De manera especial dedicamos a mis padres en señal de amor; por ser los guías en el sendero de cada acto que realizo, su apoyo, consejos quienes por ellos soy lo que soy.

A mis hermanos por estar siempre presentes, por ser el incentivo para seguir adelante con este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresar mi más sincero agradecimiento a la Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS por su asesoramiento en la presente tesis.

También expresar nuestros reconocimientos de manera especial a los miembros del jurado de tesis: Mg. Andrés LEON MUCHA, Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS, Ing. Gina CASTRO BERMUDEZ y Mg Moisés Tongo Pizarro por las sugerencias y la revisión de la tesis.

Nuestros sinceros agradecimientos a nuestros maestros docentes de la Escuela de Agronomía de la UNDAC por brindarme los conocimientos y sus experiencias en las clases impartidas que han servido de mucho en nuestra formación profesional y la culminación de la carrera.

Nuestro agradecimiento al personal del Centro experimental Huariaca al Sr. Francisco ARRIETA. También agradecemos a nuestros colegas, compañeros de aula que durante cinco hermosos años hemos compartido momentos agradables que suman a nuestra experiencia y formación profesional.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación experimental se realizó en el Centro Experimental de Huancayoc de la Escuela Profesional de Agronomía, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en el distrito de Huariaca, Pasco. El objetivo general fue determinar el efecto de cuatro inductores de resistencia a la racha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L), en condiciones de Huariaca-Pasco. Las variedades de papa comerciales utilizadas fueron Canchán, Yungay y Única, en cuanto a los inductores fueron Iris green, Vacum A,K,Q. Se realizaron evaluaciones de porcentaje de emergencia, altura de planta, seis semanas de evaluación de severidad de daño y rendimiento. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial y tres repeticiones, haciendo un total de 45 parcelas, con 1 125 plantas para la población y 405 plantas para la muestra. Para determinar la significancia de las medias se realizó la prueba de Duncan al 5 % y se utilizó el Análisis de Varianza. Como resultado en los parámetros evaluados se obtuvo que, en el porcentaje de emergencia el tratamiento T14 (Única – Vacum Q) obtuvo el primer puesto con una media de 99 %, la altura de planta el tratamiento T8 (Única-Vacum A) alcanzó los 81,33 cm, el tratamiento T12 (Única-Iris green) presentó menor porcentaje de severidad de daño que en la sexta semana alcanzó 24,07 %, seguida de T2 (Canchan-Iris green), con 24,26% de severidad de daño, por consiguiente, el mejor rendimiento fue alcanzado por T12 con promedio de 20 266.67 Kg/ha. Concluyendo que los inductores de resistencia a la racha, presentan efecto significativo frente al rendimiento en las tres variedades comerciales de papa.

**Palabras clave:** Inductores, resistencia, tizón tardío, rendimiento, papa.

## ABSTRACT

This experimental research work was carried out at the Huancayoc Experimental Center of the Professional School of Agronomy, Daniel Alcides Carrión National University in the district of Huariaca, Pasco. The general objective was to determine the effect of four blight resistance inducers (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) on the yield of three commercial potato varieties (*Solanum tuberosum* L), under Huariaca-Pasco conditions. The commercial potato varieties used were Canchán, Yungay and Única, as for the inducers they were Iris green, Vacum A,K,Q. Evaluations of emergency percentage, plant height, six weeks of evaluation of severity of damage and yield were carried out. The completely randomized block design with factorial arrangement and three repetitions was used, making a total of 45 plots, with 1 125 plants for the population and 405 plants for the sample. To determine the significance of the means, Duncan's test was performed at 5% and Analysis of Variance was used. As a result, in the parameters evaluated, it was obtained that, in the percentage of emergence, treatment T14 (Única - Vacum Q) obtained first place with an average of 99 %, the plant height of treatment T8 (Única-Vacum A) reached 81.33 cm, treatment T12 (Única-Iris green) presented a lower percentage of severity of damage that in the sixth week reached 24.07%, followed by T2 (Canchan-Iris green), with 24.26% severity of damage, therefore, the best performance was achieved by T12 with an average of 20 266.67 Kg/ha. Concluding that blight resistance inducers have a significant effect on yield in the three commercial potato varieties.

**Keywords:** Inducers, resistance, late blight, yield, potato.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es una de las principales fuentes alimenticias a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz ya que, constituye la base para la alimentación humana (FAO, 2014).

En el Perú se siembran 367,692 ha anualmente, el número de productores que dependen de ella son 730,300, aporta el 11% del PBI a la economía nacional y su consumo per cápita es 87kg – hab año, asimismo se produce en 19 de los 24 departamentos del Perú, lo cual demuestra su plasticidad en términos de adaptación (INEI, 2012). Las principales regiones productoras en la sierra son: Puno, Huánuco, Apurímac, Junín, Cuzco, La Libertad, Cajamarca, Huancavelica, Ayacucho, Ancash y Pasco; siendo las variedades mejoradas más sembradas INIA 303 – Canchán, Yungay, Perricholi, INIA 302 – Amarilis y Única.(Otiniano, 2018).

El mayor factor sanitario limitante en la producción de este cultivo es la rancha, enfermedad causada por el oomycete *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, que a nivel mundial ocasiona pérdidas anuales estimadas en aproximadamente 10 billones de euros (Haverkort et al., 2009). Debido a que las temperaturas son relativamente estables durante el año y el inóculo es constante por la presencia de campos vecinos infectados, las plantas voluntarias y otros hospedantes que mantienen reservorios del patógeno, hacen que la presencia del tizón tardío sea permanente durante todo el año (Andrade y Revelo, 1994 y Forbes et al., 1977 citado en Romero, 2010).

El Distrito de Huariaca presenta condiciones ecológicas y factores medio ambientales favorables para la producción del cultivo de papa, con altitudes entre 2800 a 2941 msnm con una temperatura que oscila 12 a 25 °C, por consiguiente, también se agudizan los problemas bióticos y abióticos entre ellos las plagas y enfermedades, por presentar abundantes lluvias, que favorecen el estadio de la rancha (*Phytophthora infestans* (Meléndez & Espinoza, 2018). Por lo que surge la prioridad del presente proyecto de investigación que estuvo orientado a evaluar el efecto de cuatro inductores de resistencia a la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de

tres variedades comerciales de papa, por lo que se ha planteado la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de cuatro inductores de resistencia a racha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones de Huariaca-Pasco?, para responder a la hipótesis “Los cuatro inductores de resistencia a racha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) presentan diferencias significativas en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*. L.), en condiciones de Huariaca-Pasco”. A tal fin se proponen los siguientes objetivos específicos:

- a) Evaluar la severidad de daño foliar en las tres variedades del cultivo de papa.
- b) Evaluar el grado de resistencia de las tres variedades comerciales del cultivo de papa.
- c) Evaluar el peso y rendimiento de las tres variedades de papa nativa.

El contenido de la tesis está comprendido por los siguientes capítulos:

- I. Problema de la investigación
- II. Marco teórico
- III. Metodología y técnicas de investigación
- IV. Resultados y discusión

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos .....	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.6. Limitaciones de la investigación .....	5

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases teóricas – científicas .....	9
2.2.1. Cultivo de papa .....	9
2.2.2. Rancho de la papa .....	18
2.2.3. Inductores de resistencia .....	25

2.2.4. Variedades en estudio.....	26
2.3. Definición de términos básicos.....	29
2.4. Formulación de hipótesis.....	30
2.4.1. Hipótesis general .....	30
2.4.2. Hipótesis específicas.....	30
2.5. Identificación de variables .....	31
2.5.1. Variable dependiente .....	31
2.5.2. Variable independiente.....	31
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	31

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

3.1. Tipo de Investigación .....	32
3.2. Nivel de investigación.....	32
3.3. Métodos de investigación.....	32
3.4. Diseño de investigación .....	32
3.4.1. Diseño experimental .....	32
3.4.2. Tratamiento en estudio.....	32
3.4.3. Descripción del campo experimental.....	33
3.4.4. Conducción del experimento.....	35
3.5. Población y muestra.....	37
3.5.1. Población .....	37
3.5.2. Muestra .....	37
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.6.1. Datos registrados:.....	37
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	38
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	39
3.9. Tratamiento estadístico .....	39
3.9.1. Modelo aditivo lineal.....	39

3.9.2. Análisis de varianza .....	40
3.9.3. Prueba de Duncan .....	40
3.10. Orientación ética filosófica y epsitémica.....	41

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	42
4.1.1. Ubicación geográfica, ecológica y política.....	42
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	42
4.2.1. Porcentaje de emergencia .....	42
4.2.2. Altura de planta .....	44
4.2.3. Severidad de daño foliar .....	46
4.2.4. Peso por parcela.....	59
4.2.4. Rendimiento por hectárea .....	61
4.3. Prueba de hipótesis.....	63
4.4. Discusión de resultados .....	63
4.4.1. Porcentaje de emergencia .....	63
4.4.2. Altura de planta.....	64
4.4.3. Severidad de daño foliar .....	64
4.4.4. Rendimiento por hectárea .....	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición operacional de variables e indicadores .....	31
Tabla 2. Tratamientos en estudio .....	33
Tabla 3. Inductores de resistencia empleados en el estudio. ....	36
Tabla 4. Análisis de varianza del experimento.....	40
Tabla 5. Tabla de amplitud de significancia Duncan.....	40
Tabla 6 Análisis de varianza de porcentaje de emergencia.....	43
Tabla 7 Prueba de Duncan de porcentaje de emergencia .....	43
Tabla 8 Prueba de Duncan de porcentaje de emergencia para variedades .....	44
Tabla 9 Análisis de varianza de altura de planta a los 120 días .....	44
Tabla 10 Prueba de Duncan de altura de planta a los 120 días .....	45
Tabla 11 Prueba de Duncan de altura de planta de variedades a los 120 días .....	45
Tabla 12 Prueba de Duncan de altura de planta de inductores a los 120 días .....	45
Tabla 13 Análisis de varianza de porcentaje de daño foliar a la 10° semana .....	47
Tabla 14 Prueba de Duncan de porcentaje de daño foliar a los 120 días.....	47
Tabla 15 Prueba de Duncan de daño foliar a la 10° semana de comparaciones para variedades.....	47
Tabla 16 Prueba de Duncan de daño foliar a la 10° semana de comparaciones para inductores.....	48
Tabla 17 Análisis de varianza de porcentaje de daño foliar a la 11° semana .....	49
Tabla 18 Prueba de Duncan de daño foliar a la 11° semana.....	49
Tabla 19 Prueba de Duncan de daño foliar a la 11° semana de comparaciones para variedades.....	49
Tabla 20 Prueba de Duncan de daño foliar a la 10° semana de comparaciones para inductores.....	50
Tabla 21 Análisis de varianza de daño foliar a la 12° semana.....	51
Tabla 22 Prueba de Duncan de daño foliar a la 12° semana.....	51

Tabla 23 Prueba de Duncan de daño foliar a la 12° semana de comparaciones para variedades.....	51
Tabla 24 Prueba de Duncan de daño foliar a la 12° semana de comparaciones para inductores.....	52
Tabla 25 Análisis de varianza de daño foliar a la 13° semana.....	53
Tabla 26 Prueba de Duncan de daño foliar a la 13° semana.....	53
Tabla 27 Prueba de Duncan de daño foliar a la 13° semana de comparaciones para variedades.....	54
Tabla 28 Prueba de Duncan de daño foliar a la 13° semana de comparaciones para inductores.....	54
Tabla 29 Análisis de varianza de daño foliar a la 14° semana.....	55
Tabla 30 Prueba de Duncan de daño foliar a la 14° semana.....	55
Tabla 31 Prueba de Duncan de daño foliar a la 14 semana de comparación para variedades.....	56
Tabla 32 Prueba de Duncan de daño foliar a la 14 semana de comparación para variedades.....	56
Tabla 33 Análisis de varianza de daño foliar a la 15° semana.....	57
Tabla 34 Prueba de Duncan de daño foliar a la 15° semana.....	58
Tabla 35 Prueba de Duncan de daño foliar a la 15° semana para la comparación entre variedades.....	58
Tabla 36 Prueba de Duncan de daño foliar a la 15° semana de comparaciones para los inductores.....	59
Tabla 37 Análisis de varianza de peso en Kg por parcela .....	60
Tabla 38 Prueba de Duncan de peso en Kg por parcela .....	60
Tabla 39 Prueba de Duncan de peso en Kg/parcela para la comparación entre variedades.....	60
Tabla 40 Prueba de Duncan de peso en Kg/parcela para la comparación entre inductores.....	61

Tabla 41 Análisis de varianza de Rendimiento en Kg/ha.....	62
Tabla 42 Prueba de Duncan para Rendimiento en Kg/ha.....	62
Tabla 43 Prueba de Duncan de Rendimiento en Kg/Ha para la comparación entre variedades.....	63
Tabla 44 Prueba de Duncan de Rendimiento en Kg/Ha para la comparación entre inductores.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo fenológico de la papa.....	13
Figura 2 Ciclo de vida de Phytothora infestans.....	20
Figura 3 Micelio blanquecino presente en el envés de las hojas (Foto: W. Pérez) .....	21
Figura 4 Estrías necróticas que van de la superficie del tubérculo hacia el interior. (Foto: W. Pérez). .....	22
Figura 5: Prueba de Duncan.....	61
Figura 6 Preparación De Terreno .....	79
Figura 7 Selección De Semillas.....	79
<i>Figura 8 Siembra En Campo Definitivo.....</i>	<i>80</i>
Figura 9 Abonamiento .....	80
Figura 10: Toma De Datos. Plantas Emergidas.....	81
Figura 11: Primer Aporque .....	81
Figura 12: Toma De Datos .....	82
Figura 13: Aplicación De Los Inductores .....	82
Figura 14: Evaluación Y Toma De Datos.....	83
Figura 15: Segundo Aporque.....	83
Figura 16: Vista Del Desarrollo De Cultivo .....	84
Figura 17: Cosecha .....	84
Figura 18: Selección Por Variedades .....	85
Figura 19: Toma De Datos .....	85
Figura 20: Evaluación Rendimiento Por Variedad .....	86

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1. Identificación y determinación del problema

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de alto valor nutricional y medicinal, valioso para la alimentación de la población mundial. Constituye la principal fuente de ingreso para agricultores de escasos recursos de la región andina, lugar donde existe gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres (INIA, 2013).

Se cultiva en 19 departamentos del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,100 metros de altura y constituye la base de la alimentación del poblador especialmente de la sierra. Su cultivo genera al productor andino mayores ingresos económicos que cualquier otro cultivo; ofrece más de 110,000 mil puestos de trabajo, es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias en el sector primario (34 millones de jornales/año) (Apacclla, 2018). Sin embargo, a pesar de su alto potencial en rendimiento, en el Perú, el promedio de producción es bajo, en comparación al rendimiento promedio de otros países. Este menor rendimiento, entre otros factores, se debe principalmente al ataque de plagas y enfermedades que afectan el cultivo, así como a rotaciones intensivas en parcelas cada vez más pequeñas, con suelos de baja fertilidad, expuestos a las condiciones adversas del clima (Arcos et al., 2020).

El tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial. En 1845 causó en Irlanda la destrucción total de los campos de papa, que eran la principal fuente alimenticia de ese país, produciendo la muerte de miles de personas y la migración de muchos sobrevivientes a otros lugares de Europa y Norte América (Pérez & Forbes, 2008). Según estimaciones del Centro Internacional de la Papa (CIP), a pesar del uso de cultivares resistentes y altas dosis de fungicidas (Metalaxil y Mancozeb), esta enfermedad implica una pérdida de rendimiento global del 16% de la cosecha de patata, lo que representa una pérdida económica anual de 5.2 mil millones en todo el mundo (Haverkort et al., 2009).

Actualmente el método más utilizado para manejar la ranca es el uso de fungicidas, que tiene un impacto negativo sobre el ambiente cuando son utilizados indiscriminadamente y sin ningún criterio técnico (Haverkort et al, 2009).

Como una alternativa dentro del sistema de manejo integrado tenemos, el uso de fosfitos como inductores de resistencia sistémica, los cuales además tienen un modo de acción propio de un fungicida y son una fuente nutricional importante debido a que adicionalmente a la molécula de fosfito tienen iones de Ca, K o Mg (Romero, 2010).

## **1.2. Delimitación de la investigación**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el distrito de Huariaca, en el centro experimental Huancayoc perteneciente a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela Profesional de Agronomía.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de cuatro inductores de resistencia a rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones de Huariaca-Pasco?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el desarrollo vegetativo de tres variedades comerciales de papa en condiciones de Huariaca Pasco?
- ¿Cuál es el porcentaje de severidad de daño a la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) de tres variedades comerciales del cultivo de papa?
- ¿Cuál de los cuatro inductores presentan mejor respuesta a la resistencia a la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en condiciones de Huariaca Pasco?
- ¿Cuál de las tres variedades comerciales presenta mayor rendimiento en condiciones de Huariaca Pasco?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de cuatro inductores de resistencia a la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L), en condiciones de Huariaca-Pasco.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el desarrollo vegetativo de tres variedades comerciales de las tres variedades del cultivo de papa en condiciones de Huariaca Pasco

- Evaluar el porcentaje de severidad de daño frente la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) de tres variedades comerciales del cultivo de papa en condiciones de Huariaca Pasco.
- Determinar la respuesta de resistencia a la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) de cuatro inductores en condiciones de Huariaca Pasco
- Evaluar el rendimiento de tres variedades comerciales presenta mayor rendimiento con la aplicación de los inductores en condiciones de Huariaca Pasco.

### 1.5. Justificación de la investigación

La papa es el principal alimento de la población andina, aporta proteínas, energía, minerales y vitaminas; está adaptado a las condiciones y cultura del poblador de la sierra peruana, su producción se realiza a lo largo del Perú y ocupa un 95% del área en condiciones de secano (Otiniano, 2018). Es necesario encontrar una apropiada solución al ataque del “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) ya que esta enfermedad ataca a los tallos, hojas y tubérculos limitando su desarrollo y si una planta de papa no tiene un área foliar grande, vigorosa y sana se verá influenciada en la productividad y calidad de tubérculos (Huilcapi, 2012).

Se ha encontrado que la gran mayoría de los productores de Huariaca, enfrentan problemas en la campaña de cultivo de papa por la presencia de la rancha (*Phytophthora infestans*); afectando así sus costos de producción, transacción e impidiendo así el abastecimiento en el mercado local, nacional.

Por lo que el presente trabajo de investigación presenta un gran impacto económico y científico, por la seguridad alimentaria y la necesidad de conservar nuestra especie indígena o nativa presente en nuestra región. Los resultados del trabajo de investigación “efecto de cuatro inductores de resistencia a rancha

(*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de Huariaca - Pasco” permitieron obtener la información del efecto de los inductores de resistencia a racha, para su aplicación y mejora de la producción de los pequeños y grandes productores de papa.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Las principales limitantes en la conducción del experimento fue la obtención de la semilla de las variedades comerciales, de igual manera la carencia de un banco de germoplasma con instrumentación y espacio geográfico adecuado.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

Barquero et al. (2006) en el estudio Resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en clones promisorios de papa en Costa Rica. Determinaron la resistencia al tizón tardío presente en 83 genotipos de papa, provenientes de diferentes cruces y fusión de protoplastos de líneas de mejoramiento con las especies silvestres *Solanum bulbocastanum*, *S. circaeifolium*, *S. okadae*, *S. laxissimum*, *S. berthaultii*, *S. pinnatisectum* y *S. commersonii*. Los materiales fueron evaluados en el campo, y en el laboratorio se realizó pruebas de foliolos separados, utilizando como inóculo una raza compleja (1- 11) de *P. infestans*. Los genotipos provenientes de las hibridaciones somáticas o cruces con las especies silvestres *S. bulbocastanum*, *S. circaeifolium* y *S. okadae* fueron los que presentaron los valores más bajos del área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad: 60, 80 y 79, respectivamente. Las variedades Alpha, Waych'a, Pimpernell y Granola, utilizadas como testigos, presentaron los valores más altos del área bajo la curva 477, 474, 466 y 427, respectivamente.

Villodas (2015) en el estudio validación de estrategias de Proinpa para el control químico de la racha (*Phytophthora infestans*) de la papa en Huánuco – Perú, realizó la validación y ajuste de las estrategias de PROINPA para el control químico de la racha de la papa en cultivares susceptibles y complementar el control químico con la resistencia, donde se realizaron tres ensayos en Moyobamba (Huánuco) utilizando cultivares locales. En el Ensayo 1 para cultivares susceptibles se aplicó en Amarilla Tumbay y en Canchán y la estrategia para cultivares resistentes en Amarilis, Canchán y en dos clones de papa preseleccionados por su resistencia a racha. En ambas estrategias se utilizaron los fungicidas cimoxanil + propine y el clorotalonil. La severidad de la enfermedad fue evaluada visualmente con la ayuda de una escala diagramática, con los datos de severidad se calculó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC). Asimismo, se evaluó el rendimiento, se cuantificó la esporulación y se realizó una prueba de sensibilidad in vitro de *P. infestans* al metalaxil. Las estrategias de PROINPA permitieron un control efectivo de la racha obteniéndose rendimientos superiores con reducciones de 30-50% y de y 44-70% de fungicidas aplicados en cultivares.

Romero (2010) en el estudio de investigación inductores químicos y biológicos de resistencia para el control de *Phytophthora infestans* en papa cultivar Yungay donde evaluó el efecto de inductores químicos y biológicos de resistencia para el control de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, en papa cultivar Yungay en Chotén - Cajamarca. Los tratamientos comprendieron aplicaciones de *Trichoderma harzianum* y *B. subtilis* sobre los tubérculos al momento de la siembra y ocho aplicaciones foliares con Fosfitos de Ca, K y Mg, que se iniciaron 49 días después de la siembra y con una frecuencia de diez días. Las evaluaciones de severidad empezaron a los 63 días después de la siembra, con la información tomada se determinó la curva de progreso de la enfermedad y el AUDPC. Se obtuvieron severidades desde 0.2 a 1 % a partir de

la segunda evaluación hasta 21.5 y 100% en la última evaluación. Los tratamientos que mejor controlaron la enfermedad y que obtuvieron los mejores rendimientos fueron el T14 (Fosfito Ca, Fosfito K, Fosfito Mg y T harzianum), T7 (Fosfito Ca, Fosfito K y Fosfito Mg) y T15 (Fosfito Ca, Fosfito K, Fosfito Mg y B. subtilis) con 28.4 t/ha en promedio, destacan también los tratamientos T9, T2 y T12; el Testigo (T16) y T5 (B. subtilis) tuvieron mayor nivel de enfermedad y el menor rendimiento, 4.1 y 6.25 t/ha respectivamente.

Sanabria (2019) en el estudio inductores de resistencia para el manejo integrado de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) evaluaron la eficiencia de los inductores de resistencia (IDR) para el control de *P. infestans* en el cultivo de papa. Para el experimento en laboratorio e invernadero, se usaron plantas de la variedad susceptible Yungay, que fueron aplicadas con uno de los productos comerciales: IDR1 (i. a Oxido de silicio), IDR2 (Fosfito de potasio), IDR3 (Ácidos orgánicos) y IDR4 (Lignosulfonato de aluminio), además de un tratamiento control (agua). Después de 1, 2, 3, 7 y 15 días de aplicados los tratamientos fueron inoculados con *P. infestans*. Debido a la alta protección del follaje obtenido con IDR2 y IDR4, ambos fueron empleados en el experimento en campo. Los tratamientos empleados fueron IDR2, IDR4 y/o fungicida de contacto (FC) (solo o alternado) y el uso de Decision Support System (DSS; fungicidas sistémicos y/o contacto).

Se evaluó semanalmente la severidad de la enfermedad y se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad relativo (RAUDPC). Se registro el rendimiento y se calculó el impacto ambiental (IA) y la tasa de retorno marginal (TRM) para todos los experimentos. Los tubérculos cosechados fueron inoculados con el patógeno en el laboratorio, donde se evaluó el porcentaje de tejido necrótico. En conclusión, se determinó que los tratamientos más efectivos (bajo RAUDPC, alto rendimiento y bajo IA) y eficientes (TRM>50%) para el control de la enfermedad en variedades susceptibles fueron aplicaciones solas

y alternadas del DR2 y FC. Para la variedad moderadamente resistente fueron aplicaciones de IDR2 y IDR4 alternado con FC, and solo FC y para la variedad resistente fue aplicaciones del FC. Además, tubérculos provenientes de plantas tratadas con IDRs resultaron en un menor porcentaje de tejido necrótico que el tratamiento control.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Cultivo de papa**

#### **A. Aspectos generales**

La papa es de naturaleza herbácea perteneciente a la familia de las Solanáceas, originaria de Sudamérica y cultivada por todo el mundo (Otiniano, 2018).

La Papa *S. tuberosum* L. es el cuarto alimento más importante del mundo, superado únicamente por el arroz, trigo y maíz en términos de producción total de alimento, además tiene la capacidad de producir más energía y proteínas por unidad de área que cualquier otro alimento (de Haan, 2012).

#### **B. Zonas de producción**

MINAGRI (2017) reporta que, más de 711 mil familias productoras; este tubérculo se concentra en la sierra en un 90%, es cultivado en 19 departamentos del Perú; en 90% se da en la sierra; en la región quechua y suni, que van desde 1500 hasta 4100 m.s.n.m, siendo Huánuco el principal departamento productor de papa y en segundo lugar están Junín, Puno (que posee la mayor extensión dedicada al cultivo) La Libertad, es el (principal abastecedor del norte del país). También producen en grandes escalas este cultivo son Apurímac, Cusco, y Cajamarca. En la costa, destacan la producción de los departamentos de Arequipa, Lima e Ica.

INEI (2017) informa que, por departamentos, la producción aumentó en Cusco (80.6%), Ayacucho (63.8%), Arequipa (44.7%) y Huánuco (27.0%), que en conjunto participaron con el 39,0% de la producción nacional. También contribuyó la mayor producción registrada en los departamentos de Ica (178.9%), La Libertad (15.6%) y Junín (0.7%).

### **C. Origen y distribución**

La papa es originaria de la cordillera de los Andes pudiendo ser encontrada hasta los 4300msnm (Spooner et al., 2005)., crece favorablemente en regiones templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo, y se produce en 19 de los 24 departamentos del Perú, lo cual demuestra su plasticidad en términos de adaptación (De Haan, 2012)

La papa se cultiva desde hace ocho mil años, proviene de la región andina, probablemente de Perú y; también, de la isla Chiloé, ubicada al sur de Chile. En el siglo XVI, los colonizadores españoles introducen la papa en Europa. A partir de ese momento el cultivo de papa se expande por el hemisferio norte hasta llegar, durante la Revolución Industrial, a convertirse en un alimento fundamental para los mineros y obreros, cuyas largas jornadas laborales requerían gran aporte de energía (Borba, 2008).

### **D. Clasificación taxonómica**

Según Ochoa (1990) el cultivo de la papa se clasifica en:

Reino : Plantae  
División : Fanerógama  
Clase : Dicotiledóneas  
Subclase : Simpétala  
Familia : Solanácea  
Género : *Solanum*

Sección : Petota  
Especie : tuberosum  
Sub especie : ssp. andigena

## **E. Descripción botánica**

La papa es una planta dicotiledónea anual y consta de las siguientes partes principales:

### **a. Brote**

El brote es un tallo que se origina en el "ojo" del tubérculo. Su tamaño y apariencia varía según las condiciones de almacenado el tubérculo (Otiniano, 2018). El extremo basal del brote forma la parte subterránea del tallo, produciendo raíces y la parte apical da origen a la parte aérea de la planta (Inostroza et al., 2009).

### **b. Raíz**

La raíz es la estructura subterránea, responsable de la absorción de agua y es del tipo adventicio. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso (Egúsquiza, 2000).

### **c. Tallo**

La planta de papa es un conjunto de tallos aéreos y subterráneos que está constituido por el tallo principal, donde origina el brote; tallo secundario, donde emerge una yema subterránea del tallo principal y el tallo estolonífero donde nacen los estolones(Egúsquiza, 2000).

### **d. Hoja**

Las hojas son compuestas, con 7 o 9 folíolos (imparipinnadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en

los tallos. Son bifaciales y presentan pelos o *tricomas* en su superficie, en grado variable dependiendo del cultivar. La cantidad de folíolos de la hoja determina su disectividad (Otiniano, 2018).

**e. Inflorescencia**

La *inflorescencia* nace en el extremo terminal del *tallo* y el número de *flores* en cada una puede ir desde 1 hasta 30, siendo lo más usual entre 7 y 15. El número de inflorescencias por planta y el número de flores por inflorescencia están altamente influenciados por el cultivar (Egúsqüiza, 2000).

**f. Flor**

El pedicelo está dividido en dos partes por un codo denominado articulación de pedicelos o codo de abscisión. La flor es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual (Egúsqüiza, 2000).

**g. Fruto y semilla**

El fruto o baya de la papa se origina por el desarrollo del ovario. La semilla, conocida también como semilla sexual, es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. El número de semillas por fruto varía de cero (nada) hasta 400 (Otiniano, 2018).

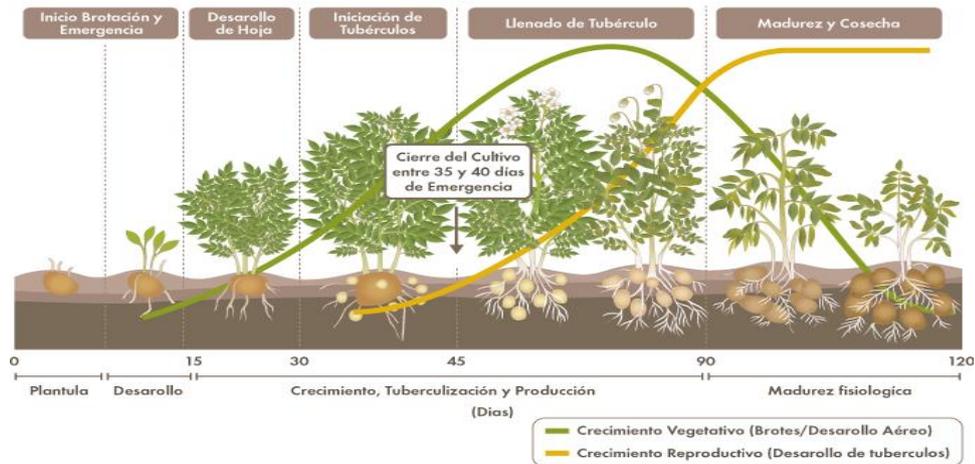
**h. Tubérculo**

El tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón) (Egúsqüiza, 2000).

**i. Ciclo fenológico**

Según (SENAMHI, 2018) respecto al número de días del ciclo fenológico la papa se divide en: Variedad precoz (100-120 días), variedad semitardía (130 -160 días) y tardía (180 a 200 días).

**Figura 1.** Ciclo fenológico de la papa



Fuente: Bioagrotips (2018)

## F. Condiciones agroclimáticas

### a. Clima

Es esencialmente un cultivo de clima templado, para cuya producción la temperatura representa el límite principal, las temperaturas inferiores a 10 °C y superiores a 30 °C inhiben decididamente el desarrollo del tubérculo, mientras que la mejor producción ocurre donde la temperatura diaria se mantiene en promedio de 18 °C a 20 °C. (MINAGRI, 2013).

### b. Altitud

La papa nativa dulce (tradicional y comercial) se distribuye entre los 3000 m a 4200 m (Egúsqiza, 2000); en estas altitudes la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos brindan condiciones naturales especiales para su cultivo (CIP, 2008).

### c. Temperatura

El tubérculo en latencia inicia su brotación y emergencia en forma lenta a 5 °C y se maximiza a los 14-16 °C. Durante el desarrollo del cultivo la planta forma su área foliar profusamente a temperaturas de 20-25 °C. Las temperaturas superiores a los

37 °C afectan el proceso fotosintético ya que aumentan excesivamente la respiración. (MINAGRI, 2009)

**d. Precipitación**

Los requerimientos hídricos varían entre los 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción, lo cual dependerá de las condiciones de temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad. Las mayores demandas existen en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo que es necesario efectuar algunos riegos secundarios en los períodos más críticos del cultivo. (FAO, 2008).

**e. pH**

Trebejo et al, (2013) indica que el rango de pH va entre 4,5 a 8,5, siendo el óptimo de 5,5 a 6,5. El contenido de materia orgánica debe ser alto.

**f. Luz solar**

La asimilación bruta de la papa en un día luminoso pleno a 18-20 °C es de 1,92 g CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de área foliar por hora, con una concentración de 0.03 % de CO<sub>2</sub>. Esto equivale a un rendimiento neto potencial de 1.23 g de materia seca. Hojas más viejas fotosintetizan menos que las muy jóvenes (Huarcaya, 2014).

**g. Suelos**

Los mejores suelos son los francos, franco-arenosos, franco-limosos y franco - arcillosos, con un buen drenaje y ventilación, que además facilitan la cosecha. Suelos con una profundidad efectiva mayor a 50 cm, son necesarios para permitir el crecimiento de estolones y tubérculos de la planta (INTAGRI, 2017).

## **h. Características agronómicas**

### **a. Preparación de terreno**

La preparación del terreno consiste en un roturado, rastrado en forma cruzada y nivelado; esto para evitar la acumulación del agua, lavado de nutrientes y tener una emergencia uniforme y vigorosa de las plántulas en el campo, en papa, de preferencia, el surcado debe realizarse el mismo día de la siembra a una profundidad de 10 a 15 cm con distanciamiento entre surcos de acuerdo a la variedad y fines de producción generalmente de 0.90 a 1.00 m (Arcos et al., 2020)

### **b. Semilla**

Los tubérculos-semillas de calidad, constituyen un insumo esencial y estratégico para la producción y calidad de alimentos, contribuyendo de esta manera con la seguridad alimentaria y nutricional (Arcos et al., 2020). La selección lo realiza el semillerista en el campo semillero o en su almacén, se efectúa con los siguientes objetivos: la separación de semillas con daño de pestes y la clasificación de las semillas de acuerdo a su tamaño y la reelección es una segunda selección (Sánchez, 2008)

### **c. Siembra**

La siembra se realiza, generalmente, entre surcos distanciados de 0.90 a 1.00 m, dependiendo de la variedad y fines de producción. Los tubérculos-semillas se van distribuyendo en forma manual en el fondo del surco con un distanciamiento de 20 a 25 cm entre tubérculos. Posterior a

la siembra y aplicación de fertilizantes y abono orgánico se realiza el tapado y retapado(Arcos et al., 2020).

**d. Abonamiento**

El uso de abonos para el cultivo de papa tiene una especial importancia debido a las numerosas funciones benéficas que cumple, estas provienen de residuos vegetales o animales, que contienen unas cantidades mínimas de algunos elementos principales (nitrógeno, fósforo, potasio) necesarios para el desarrollo de las plantas. (Egúsqüiza y Catalán, 2011).

**e. Barbecho**

Egúsqüiza y Catalán (2011) mencionan que esta labor agronómica consiste en llevar tierra de la base del surco hasta el cuello de la planta, el aporque nos garantiza aislar los tubérculos del daño de gusanos de diferentes especies, proteger a los tubérculos de la exposición a la luz, evitándose el “verdeamiento” de estos, mejorar el drenaje de los surcos o camas y dar mayor anclaje a la planta. Proporciona mayor soporte mecánico a la planta.

**f. Deshierbo**

El primer aporque se debe realizar cuando las plantas alcanzan de 15 a 20 cm de altura o 55 a 70 días después de la siembra, colocando una capa de tierra hasta el cuello de la planta a fin de favorecer la formación de estolones y evitar la entrada de plagas donde simultáneamente se realiza el deshierbo. (Egúsqüiza y Catalán, 2011)

**g. Aporque (tacteo)**

Se realiza cuando inicia la floración debe ser alto en lo posible y se debe cubrir la mayor parte de los tubérculos de los tallos aéreos, en inicio de floración 80 a 95 días (45 a 50 cm). (Egúsquiza y Catalán, 2011).

**h. Fertilización**

El tipo y cantidad de fertilizantes a aplicar varía según el nivel de fertilidad del suelo, clima, requerimiento nutricional del cultivo, variedad, etc; para ello, el análisis o evaluación de las características físicas y químicas del suelo indicará la cantidad de nutrientes necesarios para obtener mejores rendimientos con el menor costo (Arcos et al., 2020).

**i. Riego**

En el sistema de producción en seco, los cultivos de papa de mejor rendimiento son aquellos que reciben por lo menos 600 mm de precipitación (lluvia) Se recomienda realizar riegos con una frecuencia de entre 7 y 10 días como máximo. (Huaynate y Corimaya, 2019)

**j. Maduración**

La fotosíntesis disminuye, el crecimiento del tubérculo también disminuye, la planta toma un color amarillento y eventualmente muere, en este punto el tubérculo alcanza su máximo contenido de materia seca y tiene la piel bien formada (Bouzo 2009, citado en Bolaños, 2019).

**k. Cosecha**

Se lleva a cabo cuando la planta alcanza madurez fisiológica, el follaje se muestra seco, los tubérculos se extraen y se exponen al sol durante horas, para que la

superficie del tubérculo esté completamente seca y se retire la tierra adherida a su piel. (Rodríguez 2011, citado en Bustillos, 2018).

### **2.2.2. Rancho de la papa**

#### **A. Aspectos generales**

El tizón tardío de la papa (*Solanum tuberosum* L.), causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (Abad & Abad, 1995). Es una enfermedad policíclica, es decir que presenta diferentes ciclos de infección y producción del inóculo durante una estación de crecimiento, así el nivel de infección se espera que incremente proporcionalmente para la cantidad inicial y la cantidad del nuevo inóculo producido durante la estación de crecimiento, así mismo la cantidad de producción de inóculo depende del hospedero, patógeno, el ambiente y las condiciones de manejo (Forbes et al., 2014). Está presente en todas las áreas paperas del mundo y es considerada como la más importante del cultivo de la papa, las condiciones y temperaturas óptimas para el desarrollo del patógeno (es de 12 a 15°C y humedad relativa de 95 a 100%), los sembríos de papa pueden ser destruidos en 10 a 15 días (Torres, 2002).

#### **B. Nombres comunes**

Los antiguos pobladores del Perú, especialmente de la meseta del Collao la conocieron como añublo, en la actualidad, los pobladores de las partes altas de la sierra; la conocen como rancho, lancha (término muy usado en Ecuador), ranza, yana rancho y hielo (nombre utilizado probablemente por la similitud con los daños causados por las bajas temperaturas); también es conocida con otros nombres como seca, candelilla o simplemente tizón y tizón tardío (Torres, 2002).

### **C. Taxonomía**

Según (Pérez & Forbes, 2008) el nombre de *Phytophthora infestans*, se deriva de las palabras griegas *phyto* = planta, *phthora* = destructor, este patógeno, miembro de la clase Oomycete, pertenece al reino Cromista y está relacionado filogenéticamente con las diatomeas y algas pardas.

### **D. Morfología**

El micelio es cenocítico, es decir no presenta septas o tabiques que separen el micelio; los esporangios son ovoides, elipsoidales a limoniformes, ahusados en la base, caducos, con un pedicelo menor de 3mm y semipapilados. Su tamaño varía de 36 x 22µm a 29 x 19 µm (Pérez & Forbes, 2008).

*P. infestans* es heterotálico con dos tipos de apareamiento, A1 y A2. Estos tipos de compatibilidad difieren en la producción y respuesta hormonal, más que en dimorfismo sexual. Se propuso que las hormonas A1 y A2 producidas por los grupos de compatibilidad A1 y A2 respectivamente, estimulan al grupo de apareamiento opuesto para formar oosporas (Pérez & Forbes, 2008)

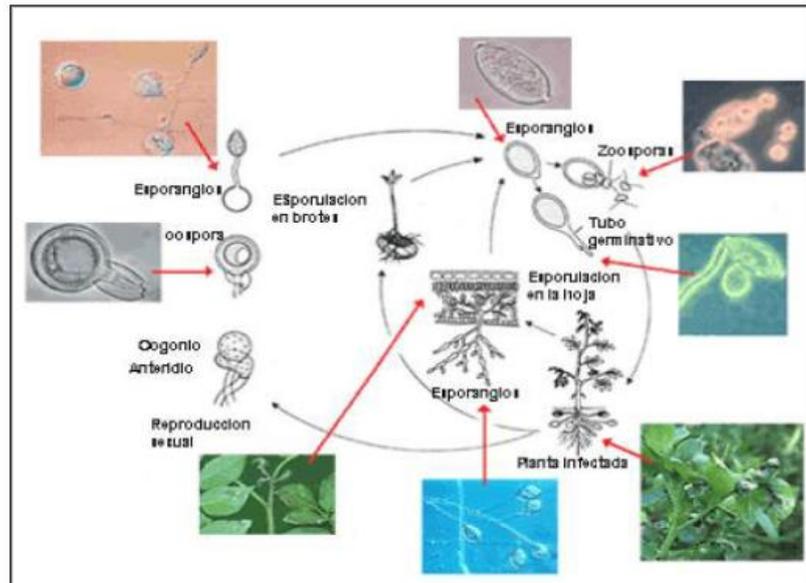
Las oosporas formadas en las hojas tienen un diámetro promedio de 30 µm (24 – 35 µm) y las formadas en medio de cultivo, entre 24 a 56 µm de diámetro de crecimiento continuo mostrando los hinchamientos (h) que se forman justo debajo del esporangio hifales o clamidosporas no han sido reportados en este patógeno (Pérez & Forbes, 2008)

### **E. Ciclo de la enfermedad**

*P. infestans* se caracteriza por presentar un ciclo de vida complejo, que se divide en ciclo asexual y sexual, el primero sólo requiere del tipo de apareamiento A1 presente en todas las zonas paperas del

mundo o solo el tipo apareamiento A2. En el caso del ciclo sexual, necesita obligatoriamente la presencia de los dos tipos de apareamiento A1 y A2, los cuales representan a los gametos sexuales (anteridio y oogonio) presentes en dos hifas separadas (Fig.2) (Agrios 1995, citado en Horna, 2015).

Figura 2 Ciclo de vida de *Phytophthora infestans*.



## F. Sintomatología

Según Pérez y Forbes (2008), la racha afecta a las hojas, tallos y tubérculos de la planta de papa, los síntomas que muestran las plantas enfermas son las siguientes:

### a) En Hoja

Las manchas son 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) (Fig. 3) (Pérez & Forbes, 2008).

**b) En tallos y peciolo**

Las lesiones son necróticas, alargadas de 5 – 10 cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta, presentan consistencia vítrea. Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, éstas se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o de vientos fuertes (Fig.4) (Pérez & Forbes, 2008)

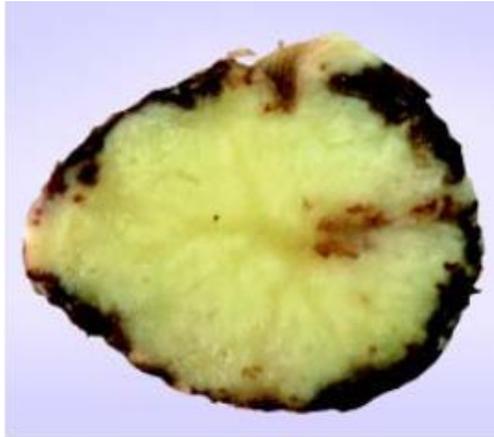
**c) En tubérculo**

Los tubérculos afectados presentan áreas irregulares, ligeramente hundidas. La piel toma una coloración marrón rojiza. Al corte transversal se pueden observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la médula a manera de clavijas. En estados avanzados se nota una pudrición de apariencia granular de color castaño oscuro a parduzco (Fig. 5) (Pérez & Forbes, 2008)

**Figura 3** Micelio blanquecino presente en el envés de las hojas (Foto: W. Pérez)



**Figura 4** Estrías necróticas que van de la superficie del tubérculo hacia el interior. (Foto: W. Pérez).



### **G. Epidemiología**

La infección de las plantas de papa en el campo se realiza por medio de los esporangios que se producen en las diferentes fuentes de infección. Generalmente, la infección en las hojas se produce en el ápice y en los bordes de los folíolos, donde casi siempre existe una película de agua; la producción de los esporangios es más rápida a 100% de humedad relativa y a 21°C de temperatura; la penetración del patógeno ocurre entre 10 a 29°C y el desarrollo de la enfermedad es más rápido a 21°C (Abad et al., 1995).

### **H. Control**

El control de la ranca se realiza mediante Manejo Integrado y éste no es más que el uso adecuado de todas las formas de control que se conoce (Torres, 2002). Los componentes son los siguientes:

#### **a) Control legal**

*P. infestans*, probablemente se ha diseminado el patógeno a través de los tubérculos. Para evitar este tipo de diseminación, los países han elaborado leyes que restringen o prohíben totalmente el movimiento libre de tubérculos de un país a otro. Las aduanas son las instituciones que vigilan este tipo de

movimiento y sus oficinas están presentes en los puntos de entrada de cada país (terrestre, marítimo y aéreo) (Torres, 2002).

**b) Prácticas culturales**

Utilizar variedades de papa con resistencia cuantitativa u horizontal, usar como semilla tubérculo sanos, eliminar todas las fuentes de infección; tales como tubérculo, realizar aporques altos con la finalidad de cubrir adecuadamente con tierra el tubérculo en desarrollo para evitar la infección por los esporangios transportados de las hojas hacia el suelo por las gotas de lluvia (Torres, 2002).

**c) Control genético**

El mejoramiento para obtener nuevas variedades resistentes a la racha se inició después de la epifitía causada en 1845 en Irlanda y según Dowley (1995), fue realizado por Carol en 1881. Desde entonces hasta la fecha, los científicos de todas partes del mundo, involucrados en el cultivo de la papa, continúan trabajando en la búsqueda de variedades resistentes, debido a que la resistencia sucumbe a los pocos años, por aparición de aislamientos más agresivos pertenecientes a los grupos de apareamiento A1, A2 o a razas más agresivas del patógeno. En la actualidad se reconocen dos tipos de resistencia: la resistencia vertical y la resistencia horizontal.(Torres, 2002)

✓ **Resistencia vertical**

Llamada también resistencia cualitativa. Las plantas de papa con resistencia vertical son resistentes solamente a un número determinado de razas del patógeno. Esta resistencia esta gobernada por genes mayores conocidos

como genes R, los cuales han sido incorporados utilizando como uno de los progenitores, a la especie silvestre *Solanum demissum*, la cual tiene genes mayores dominantes. Desafortunadamente, este tipo de resistencia tiene corta duración en el campo, porque las plantas sucumben ante la aparición de nuevas razas (Pérez & Forbes, 2008).

✓ **Resistencia horizontal**

Conocida también como resistencia cuantitativa o de campo, esta es gobernada por genes menores (r) y por otros factores como ciertas características de la planta, por ejemplo, el grosor de la cutícula de la hoja y/o la presencia de sustancias que inhiben el desarrollo del patógeno. Las plantas que tienen este tipo de resistencia se infectan en el campo, pero los daños y el porcentaje del área infectada son mucho menores que en plantas susceptibles. La resistencia horizontal es estable en el tiempo y en el espacio (Pérez & Forbes, 2008).

✓ **Protección con fungicidas**

Se denominan fungicidas de contacto a todos los productos químicos que actúan en la superficie de las hojas (no ingresan al interior del tejido foliar), tienen efecto residual corto y para que sean eficientes contra la racha tienen que cubrir necesariamente toda la superficie foliar y esto no siempre se consigue en el campo, debido a una aplicación deficiente, lavado por la lluvia del producto aplicado y porque los tejidos en desarrollo. Dependiendo de las

condiciones ambientales, las aplicaciones con estos productos pueden realizarse cada 3 a 7 días (Torres, 2002)

### **2.2.3. Inductores de resistencia**

Las plantas poseen genes que codifican para producir numerosas “armas químicas”, extremadamente eficientes, que constituyen mecanismos de defensa cuya activación las protege del ataque de microorganismos patógenos, estos mecanismos involucran la participación de un gran número de pequeñas moléculas exógenas, denominadas inductores, capaces de activar los mecanismos de defensa (Gómez & Reis, 2011).

La inducción de resistencia puede ser obtenida a través del uso de productos naturales, de origen vegetal o fúngico, y esto ha sido una ventaja para permitir una respuesta al ataque de un amplio rango de patógenos, porque no tienen mecanismos de acción específicos (Madhusudhan et al.,2008 citado en Sanabria, 2019).

#### **A) Inductores de resistencia químicos, orgánicos e inorgánicos**

Los inductores abióticos, también denominados inductores químicos, constituyen una nueva clase de pesticidas, llamados “fungicidas de cuarta generación” por su efecto completamente diferente al de los fungicidas conocidos hasta el momento (Tremacoldi,2008). Esta diferencia se basa principalmente en el mecanismo de acción de los inductores, en su mayoría son compuestos naturales de origen biológico sintetizadas en laboratorio y que se aplican externamente sobre las plantas (Tremacoldi,2008)

#### **B) Inducción de resistencia usando ácidos orgánicos**

El inductor de resistencia comercial más conocido es Acibenzolar-S-methyl (ASM), análogo estructural y funcional del ácido salicílico, este induce resistencia en varias especies de plantas contra un amplio espectro de virus, bacterias, hongos y nematodos patogénicos, los estudios mostraron una rápida expresión de los genes relacionados a la resistencia, tales como

glucanasas y quitinasas cuando se usaron estos productos (Dietrich et al., 2005 citado en Sanabria, 2019).

### **C) Inducción de resistencia usando sales de fosfato**

Las sales de fosfato di básicas y tribásicas brindan una protección sistémica contra antracnosis en pepino causado por *Colletotrichum lagenarium* (Gottstein and Kué, 1998 citado en Sanabria, 2019). Se especuló que los fosfitos básicos aplicados a plantas pueden secuestrar calcio apoplástico, alterando la integridad de la membrana e influenciando en la actividad de las enzimas apoplásticas tales como poligalacturonasas, liberando de este modo elicitores - activos de la pared celular de las plantas (Gottstein and Kué, 1998 citado en Sanabria, 2019).

### **D) Inducción de resistencia usando silicio**

A principios de 1990, la primera evidencia del rol del Silicio (Si) como una barrera mecánica fue reportando en dicotiledóneas. Fawe et al. (2001, citado en Sanabria, 2019) propuso que Si desempeñó un rol activo en el refuerzo de la resistencia a enfermedades de las plantas mediante la estimulación de reacciones naturales de defensa.

## **2.2.4. Variedades en estudio**

### **A. Variedad Yungay**

(Cabrera & Escobal, 2002) describen a la variedad Yungay de la siguiente manera:

**Origen:** (Saskia x Earlina) x (Huagalina x Renacimiento)

**Adaptación:** Muy amplia.

**Forma de tubérculos:** Oval-chatos.

**Tamaño:** Mediano a grandes.

**Ojos:** Superficiales.

**Color de piel:** Blanco amarillenta.

**Color de Pulpa:** Blanco Cremosa.

**Materia Seca:** Hasta 26%.

**Período Vegetativo:** Tardío 180 días.

**Rendimiento:** Muy bueno de 30 a 40 t/ha.

**Comportamiento frente a enfermedades:** Tolera a rancharia y rhizoctoniasis Susceptible al concho (MTPV). Tolera zonas de alta humedad.

**Densidad de siembra:** 1.00 a 1.10 m. entre surcos. 0.30 a 0.40 m. entre plantas. Tendencia a producir estolones largos por lo que requiere aporques altos y anchos

## **B. Variedad Canchán**

- a) **Origen:** La papa Canchán proviene del cruzamiento (BI-1)2 como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de Black (Solanum tuberosum x Solanum demisum) y la variedad Libertas (Solanum tuberosum) y el progenitor masculino Murillo III-80 que proviene del cruzamiento de dos cultivares nativos (Solanum ajanhuiri y Solanum antígena) que aportan tolerancia a heladas y resistencia de campo a la rancharia (INIA, 2012).
- b) **Adaptación:** Se adapta a condiciones de sierra media, 2 000 a 3 500 metros de altitud y en costa central (INIA, 2012).
- c) **Características agronómicas:** el vigor de la planta es buena con una altura media de 90 cm con 4 – 6 tallos por planta de color verde claro, el tamaño de las hojas es medianas de coloración verde claro, las flores son de color lila y posee escasa floración, por lo tanto, la formación de bayas también es escasa; tiene un buen desarrollo de raíz con estolones cortos y su periodo vegetativo es de 120 días considerado precoz (INIA, 2012).

- d) **Características del tubérculo:** la forma del tubérculo es redonda y su producción de 14 a 25 tubérculos por planta con tamaños de mediano a grande, la profundidad de ojos es superficial con la piel de color rojo y la pulpa de blanco (INIA, 2012).
- e) **Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos:** resistencia a enfermedades: tiene una resistencia horizontal a la racha con una infección foliar no mayor a 15 %, presenta cierta susceptibilidad a Rhizoctonia y Erwinia. Es resistente a heladas (INIA, 2012).
- f) **Rendimiento:** puede producir hasta 1.5 Kg/planta y 30 t/ha en campos de agricultores (INIA, 2012).

### C. Variedad ÚNICA

- a) **Origen:** esta variedad es el resultado de unas investigaciones participativas entre Asociaciones de Productores, la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica y el Centro Internacional de la Papa; proviene del cruzamiento entre el clon identificado C92.140 y CIP392797.22 (Gutiérrez, 2008).
- b) **Características agronómicas:** tiene un hábito de crecimiento erecto de tallos gruesos y coloración verde oscuro, tiene una altura de planta entre 0.90 a 1.20 m, las hojas son compuestas disectadas, cada uno posee cinco pares de folíolos laterales con un par de interhojuelas en los peciolulos; en la Sierra peruana su floración es ausente a más de 2000 msnm, si las poseen, las flores son de color violeta y generalmente no forman bayas a temperaturas bajas (Gutiérrez, 2008).

c) **Características del tubérculo:** son de forma oblonga y alargada de ojos superficiales, el color de piel es rosado y la pulpa de color crema (Gutiérrez, 2008).

d) **Comportamiento agronómico:** el periodo vegetativo es de 70 a 90 días, a diferencia de otras variedades, esta mantiene su rendimiento en diferentes épocas de siembra y distintas localidades. Su rendimiento oscila entre 40 y 50 t/ha (Gutiérrez, 2008).

**Comportamiento a factores bióticos y abióticos:** tiene una ligera tolerancia a sales y temperaturas cálidas, así como a la rancha y otras plagas comunes (Gutiérrez, 2008).

### 2.3. Definición de términos básicos

**Agroquímico:** Se conoce como agroquímico a la sustancia química que utiliza el ser humano con el objetivo de optimizar el rendimiento de una explotación agrícola. Dichos productos suelen utilizarse para luchar contra las plagas que afectan los cultivos y para favorecer un crecimiento más rápido de las plantas.

**Esporangio:** Es la estructura de los hongos que produce y contiene las esporas; puede ser unicelular o pluricelular.

**Fungicida:** Cualquier sustancia que se usa para destruir hongos (organismos parecidos a las plantas que no elaboran clorofila), como la levadura y el moho.

**Inductor:** Son productos biológicos que se aplican diariamente a la labranza con el objetivo de aumentar y fortalecer los mecanismos naturales de defensa de las plantas.

**Oomycetes:** son un grupo de protistas filamentosos pertenecientes al grupo de los pseudohongos. El nombre significa "hongos huevo" y se refiere al oogonio, estructura grande y esférica que contiene los gametos femeninos.

**Severidad:** Es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo, ya sea de hojas, tallos, raíces o frutos afectado por la enfermedad y varía entre 0 y 100.

**Rancho:** *Phytophthora infestans* es una de las enfermedades más importantes y dañinas de la papa ya que se desplaza rápidamente a través del viento, a menudo devastando un cultivo completo.

**Resistencia:** es la capacidad de una variedad para limitar el crecimiento y/o desarrollo de una plaga específica y/o el daño que ésta causa cuando se compara con variedades susceptibles, bajo condiciones medioambientales y presiones de plaga similares.

**Tubérculo:** Parte de un tallo subterráneo o de una raíz que se desarrolla y se engruesa por acumular en sus células sustancias de reserva.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Los cuatro inductores de resistencia a rancho (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) presentan diferencias significativas en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*. L.), en condiciones de Huariaca-Pasco.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Las tres variedades comerciales de papa presentan diferencia significativa en el desarrollo vegetativo en condiciones de Huariaca Pasco
- Las tres variedades comerciales del cultivo de papa presentan diferencias significativas en el porcentaje de severidad de daño frente a la rancho (*Phytophthora infestans* Mont de Bary).
- Los cuatro inductores presentan diferencias significativas a la respuesta de resistencia a la rancho (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en condiciones de Huariaca Pasco.

- Las tres variedades comerciales presentan diferencias significativas en el rendimiento con la aplicación de los inductores en condiciones de Huariaca Pasco.

## 2.5. Identificación de variables

### 2.5.1. Variable dependiente

Rendimiento de tres variedades comerciales de papa

### 2.5.2. Variable independiente

Efecto de cuatro inductores de resistencia a rancho.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

*Tabla 1 Definición operacional de variables e indicadores*

-+OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL			INSTRUMENTOS
		DIMENSIÓN O FACTOR PARA MEDIR	INDICADOR	VALORES ESCALARES	
<b>Variable Independiente</b> Cuatro inductores de resistencia a rancho	Son productos biológicos o fitoquímicos <b>que</b> se utilizan para <b>que</b> las plantas puedan expresar sus propios mecanismos de defensa, tanto físicos <b>como</b> químicos (fitoalexinas) para contrarrestar el ataque de factores bióticos (plagas fitopatológicas, insectiles, malezas) y abióticos.	Resistencia	Severidad de daño	%	Observacional
<b>Variable Dependiente</b> Rendimiento	Es una medida de la cantidad de un cultivo cultivado, o producto por*****-+*/unidad de superficie de tierra.	Rendimiento	Porcentaje de emergencia	%	Conteo
			Altura de planta	Cm	Regla graduada
			Peso	Gr	Balanza analítica
			Rendimiento	Kg/ha	Balanza analítica
<b>Variable Dependiente</b> Severidad de daño	Porcentaje de la superficie foliar que muestra signos de la enfermedad	Severidad de daño	Severidad de daños foliares 10º, 11º, 12º, 13º, 14º y 15ºava semana	%	Observacional

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El presente trabajo de investigación es experimental y aplicada.

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación que se utilizó fue el explicativo experimental.

#### **3.3. Métodos de investigación**

El método de investigación empleado es el experimental.

#### **3.4. Diseño de investigación**

##### **3.4.1. Diseño experimental**

El diseño experimental es diseño de bloque completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial, 3x5, 3 variedades y 4 inductores más un testigo, haciendo un total de 15 tratamientos y 3 repeticiones.

##### **3.4.2. Tratamiento en estudio**

Los tratamientos en estudio se han distribuido de la siguiente forma:

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Variedades	Inductores	Combinaciones
T1		I1 Testigo	V1I1
T2		I2 Iris Green	V1I2
T3	V1	I3 Vacum A	V1I3
T4	Canchan	I4 Vacum Q	V1I4
T5		I5 Vacum K	V1I5
T6		I1 Testigo	V2I1
T7		I2 Iris Green	V2I2
T8	V2	I3 Vacum A	V2I3
T9	Yungay	I4 Vacum Q	V2I4
T10		I5 Vacum K	V2I5
T11		I1 Testigo	V3I1
T12		I2 Iris Green	V3I2
T13	V3	I3 Vacum A	V3I3
T14	Única	I4 Vacum Q	V3I4
T15		I5 Vacum K	V3I5

### 3.4.3. Descripción del campo experimental

#### Campo experimental

Largo : 32.0 m

Ancho : 19.0 m

Área Total experimental : 608 m<sup>2</sup>

Área neta experimental : 450 m<sup>2</sup>

Área de calles : 158 m<sup>2</sup>

#### Bloques

Numero de bloques : 3

Largo de bloque :30 m

Ancho de bloque : 5 m

Área total de bloque : 150 m<sup>2</sup>

#### Parcelas

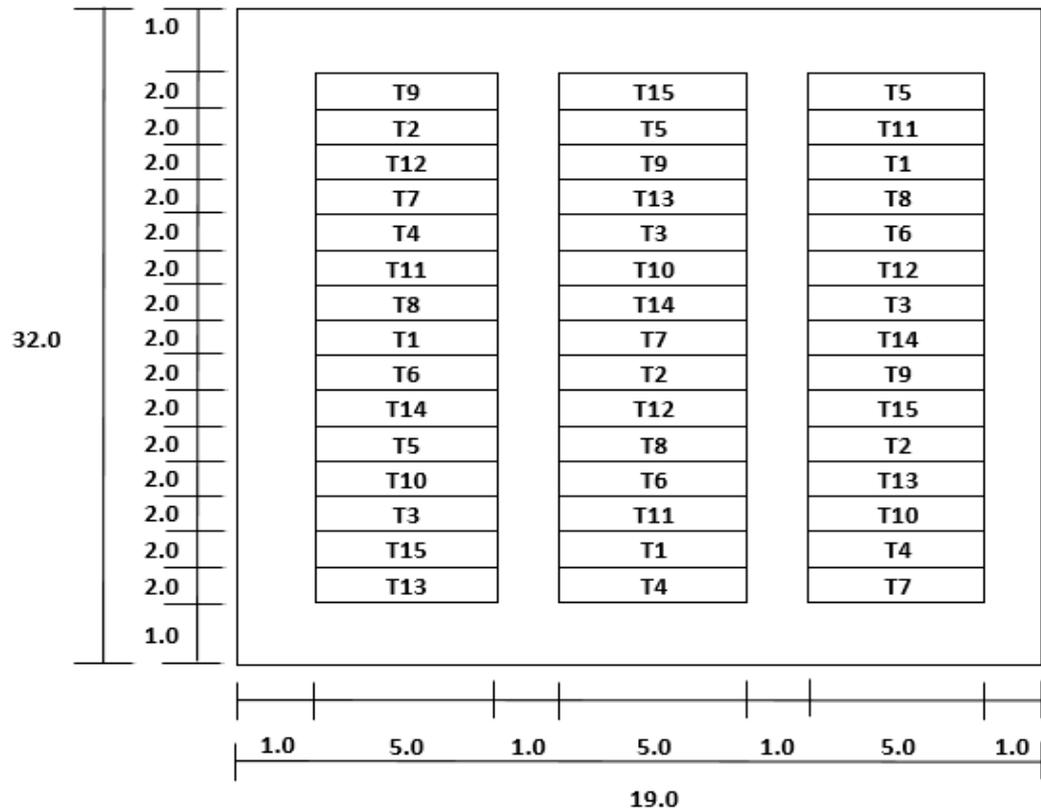
Número de parcelas : 15

Surcos/hileras : 5

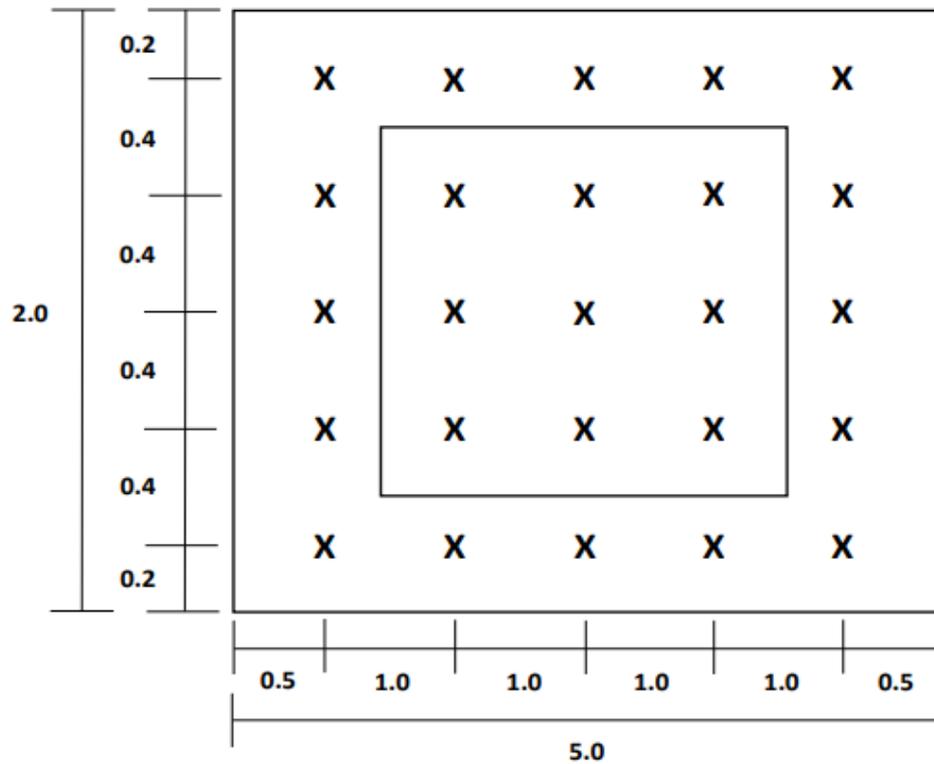
Distancia entre surcos : 1.0 m

Distancia entre plantas : 0.4 m  
 Largo de parcela : 2.0 m  
 Ancho de parcela : 5.0 m  
 Área de parcela o tratamiento : 10 m<sup>2</sup>

**A. Croquis de experimento**



## B. Detalle de parcela



### 3.4.4. Conducción del experimento

Para el desarrollo del experimento se realizaron las siguientes actividades:

#### A. Material vegetal

Se sembraron tubérculos de tres variedades:

Canchan : Variedad susceptible.

Yungay : Variedad susceptible.

Única : Variedad moderadamente resistente.

#### B. Inductores

Se utilizaron cuatro inductores, estas se detallados en la tabla 3

**Tabla 3.** Inductores de resistencia empleados en el estudio.

Trat.	Nombre comercial	Ingrediente activo (i.a) <sup>a</sup>	Concentración del ingrediente activo (i.a.) <sup>a</sup> (%p/p; p/v)	Dosis recomendada	Dosis utilizada
T1	Testigo	--	----	Solo agua	
T2	IRIS GREEN®	Fosfito de magnesio Anhídrido fosfórico (P2O5) Oxido de magnesio (MgO)	46,0% p/p 40,0 % p/p 6,0 % p/p	0.4 – 0.5 L/cil	
T3	Vacun – A	Fósforo (P2O5) Potasio (K2O) Fosfito de Potasio	480 g/L 36840 g/L 0 g/L	0.5 – 1 L/200L	
T4	Vacun – Q	Sulfato de cobre pentahidratado Cobre Metálico Equivalente	365 g/L 8%	350-500 ml/200L	
T5	Vacun - K	Hidrogeno carbonato de Potasio (KHCO3)	990 g/kg	3.0 -6.0 kg/ha	

### C. Preparación de terreno

La preparación de terreno se realizó en forma manual, replanteando el croquis diseñado para la ejecución del experimento.

### D. Siembra

La siembra se realizó en el mes de setiembre a un distanciamiento de 1,00 m entre surcos y 0.40 entre plantas.

### E. Fertilización

La fertilización se realizó en la siembra y en el aporque con dosis de 100-80-40 de NPK, utilizando los productos comerciales nitrato de amonio, superfosfato simple y cloruro de potasio.

#### **F. Aplicación de los inductores**

Se aplicó los inductores en tres etapas, a los 30, 40 y 50 días después de la siembra, además se aplicó un insecticida de contacto a todo el experimento a los 20 días después de la aplicación de los inductores

#### **G. Labores culturales**

Se realizaron dos aporques juntamente con el desmalezado a los 40 y 55 días después de la siembra.

#### **H. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma escalonada primero única, a los 120 días, luego canchan a los 130 días y finalmente Yungay a los 160 días.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población fue de 1 125 plantas de papas de las tres variedades.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra fue de 405 plantas por todo el experimento, es decir, 9 plantas por cada tratamiento.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Datos registrados:**

##### **A. Porcentaje de emergencia**

Se evaluó el porcentaje de emergencia a los 45 días contando las plantas emergidas y no emergidas para luego llevarlas a porcentaje de emergencia con una regla de tres simples.

##### **B. Altura de plantas**

Se evaluó tomando la medida desde el inicio del tallo hasta la yema terminal, con una cinta graduada.

### **C. Porcentaje de Severidad de daño foliar**

Las evaluaciones se realizaron semanalmente, principalmente las hojas, se utilizó escalas de 0 a 100 % de acuerdo con el avance de daño foliar, para luego ser registradas en fichas de evaluación. Se realizaron 6 evaluaciones a la 10<sup>o</sup>, 11<sup>o</sup>, 12<sup>o</sup>, 13<sup>o</sup>, 14<sup>o</sup> y 15<sup>o</sup>ava semana

### **D. Niveles de tolerancia o resistencia a la ranca**

Se evaluaron aquellas plantas que presentaron tolerancia o resistencia al ataque de la ranca.

### **E. Peso por planta**

Se seleccionaron y pesaron los tubérculos de papa en tres categorías: primera, segunda y tercera de acuerdo con su tamaño y peso aproximado.

### **F. Rendimiento**

Con una regla de tres simples se realizó la conversión a Kg/ha, en tres categorías primera, segunda y tercera de acuerdo con su tamaño y peso.

## **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Durante la conducción de la investigación experimental se han seleccionado y utilizado los instrumentos correspondientes a la estadística inferencial para probar las hipótesis para el diseño de bloques completos al azar, para trabajos conducidos en condiciones de campo. Las mismas que fueron representadas en los cuadros de análisis de varianza, donde se tienen como fuentes de variación a los bloques, los tratamientos, el error experimental, el total; los grados de libertad; la suma de cuadrados; los cuadrados medios esperados; la F calculada; la F tabular para los niveles de 0.5 % y 0.1 % y la significación respectiva.

También se tiene el coeficiente de variación que debe estar por debajo del 30 % el cual nos permitió expresar la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados en el presente experimento.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Habiéndose observado, medido y registrado los datos del porcentaje de emergencia, las evaluaciones en el desarrollo vegetativo de la planta, así como los parámetros de resistencia y susceptibilidad, y en el periodo de cosecha, se procedieron a tabular y realizar el análisis estadístico a través del Análisis de Varianza y para realizar las comparaciones múltiples entre las medias se utilizó la prueba de Duncan con nivel de significancia al 5 % de probabilidad con la ayuda del programa estadístico de Excel, la misma que corresponde al diseño de bloques completos al azar.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Se realizó el análisis de varianza:

#### **3.9.1. Modelo aditivo lineal**

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + I_j + (VI)_{ij} + E_{ijk}$$

**Donde:**

$$i = 1, 2, \dots, t \text{ (N}^\circ \text{ de niveles del factor A)}$$

$$j = 1, 2, \dots, s \text{ (N}^\circ \text{ de niveles del factor B)}$$

$$r = 1, 2, \dots, k \text{ (Bloques)}$$

**$Y_{ijk}$**  = Es el efecto de inductores obtenido con la *i*-ésimo tipo de variedades, *j*-ésimo rendimiento, *k*-ésimo bloque

**$\mu$**  = Es el efecto de la media general

**$V_i$**  = Efecto del *i*-ésimo tipo de variedades

**S<sub>j</sub>** = Es el efecto de la j-ésimo inoculo

**B<sub>k</sub>** = Es el efecto del k-ésimo bloque

**(VI)<sub>ij</sub>** = Efecto aleatorio de los factores tipo de variedades e inoculo en el rendimiento.

**E<sub>ijk</sub>** = Es el efecto del error experimental de la i-ésimo tipo de variedades, j-ésimo tipo de inoculo, k-ésimo (bloque)

### 3.9.2. Análisis de varianza

**Tabla 4.** Análisis de varianza del experimento.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.Cal
Variedades (V)	2	SC Trat.	SC Trat./ GL Trat	CM Trat/ CM Error
Inoculo (I)	4	SC Error	SC Error/ GL Error	
Vxl	8	SC Total		
Repeticiones	2	SC Trat.	SC Trat./ GL Trat	CM Trat/ CM Error
Error	28	SC Error	SC Error/ GL Error	
Total	44	SC Total		

**Desviación estándar:**

$$Sx = \sqrt{\frac{CME}{REPT}}$$

### 3.9.3. Prueba de Duncan

Amplitud de límite de significancia "ALS"

**Tabla 5.** Tabla de amplitud de significancia Duncan.

VALOR	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>AES</b>	Tabla							
<b>ALS</b>	Tab.* Sx							

$$(ALS) (D) = AES (D) * SX$$

**Donde:**

**ALS** = Amplitud de límite de significación

**AES** = Valor de tabla de Duncan

**S<sub>x</sub>** = Desviación de la media

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

Este trabajo se realizó siguiendo las normas establecidas por el estatuto de nuestra Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y con el compromiso del investigador de respetar los resultados y confiabilidad durante el desarrollo de la investigación.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Ubicación geográfica, ecológica y política**

Lugar : Huancayoc

Distrito : Huariaca

Provincia : Pasco

Región : Pasco

Altitud : 2880 m.s.n.m

Latitud Sur : 10 46' 13"

Longitud Oeste : 75 48' 39"

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

Los resultados se presentan a continuación:

##### **4.2.1. Porcentaje de emergencia**

En la tabla 6 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo, bloques, y no existe diferencia significativa para interacción V x I, el coeficiente de variabilidad es 1,91 %.

En la tabla 7 se presenta la prueba de Duncan, se encontró 5 grupos que no presentan diferencia significativa los primero 8 tratamientos en orden de mérito (A= T14-T13-T10-T8-T15-T3-T9-T4, B= T13-T10-T8-T15-T3-T9-T4-T12-T11,

C= T9-T4-T12-T11-T6-T5, D= T12-T11-T6-T5-T7, E= T11-T6-T5-T7-T2-T1), en un contexto general en orden numérico toda las variedades presentan buen porcentaje de emergencia que va desde 91 a 99 %; la variedad única presenta mayor porcentaje y uniformidad en la emergencia con 96,33%, seguida de Yungay con 95% y finalmente canchan con 93, 60%. (tabla 8)

*Tabla 6 Análisis de varianza de porcentaje de emergencia*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F5%</b>	<b>F 1%</b>	<b>Ni Sig</b>
<b>Variedades</b>	2	56.04	28.02	8.53	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	178.76	44.69	13.61	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	31.51	3.94	1.20	2.29	3.23	N.S
<b>Bloques</b>	2	22.71	11.36	3.46	<b>3.34</b>	5.45	**
<b>Error</b>	28	91.96	3.28				
<b>TOTAL</b>	44	380.98					

CV= 1.91 %

*Tabla 7 Prueba de Duncan de porcentaje de emergencia*

<b>OM</b>	<b>Variedades</b>	<b>Inductores</b>	<b>Medias</b>					
1 T14	Única	Vacum Q	99.00	A				
2 T13	Única	Vacum A	97.00	A	B			
3 T10	Yungay	Vacum K	97.00	A	B			
4 T8	Yungay	Vacum A	97.00	A	B			
5 T15	Única	Vacum K	97.00	A	B			
6 T3	Canchan	Vacum A	97.00	A	B			
7 T9	Yungay	Vacum Q	96.00	A	B	C		
8 T4	Canchan	Vacum Q	96.00	A	B	C		
9 T12	Única	Iris green	95.00		B	C	D	
10 T11	Única	Testigo	93.67		B	C	D	E
11 T6	Yungay	Testigo	93.00			C	D	E
12 T5	Canchan	Vacum K	93.00			C	D	E
13 T7	Yungay	Iris green	92.00				D	E
14 T2	Canchan	Iris green	91.00					E
15 T1	Canchan	Testigo	91.00					E

Tabla 8 Prueba de Duncan de porcentaje de emergencia para variedades

OM	Variedades	Medias		
1	Única	96.33	A	
2	Yungay	95.00	A	B
3	Canchan	93.60		B

#### 4.2.2. Altura de planta

En la tabla 9 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo e interacción V x I, y no existe diferencia significativa para bloques, el coeficiente de variabilidad es 2,3 %.

En la tabla 10 se presenta la prueba de Duncan, encontrándose 4 grupos (A= T8-T9-T10-T7, B=T2-T5-T4-T3, C=T13-T12-T15-T14-T11, D=T11-T6-T1), se aprecia que no existe diferencia significativa para los cuatro primeros tratamientos (A), con promedios de 79.67 a 81.33 cm, al igual que para los subsiguientes tratamientos (B,C,D); esto se confirma con la prueba de Duncan para variedades (tabla 11) donde para las tres variedades si se presenta diferencia significativa, además se encontró que para los inductores vakum A, Q, K e iris Green presentan mejor altura de planta con un promedio de 70 cm, así mismo el testigo presenta diferencia significativa con un promedio de 57.72 cm de altura de planta (tabla12).

Tabla 9 Análisis de varianza de altura de planta a los 120 días

FV	GL	SC	CM	FCAL	F5%	F 1%	Ni Sig
<b>Variedades</b>	2	2110.03	1055.02	718.16	3.34	5.45	*
<b>Inoculo</b>	4	1106.42	276.61	188.29	2.71	4.07	*
<b>V x I</b>	8	434.58	54.32	36.98	2.29	3.23	*
<b>Bloques</b>	2	6.03	3.02	2.05	<b>3.34</b>	5.45	N.S
<b>Error</b>	28	41.13	1.47				
<b>TOTAL</b>	44	3698.20					

CV = 2,3%

Tabla 10 Prueba de Duncan de altura de planta a los 120 días

OM	Variedades	Inductores	Medias		
1 T8	Única	Vacum A	81.33	A	
2 T9	Única	Vacum Q	81.00	A	
3 T10	Única	Vacum K	80.67	A	
4 T7	Única	Iris Green	79.67	A	
5 T2	Canchan	Iris Green	70.00		B
6 T5	Canchan	Vacum K	69.67		B
7 T4	Canchan	Vacum Q	69.33		B
8 T3	Canchan	Vacum A	69.00		B
9 T13	Yungay	Vacum A	61.00		C
10 T12	Yungay	Iris Green	60.33		C
11 T15	Yungay	Vacum K	59.67		C
12 T14	Yungay	Vacum Q	59.67		C
13 T11	Única	Testigo	59.00		C D
14 T6	Yungay	Testigo	57.33		D
15 T1	Canchan	Testigo	56.83		D

Tabla 11 Prueba de Duncan de altura de planta de variedades a los 120 días

OM	Variedades	Medias	
1	Única	76.33	A
2	Canchan	66.97	B
3	Yungay	59.60	C

Tabla 12 Prueba de Duncan de altura de planta de inductores a los 120 días

OM	Inductores	Medias	
1	Vakum_A	70.44	A
2	Vakum_Q	70.00	A
3	Vakum_K	70.00	A
4	Iris Green	70.00	A
5	Testigo	57.72	B

#### 4.2.3. Severidad de daño foliar

##### A. Análisis de varianza de severidad de daño foliar a la 10ª semana

En la tabla 13 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo e interacción V x I, el coeficiente de variabilidad es de 11,8 %.

La prueba de Duncan (tabla 14) establece 4 grupos, encontrándose que no existe diferencia significativa para los nueve primeros tratamientos en orden de mérito (A=T1-T6-T3-T15-T11-T09-T10-T02-T14), asimismo, en los cuatro subsiguientes tratamientos no se encontró diferencias significativas (B=T3-T15-T11-T09-T10-T02-T14-T05-T08 -T04-T13, C=15-T11-T09-T10-T02-T14-T05-T08-T04-T13-T07) y (D) el tratamiento T12 Iris Green, es significativo frente a los otros tratamientos y presenta menor porcentaje de severidad de daño foliar en la semana diez con promedio de 1.11 %.

La prueba de Duncan para las variedades (tabla 15) nos presenta que no existe diferencia significativa para las variedades, destacando la variedad única con 1, 67 %. Con menor incidencia. Por otro lado, los inductores (tabla 16) el inductor iris Green fue el que mostro mayor eficiencia en el control del tizón tardío con 1.48 % de severidad de daño, los vakum Q, K, A no presentan diferencia significativa con promedios de 1,79 % de severidad de daño foliar, el testigo fue significativo ya que presento mayor severidad de daño con 2.1 %.

Tabla 13 Análisis de varianza de porcentaje de daño foliar a la 10° semana

FV	GL	SC	CM	FCAL	F5%	F 1%	Ni Sig
<b>Variedades</b>	2	0.38	0.19	4.26	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	1.71	0.43	9.51	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	1.12	0.14	3.12	2.29	3.23	**
<b>Bloques</b>	2	1.00	0.50	11.11	<b>3.34</b>	5.45	**
<b>Error</b>	28	1.26	0.05				
<b>TOTAL</b>	44	5.49					

CV = 11,8%

Tabla 14 Prueba de Duncan de porcentaje de daño foliar a los 120 días

OM	Variedades	Inductores	Medias			
1	T1	Canchan	Testigo	2.22	A	
2	T6	Yungay	Testigo	2.22	A	
3	T3	Canchan	Vacum A	2.04	A	B
4	T15	Única	Vacum K	1.85	A	B C
5	T11	Única	Testigo	1.85	A	B C
6	T9	Yungay	Vakum_Q	1.85	A	B C
7	T10	Yungay	Vacum K	1.85	A	B C
8	T2	Canchan	Iris_green	1.85	A	B C
9	T14	Única	Vakun_Q	1.85	A	B C
10	T5	Canchan	Vacum K	1.67		B C
11	T8	Yungay	Vacum A	1.67		B C
12	T4	Canchan	Vakum_Q	1.67		B C
13	T13	Unica	Vacum A	1.67		B C
14	T7	Yungay	Iris green	1.48		C
15	T12	Unica	Iris green	1.11		D

Tabla 15 Prueba de Duncan de daño foliar a la 10° semana de comparaciones para variedades

OM	Variedades	Medias		
1	Canchan	1.89	A	
2	Yungay	1.82	A	B
3	Única	1.67		B

*Tabla 16 Prueba de Duncan de daño foliar a la 10° semana de comparaciones para inductores*

OM	Inductores	Medias	
1	Testigo	2.1	A
2	Vakum_Q	1.79	B
3	Vakum_K	1.79	B
4	Vakum_A	1.79	B
5	Iris Green	1.48	C

#### **B. Análisis de varianza de daño foliar a la 11° semana**

En la tabla 17 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo y bloques y no existe diferencia significativa para la interacción V x I, el coeficiente de variabilidad es de 11,96 %.

La prueba de Duncan (tabla 18) identifica siete grupos Duncan y entre ellos no presentan diferencia significativa para los dos primeros tratamientos (A) T1-T6, así mismo, para los subsiguientes tratamientos (B=T6-T9, C=T9-T3-T10-T4-T8-T5, D= T3-T10-T4-T8-T5-T13-T14-T15-T11, E=T4-T8-T5-T13-T14-T15-T11-T2, F= T5-T13-T14-T15-T11-T2-T7, G= T14-T15-T11-T2-T7-T12). Así mismo, se establece que los tratamientos T12, T7 y T2 con el inductor iris Green en todas las variedades presentaron mejores resultados con promedios 3,15 a 3,89 % de severidad de daño foliar.

En la prueba de Duncan para las variedades (tabla 19) observamos que la variedad única es significativa, ya que presenta una severidad de daño de 3,92%. Por otro lado, Duncan para los inductores (tabla 20) se corrobora que el inductor iris Green es significativo, ya que presenta una severidad menor de daño foliar frente al tizón tardío con 3,58 %, los vakum K, A, Q, no son significativos con promedios

de 4,57 a 4,75 %, así mismo el testigo es significativo con un promedio de 5.62% de severidad de daño foliar.

*Tabla 17 Análisis de varianza de porcentaje de daño foliar a la 11° semana*

FV	GL	SC	CM	FCAL	F5%	F 1%	Ni Sig
<b>Variedades</b>	2	11.54	5.77	18.72	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	18.89	4.72	15.32	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	5.27	0.66	2.14	2.29	3.23	N.S
<b>Bloques</b>	2	2.07	1.04	3.36	<b>3.34</b>	5.45	**
<b>Error</b>	28	8.63	0.31				
<b>TOTAL</b>	44	46.39					

CV = 11,96%

*Tabla 18 Prueba de Duncan de daño foliar a la 11° semana*

OM	Variedades	Inductores	Medias				
1	T1	Canchan	Testigo	6.67	A		
2	T6	Yungay	Testigo	6.11	A	B	
3	T9	Yungay	Vacum Q	5.37		B	C
4	T3	Canchan	Vacum A	5.00			C D
5	T10	Yungay	Vacum K	5.00			C D
6	T4	Canchan	Vacum Q	4.82			C D E
7	T8	Yungay	Vacum A	4.81			C D E
8	T5	Canchan	Vacum K	4.63			C D E F
9	T13	Única	Vacum A	4.26			D E F
10	T14	Única	Vacum Q	4.07			D E F G
11	T15	Única	Vacum K	4.07			D E F G
12	T11	Única	Testigo	4.07			D E F G
13	T2	Canchan	Iris green	3.89			E F G
14	T7	Yungay	Iris green	3.70			F G
15	T12	Única	Iris green	3.15			G

*Tabla 19 Prueba de Duncan de daño foliar a la 11° semana de comparaciones para variedades*

OM	Variedades	Medias	
1	Yungay	5.00	A
2	Canchan	5.00	A
3	Única	3.92	B

Tabla 20 Prueba de Duncan de daño foliar a la 10° semana de comparaciones para inductores

OM	Inductores	Medias	
1	Testigo	5.62	A
2	Vakum_Q	4.75	B
3	Vakum_A	4.69	B
4	Vakum_K	4.57	B
5	Iris green	3.58	C

### C. Análisis de varianza de daño foliar a la 12° semana

En la tabla 21 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo e interacción V x I, sin embargo, para bloques no presenta diferencias significativas, el coeficiente de variabilidad es de 5.51 %.

La prueba de Duncan (tabla 22) establece 5 grupos el tratamiento (A) T1 es significativo frente a los demás tratamientos y es el más susceptible con 14.82 % de severidad de daño. Los subsiguientes grupos Duncan no son significativos siendo ellos (B=T6-T4, C=T4-T11-T5-T9-T15-T14-T3-T10-T13, D=T11-T5-T9-T15-T14-T3-T10-T13-T2-T8-T7) y los tratamientos (E) T7-T12 con promedios de 9,44% y 10,37% con el inductor iris Green respectivamente presentan menor severidad de daño foliar.

La prueba de Duncan para las variedades (tabla 23) nos muestra que son significativos las 3 variedades con promedios de 12.15 % para canchan siendo esta las más susceptible, 11.41 % para Yungay y 10.93 % para única siendo esta la más resistente. En la tabla 24, el inductor iris Green presenta mejor respuesta al control del tizón tardío con 10.25 % de severidad de daño, entre los vakum no se

presentan diferencia significativa y el testigo presenta mayor porcentaje de severidad de daño con 13.15 %.

Tabla 21 Análisis de varianza de daño foliar a la 12° semana

FV	GL	SC	CM	FCAL	F5%	F 1%	Ni Sig
Tratam	14	62.44	4.46	11.13	<b>2.06</b>	2.80	**
Variedades	2	11.37	5.69	14.19	3.34	5.45	**
Inoculo	4	40.56	10.14	25.30	2.71	4.07	**
V x I	8	10.51	1.31	3.28	2.29	3.23	**
Bloques	2	0.92	0.46	1.15	<b>3.34</b>	5.45	N.S
Error	28	11.22	0.40				
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>74.58</b>					

CV = 5,51%

Tabla 22 Prueba de Duncan de daño foliar a la 12° semana

OM	Variedades	Inductores	Medias		
1	T1	Canchan	Testigo	14.82	A
2	T6	Yungay	Testigo	13.15	B
3	T4	Canchan	Vakum Q	12.22	B C
4	T11	Única	Testigo	11.48	C D
5	T5	Canchan	Vacum K	11.48	C D
6	T9	Yungay	Vakun_Q	11.48	C D
7	T15	Única	Vacum K	11.3	C D
8	T14	Única	Vakun_Q	11.3	C D
9	T3	Canchan	Vakun_A	11.3	C D
10	T10	Yungay	Vacum K	11.11	C D
11	T13	Única	Vakun_A	11.11	C D
12	T2	Canchan	Iris_green	10.93	D
13	T8	Yungay	Vakun_A	10.93	D
14	T7	Yungay	Iris_green	10.37	D E
15	T12	Única	Iris_green	9.44	E

Tabla 23 Prueba de Duncan de daño foliar a la 12° semana de comparaciones para variedades

OM	Variedades	Medias	
1	Canchan	12.15	A
2	Yungay	11.41	B
3	Única	10.93	C

*Tabla 24 Prueba de Duncan de daño foliar a la 12° semana de comparaciones para inductores*

OM	Inductores	Medias	
1	Testigo	13.15	A
2	Vakum_Q	11.67	B
3	Vakum_K	11.3	B
4	Vakum_A	11.11	B
5	Iris Green	10.25	C

#### **D. Análisis de varianza de daño foliar a la 13° semana**

En la tabla 25 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo e interacción V x I, más no para bloques, el coeficiente de variabilidad es de 3.02 %.

La prueba de Duncan (tabla 26) establece 8 grupos Duncan el tratamiento T1 testigo (A) con la variedad canchan es significativo frente a los demás tratamientos, siendo el más susceptible con 32.5 % de severidad de daño; los subsiguientes grupos no presentan diferencia significativa los tratamientos (B=T11-T6-T10, C=T14-T9-T15-T4, D=T15-T4-T5-T8, E=T5-T8-T3-T13, F= T3-T13-T7, G= T13-T7-T2, H=T2-T12). Se observa el incremento y la mayor incidencia en los testigos.

En la prueba de Duncan para las variedades (tabla 27) observamos que la variedad única con el inductor iris Green presenta menor porcentaje de incidencia 25,37% de severidad de daño. Por otro lado Duncan para los inductores (tabla 28) se corrobora que el inductor iris Green y vakum A son significativos ya que muestran menor severidad de daño foliar frente al control del tizón tardío con promedios de 22,16 % y 23.95 % respectivamente, los vakum K,Q

no presentan diferencia significativa con promedios de 23,95 y 26,42 % de severidad de daño foliar, así mismo el testigo es significativo con 30.31 %.

Tabla 25 Análisis de varianza de daño foliar a la 13° semana

FV	GL	SC	CM	FCAL	F5%	F 1%	Ni Sig
<b>Variedades</b>	2	6.44	3.22	5.27	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	338.48	84.62	138.68	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	53.59	6.70	10.98	2.29	3.23	**
<b>Bloques</b>	2	0.41	0.21	0.34	<b>3.34</b>	5.45	N.S
<b>Error</b>	28	17.09	0.61				
<b>TOTAL</b>	44	416.01					

CV = 3,02%

Tabla 26 Prueba de Duncan de daño foliar a la 13° semana

OM	Variedades	Inductores	Medias	
1	T1	Canchan	Testigo	32.59
2	T11	Única	Testigo	29.63
3	T6	Yungay	Testigo	28.70
4	T10	Yungay	Vacum K	28.70
5	T14	Única	Vacum Q	26.67
6	T9	Yungay	Vacum Q	26.30
7	T15	Única	Vacum K	25.93
8	T4	Canchan	Vacum Q	25.89
9	T5	Canchan	Vacum K	24.63
10	T8	Yungay	Vacum A	24.63
11	T3	Canchan	Vacum A	23.70
12	T13	Única	Vacum A	23.52
13	T7	Yungay	Iris_green	23.15
14	T2	Canchan	Iris_green	22.22
15	T12	Única	Iris_green	21.11

*Tabla 27 Prueba de Duncan de daño foliar a la 13° semana de comparaciones para variedades*

OM	Variedades	Medias	
1	Yungay	26.30	A
2	Canchan	25.81	A B
3	Única	25.37	B

*Tabla 28 Prueba de Duncan de daño foliar a la 13° semana de comparaciones para inductores.*

1	Testigo	30.31	A
2	Vakum_K	26.42	B
3	Vakum_Q	26.29	B
4	Vakum_A	23.95	C
5	Iris green	22.16	D

#### **E. Análisis de varianza de daño foliar a la 14° semana**

En la tabla 29 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo e interacción V x I, mientras que para bloques no presenta diferencia significativa, el coeficiente de variabilidad es de 4.24 %.

La prueba de Duncan (tabla 30) establece 11 grupos Duncan (A= T1, B=T6, C=T11), estos tres primeros grupos presentan diferencia significativa y a la vez son los más susceptibles con promedios de 56,48%, 53,33% y 33,33% respectivamente, los subsiguientes tratamientos no presentan diferencias significativas entre ellos D=T10-T9-T14, E=T9-T14-T4, F= T14-T4-T15-T5, G= T4-T15-T5-T8, H=T15-T5-T8-T7, I=T5-T8-T7-T3-T13, J=T8-T7-T3-T13-T2, K=T7-T3-T13-T2-T12), destacando el inductor iris Green y vakum A, mostrando bajo porcentaje de severidad de daño con promedios 22,78 a 25,00 %.

En la prueba de Duncan para las variedades (tabla 31) observamos que las tres variedades son significativas. Por otro lado (tabla 32) se corrobora que los inductores iris Green y vakum A no presentan diferencia significativa con promedios 23,70 y 24,57 %.

Tabla 29 Análisis de varianza de daño foliar a la 14° semana

FV	GL	SC	CM	FCAL	F5%	F 1%	Ni Sig
<b>Variedades</b>	2	268.00	134.00	80.49	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	3514.58	878.65	527.81	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	722.95	90.37	54.29	2.29	3.23	**
<b>Bloques</b>	2	0.71	0.36	0.21	<b>3.34</b>	5.45	N.S
<b>Error</b>	28	46.61	1.66				
<b>TOTAL</b>	44	4552.85					

CV = 4,24 %

Tabla 30 Prueba de Duncan de daño foliar a la 14° semana

OM	Variedades	Inductores	Medias	
1	T1	Canchan	Testigo	56.48 A
2	T6	Yungay	Testigo	53.33 B
3	T11	Única	Testigo	33.33 C
4	T10	Yungay	Vakum_K	30.00 D
5	T9	Yungay	Vakum_Q	29.45 D E
6	T14	Única	Vakum_Q	28.15 D E F
7	T4	Canchan	Vakum_Q	27.41 E F G
8	T15	Única	Vakum_K	27.04 F G H
9	T5	Canchan	Vakum_K	25.93 F G H I
10	T8	Yungay	Vakum_A	25.37 G H I J
11	T7	Yungay	Iris_green	25.00 H I J K
12	T3	Canchan	Vakum_A	24.63 I J K
13	T13	Única	Vakum_A	23.70 I J K
14	T2	Canchan	Iris_green	23.33 J K
15	T12	Única	Iris_green	22.78 K

Tabla 31 Prueba de Duncan de daño foliar a la 14 semana de comparación para variedades

OM	Variedades	Medias	
1	Yungay	32.63	A
2	Canchan	31.56	B
3	Única	27.00	C

Tabla 32 Prueba de Duncan de daño foliar a la 14 semana de comparación para variedades

OM	Inductores	Medias	
1	Testigo	47.72	A
2	Vakum_Q	28.33	B
3	Vakum_K	27.65	B
4	Vakum_A	24.57	C
5	Iris Green	23.70	C

#### F. Análisis de varianza de daño foliar a la 15° semana

En la tabla 33 del análisis de varianza se observa que existe alta diferencia significativa para variedades, inoculo e interacción V x I, mientras que para bloques no presenta diferencia significativa, el coeficiente de variabilidad es de 4.47 %.

La prueba de Duncan (tabla 34) establece 9 grupos, (A= T1, B=T6, C=T11) estos 3 primeros grupos son significativos y los subsiguientes grupos no presentan diferencia significativa, (D=T15-T10-T14-T9, E= T10-T14-T9-T4, F=T4-T5-T8, G=T5-T8-T3-T7, H=T8-T3-T7-T13) y los tratamientos del grupo (I) T3-T7-T13-T2-T12), tuvieron mejores resultados, es decir el inductor iris Green y vakum A, tuvieron buena respuesta al control del Tizón tardío con promedios de 24,07 a 25,93 % de severidad de daño.

En la prueba de Duncan para las variedades (tabla 35) observamos que la variedad única es significativa frente a los demás tratamientos presenta menor incidencia 30,70%. Por otro lado, la prueba de Duncan, para los inductores (tabla 28) Iris Green y Vacum A no presentan diferencias significativas con promedios de 24,69 y 26,17 % respectivamente, así mismo los vakum K y Q, no presentan diferencia significativa con promedios de 30,49 y 30,62 % de severidad de daño foliar, el testigo es significativo con de 64.2 % de severidad de daño.

Tabla 33 Análisis de varianza de daño foliar a la 15° semana

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F5%</b>	<b>F 1%</b>	<b>Ni Sig</b>
<b>Tratam</b>	14	12360.59	882.90	355.74	<b>2.06</b>	2.80	**
<b>Variedades</b>	2	461.91	230.95	93.06	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	9683.29	2420.82	975.40	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	2215.39	276.92	111.58	2.29	3.23	**
<b>Bloques</b>	2	3.55	1.78	0.72	<b>3.34</b>	5.45	N.S
<b>Error</b>	28	69.49	2.48				
<b>TOTAL</b>	44	12433.64					

CV = 4,47 %

Tabla 34 Prueba de Duncan de daño foliar a la 15° semana

OM	Variedades	Inductores	Medias					
1	T1	Canchan	Testigo	80.37	A			
2	T6	Yungay	Testigo	71.67	B			
3	T11	Única	Testigo	40.56	C			
4	T15	Única	Vakum_K	32.04		D		
5	T10	Yungay	Vakum_K	31.48		D	E	
6	T14	Única	Vakum_Q	31.48		D	E	
7	T9	Yungay	Vakum_Q	31.11		D	E	
8	T4	Canchan	Vakum_Q	28.89		E	F	
9	T5	Canchan	Vakum_K	28.34		F	G	
10	T8	Yungay	Vakum_A	27.41		F	G	H
11	T3	Canchan	Vakum_A	25.93			G	H I
12	T7	Yungay	Iris_green	25.74			G	H I
13	T13	Única	Vakum_A	25.19				H I
14	T2	Canchan	Iris_green	24.26				I
15	T12	Única	Iris_green	24.07				I

Tabla 35 Prueba de Duncan de daño foliar a la 15° semana para la comparación entre variedades

OM	Variedades	Medias	
1	Canchan	37.52	A
2	Yungay	37.48	A
3	Única	30.70	B

Tabla 36 Prueba de Duncan de daño foliar a la 15° semana de comparaciones para los inductores

OM	Inductores	Medias	
1	Testigo	64.2	A
2	Vakum_K	30.62	B
3	Vakum_Q	30.49	B
4	Vakum_A	26.17	C
5	Iris green	24.69	C

#### 4.2.4. Peso por parcela

En la tabla 37 del análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa para variedades, inoculo e interacción V x I, para bloques no existe diferencia significativa el coeficiente de variabilidad es de 1,81 %.

La prueba de Duncan (tabla 38) establece 12 grupos Duncan, los cinco primeros tratamientos en orden de mérito no son significativos (A=T12 B=T2 C=T13 D=T3 E=T7), el tratamiento T12 (única – iris Green) con promedio de 20.27 Kg/parcela ocupa el primer lugar, seguida de T2 (canchan-iris Green) que alcanza 18,97 Kg/parcela; los testigos T11, T6 y T1 presentan bajos promedios de peso por parcela con 10,17Kg., 9 Kg y 7, 83 Kg por parcela respectivamente.

Las tres variedades (tabla 39) presentan diferencias significativas A,B,C, la variedad única en promedio destaca con 15,13 kg., seguida de canchan con promedio de 14,69 y única con 13,89 Kg/parcela. Así mismo también los cuatro inductores (tabla 40) muestran diferencia significativa A, B, C, D, E, con promedios en orden de mérito Iris Green 18, 47 Kg., Vakum Q 16,72 Kg, Vakum A 14,52 Kg, Vakum Q 14,16 Kg y el testigo fue el que mostro menor peso 9 Kg por parcela.

Tabla 37 Análisis de varianza de peso en Kg por parcela

FV	GL	SC	CM	FCAL	F5%	F 1%	Ni Sig
<b>Variedades</b>	2	11.86	5.93	85.50	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	459.13	114.78	1655.53	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	34.25	4.28	61.75	2.29	3.23	**
<b>Bloques</b>	2	0.07	0.03	0.47	<b>3.34</b>	5.45	N.S
<b>Error</b>	28	1.94	0.07				
<b>TOTAL</b>	44	507.25					

CV = 1,81 %

Tabla 38 Prueba de Duncan de peso en Kg por parcela

OM	Variedades	Inductores	Medias	
1	T12	Única	Iris green	20.27 A
2	T2	Canchan	Iris green	18.97 B
3	T13	Única	Vacum A	17.63 C
4	T3	Canchan	Vacum A	17.07 D
5	T7	Yungay	Iris green	16.17 E
6	T8	Yungay	Vacum A	15.47 F
7	T5	Canchan	Vacum K	15.07 F G
8	T10	Yungay	Vacum K	14.83 G H
9	T4	Canchan	Vacum Q	14.53 H
10	T9	Yungay	Vacum Q	14.00 I
11	T14	Única	Vacum Q	13.93 I
12	T15	Única	Vacum K	13.67 I
13	T11	Única	Testigo	10.17 J
14	T6	Yungay	Testigo	9.00 K
15	T1	Canchan	Testigo	7.83 L

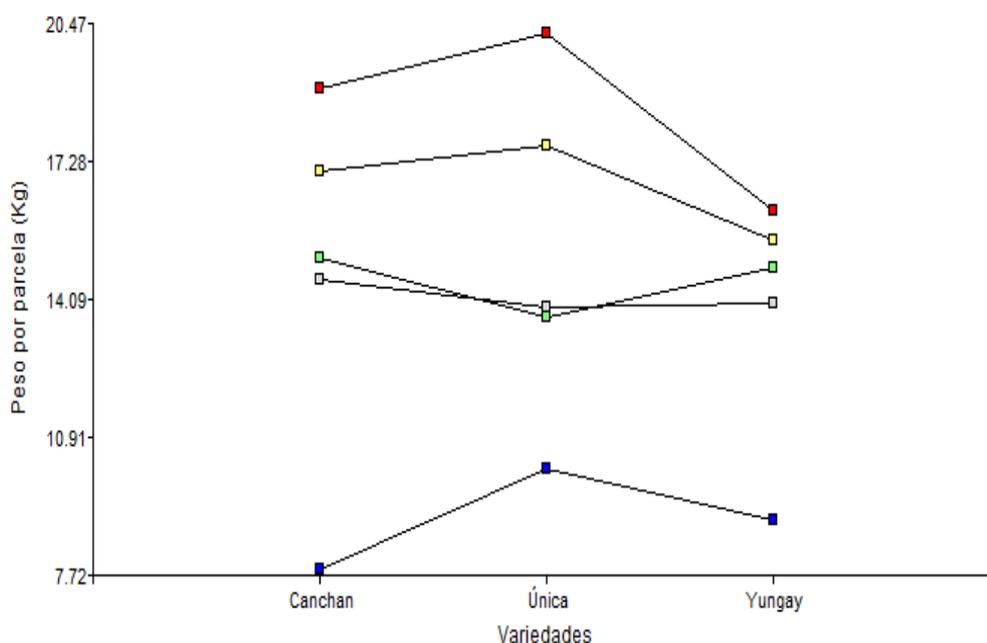
Tabla 39 Prueba de Duncan de peso en Kg/parcela para la comparación entre variedades

OM	Variedades	Medias	N	E.E	
1	Única	15.13	15	0.07	A
2	Canchan	14.69	15	0.07	B
3	Yungay	13.89	15	0.07	C

Tabla 40 Prueba de Duncan de peso en Kg/parcela para la comparación entre inductores

OM	Inductores	Medias	n	E.E	
1	Iris green	18.47	9	0.09	A
2	Vakum_K	16.72	9	0.09	B
3	Vakum_A	14.52	9	0.09	C
4	Vakum_Q	14.16	9	0.09	D
5	Testigo	9.00	9	0.09	E

Figura 5: Prueba de Duncan



#### 4.2.4. Rendimiento por hectárea

En la tabla 41 del análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa para variedades, para inculo e interacción V x I, y no existe diferencia significativa para bloques el coeficiente de variabilidad es de 1,81 %. La prueba de Duncan (tabla 42) establece 12 grupos Duncan, los cinco primeros tratamientos en orden de mérito son significativos unos a otros (A=T12 con 20266.67 Kg/Ha, B=T2 con 18966.67 Kg/Ha, C=T13 con 17633.33 Kg/Ha, D=T3 con 17066.67 Kg/Ha, y E=T7 con 16166.67 Kg/Ha); los demás tratamientos presentan promedios entre 13666.67 a 15466.67 Kg/ha y finalmente los testigos

presentan diferencias significativas con promedios por debajo de 10166.67 Kg/ha.

La prueba de Duncan para las variedades (tabla 43) establece que existe diferencia significativa para las tres variedades, destaca la variedad única con 15133.33 kg/ha. Por otro lado, (tabla 44) destaca el inductor lis green con 18466.67 Kg/ha, seguido de Vakum\_A, Vakum\_K y Vakum:Q, los testigos presentan menor rendimiento con 9000.00 Kg/ha.

*Tabla 41 Análisis de varianza de Rendimiento en Kg/ha.*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F5%</b>	<b>F 1%</b>	<b>Ni Sig</b>
<b>Variedades</b>	2	11856000.00	5928000.00	85.50	3.34	5.45	**
<b>Inoculo</b>	4	459134666.67	114783666.67	1655.53	2.71	4.07	**
<b>V x I</b>	8	34250666.67	4281333.33	61.75	2.29	3.23	**
<b>Bloques</b>	2	65333.33	32666.67	0.47	<b>3.34</b>	5.45	N.S
<b>Error</b>	28	1941333.33	69333.33				
<b>TOTAL</b>	44	507248000.00					

CV = 1,81 %

*Tabla 42 Prueba de Duncan para Rendimiento en Kg/ha.*

OM	Variedades	Inductores	Medias	
1	T12	Única	Iris green	20266.67 A
2	T2	Canchan	Iris green	18966.67 B
3	T13	Única	Vacum A	17633.33 C
4	T3	Canchan	Vacum A	17066.67 D
5	T7	Yungay	Iris green	16166.67 E
6	T8	Yungay	Vacum A	15466.67 F
7	T5	Canchan	Vacum K	15066.67 F G
8	T10	Yungay	Vacum K	14833.33 G H
9	T4	Canchan	Vacum Q	14533.33 H
10	T9	Yungay	Vacum Q	14000.00 I
11	T14	Única	Vacum Q	13933.33 I
12	T15	Única	Vacum K	13666.67 I
13	T11	Única	Testigo	10166.67 J
14	T6	Yungay	Testigo	9000.00 K
15	T1	Canchan	Testigo	7833.33 L

Tabla 43 Prueba de Duncan de Rendimiento en Kg/Ha para la comparación entre variedades

OM	Variedades	Medias	
1	Única	15133.33	A
2	Canchan	14693.33	B
3	Yungay	13893.33	C

Tabla 44 Prueba de Duncan de Rendimiento en Kg/Ha para la comparación entre inductores

OM	Inductores	Medias	
1	Iris Green	18466.67	A
2	Vakum_A	16722.22	B
3	Vakum_K	14522.22	C
4	Vakum_Q	14155.56	D
5	Testigo	9000.00	E

#### 4.3. Prueba de hipótesis

Para la hipótesis general se demuestra que los cuatro inductores de resistencia a rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) presentan diferencias significativas en el rendimiento de tres variedades comerciales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*. L.), en condiciones de Huariaca-Pasco.

Para las hipótesis específicas se demuestra que:

Las tres variedades de papa presentan diferencias significativas en la severidad de daño en el área foliar.

Los tres inductores presentan diferencias significativas de resistencia a la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary).

Las tres variedades comerciales de papa presentan diferencias significativas en el rendimiento.

#### 4.4. Discusión de resultados

##### 4.4.1. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia es uniforme con promedios muy favorables de 91 a 99%, estos resultados se deben al adecuado manejo agronómico consistentes desde la primera etapa en la preparación adecuada del terreno, tal

como lo describen Araujo *et al* (..), la siembra debe de realizarse en terrenos con suelos de buena calidad, la selección de las semillas debe ser rigurosa libre de plagas y enfermedades, así como los respectivos controles y labores oportunos.

#### **4.4.2. Altura de planta**

En los resultados de la presente investigación se obtuvo que, la variedad única es la que presenta mayor altura 61.33 cm., seguida de canchan 51,97 cm., y la variedad Yungay presenta menor de altura de planta 44,60 cm., respecto a ello Del Carpio (2018) menciona que estas características son propias de las variedades y al tipo de estudio al que son sometidas.

#### **4.4.3. Severidad de daño foliar**

El tratamiento T12 (variedad única con el inductor Iris Green) a pesar de que la enfermedad incrementa progresivamente, es el tratamiento que menor porcentaje de severidad de daño foliar presenta durante todo el desarrollo vegetativo, con un promedio de 13 %. Cabe indicar que en la semana 15° este tratamiento alcanzo a 24.06% de severidad de daño. Asimismo, se encontró la respuesta favorable del inductor iris Green en las variedades canchan (T2) y Yungay (T7) que en la semana 15° alcanzaron promedios de 24,07 % y 25,74 % de severidad del año. En la 15° semana el inductor vacuum A, también presenta buena respuesta al control del tizon tardío, (T13= Única+vakum A), (T3= Canchan+vakum A), (T13= Yungay+vakum A) con promedios de 25,19%, a 25,93 % y 27,41 % de severidad de daño respectivamente. Los inductores K y Q, también presenta ciertos mecanismos de defensa al Tizón tardío con promedios de 28,34% a 32.04% (Semana 15°). Estos resultados nos demuestran que los inductores actúan favorablemente frente al tizón tardío que es una enfermedad muy agresiva, confirmando lo mencionado por Sanabria, (2019), la aplicación de los inductores de resistencia activa las defensas de las

plantas permitiendo una rápida y objetiva detección de la enfermedad para su acción contra ella.

Como se observa en este parámetro evaluado de tolerancia o resistencia el tratamiento T12 obtuvo menor porcentaje de severidad de daño; Según Forbes et al, (2014) existe diferentes causas para el desarrollo de la enfermedad entre ellos el ambiente físico que influye en el desarrollo de una epidemia a través de sus efectos sobre varias fases del ciclo de vida del patógeno a medida que este interactúa con las diferentes fases del desarrollo de la planta. El clima frío, húmedo, con lluvia y humedad relativa ambiental de más de 90%, y temperaturas de 7 a 21°C favorecen el desarrollo del tizón tardío. Las epidemias naturales de *P. infestans* en el campo pueden ser usadas ventajosamente para seleccionar grandes poblaciones de genotipos de papa por su resistencia a esta enfermedad. En el rendimiento de los tubérculos el tratamiento T2 obtuvo un rendimiento de 17.46 Kg/ha menos que los reportado por Romero (2010), quien en su experimento consiguió un rendimiento de 28 Kg/ha. inductores químicos, constituyen una nueva clase de pesticidas, llamados “fungicidas de cuarta generación” por su efecto completamente diferente al de los fungicidas conocidos hasta el momento, esta diferencia se basa principalmente en el mecanismo de acción de los inductores de resistencia (IDR), ya que en su mayoría son compuestos naturales de origen biológico sintetizadas en laboratorio y que se aplican externamente sobre las plantas. (Trema coldi, 2008 citado en Sanabria, 2019)

#### **4.4.4. Rendimiento por hectárea**

Respecto al rendimiento, la variedad Única con el inductor Iris Green presenta buena respuesta a la resistencia del tizón tardío, esto se traduce en 20 267 Kg/Ha, por lo general, la variedad UNICA alcanza rendimientos de hasta 50 000 Kg/ha (Gutiérrez-Rosales et al., 2007) según la ficha técnica de la variedad al momento de su liberación, sin embargo Vera, (2019) manifiesta que esta

variedad obtiene un promedio de 16 Kg/Ha, de esta manera demostramos la mejoría en los rendimientos de nuestra investigación. La variedad Canchan e Inductor Iris Green alcanza un peso de 18 970 Kg/Ha, para INIA, (2012) y Del Carpio, (2018) los rendimientos a alcanzar de esta variedad son de hasta 30 000 a 50 000 Kg/Ha en condiciones de costa. La variedad Yungay con Iris Green obtuvo 16 170 Kg/ha, Cabrera & Escobal, (2002) manifiestan que en condiciones de costa y experimental, esta variedad presenta un rendimiento de 30 000 y 40 000 Kg/Ha, por ello Eguren, (2019) señala que en la costa es posible tales resultados debido a su geografía y condiciones de la zona geográfica.

Además, cabe señalar que, los resultados de este parámetro esté relacionado con la capacidad de absorber y compatibilidad de ciertos compuestos que contengan cada uno de los bioestimulantes frente a las variedades usadas (Del Carpio, 2018).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los cuatro inductores de resistencias a la ranca (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) han presentado efectos significativos en el rendimiento de tres variedades comerciales de papas (*Solanum tuberosum*) L. en condiciones de Huariaca.
2. El desarrollo vegetativo de las tres variedades comerciales del cultivo de papa en condiciones de Huariaca son las siguientes: El porcentaje de emergencia es uniforme con promedios de 91 a 99%, la variedad única es la que presenta mayor altura 61.33 cm., seguida de canchan 51,97 cm., y la variedad Yungay presenta menor de altura de planta 44,60 cm., respecto al periodo vegetativo la variedad Única presenta el menor periodo vegetativo a los 130 días, canchan a los 150 días y Yungay a los 170 días. El porcentaje de severidad de daño el (única-inductor Iris Green) presenta menor porcentaje de severidad de daño foliar alcanzando en la semana 15° 24.06% de severidad de daño, además presenta respuesta favorable en las variedades canchan (T2) y Yungay (T7) alcanzando promedios de 24,07 % y 25,74 % de severidad del año.
3. La variedad más resistente es Única, que alcanza 86,36 % de resistencia al Tizón tardío, seguida de T2 con 85.47 %.
4. Los rendimientos alcanzados son T12 (Única-Iris Green) 20 267 Kg/ ha, T2 (Canchan -Iris Green) 18 970 Kg/ha; T13 (Única- Vacum A) 17 630 Kg/parcela, T3 (Canchan- Vacum A) 17 070 Kg/ha, T7 (Yungay-Iris Green) 16 170 Kg/ha,T8 (Yungay.acum-A) 15 467 Kg/ha, T5 (Canchan-Vacum a) 15 067 Kg/ha, T10 (Yungay -Vacum K) 14833 Kg/ha, T4 Canchan -Vacum Q) 14 533 kg/ha, T9 (Yungay Vacum Q) 14000 Kg/ha, T14 (Única- Vacum Q)13 933 kg /ha, T15 (Unica Vacum K) 13667 Kg/ha, T11 (Única -testigo )10 167 Kg (Yungay-testigo 9000) y T1 (Canchan -testigo ) 7833 Kg/ha).

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar un análisis microbiológico de los suelos y de acuerdo con la microflora presente, tomar las decisiones concretas para cualquier aplicación de un producto, sea biológico o químico para evitar el desequilibrio microbiológico del suelo.
2. Continuar y difundir el estudio para el control químico de la ranca en el cultivo de papa.
3. Realizar trabajos similares en diferentes variedades del cultivo de papa y otros cultivos de mayor importancia, según el piso ecológico y adaptación de la especie.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apacclla López, Z. G. (2018). Densidad de siembra de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de tubérculos para autoconsumo [Universidad del Centro del Perú]. In *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5357>
- Arcos, J., Mamani, H., Barreda, W., & Holguin, V. (2020). Manual técnico Manejo integrado del cultivo de papa. In INIA & E. Alviárez (Eds.), *Manejo Integrado del cultivo de papa* (1era edición, Vol. 1). Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)
- Barquero, M., Gómez, L., & Brene, A. (2006). Vista de Resistencia al tizón tardío ( *Phytophthora infestans* ) en materiales promisorios de papa en Costa Rica | *Agronomía Costarricense*. *Agronomía Costarricense*, 29(3), 31–45. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6779/6466>
- Borba, N. (2008). La papa un alimento básico. In *RAP - AL Uruguay* (pp. 1–11). [https://www.rapaluruquay.org/sitio\\_1/transgenicos/Papa/Papa.pdf](https://www.rapaluruquay.org/sitio_1/transgenicos/Papa/Papa.pdf)
- Cabrera, H., & Escobal, F. (2002). *Cultivo de papa en la región Cajamarca*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. [https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/591/1/Cultivo\\_papa\\_%20Cajamarca.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/591/1/Cultivo_papa_%20Cajamarca.pdf)
- de Haan, C. (2012). Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano. In *Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano* (Vol. 1, pp. 1–51). International Potato Center. <https://doi.org/10.4160/978-92-9060-419-8>
- Del Carpio, M. (2018). *Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en condiciones edafoclimáticas de la irrigación Majes, Arequipa*. Universidad Católica de Santa María.

Eguren, F. (2019). La agricultura de la costa peruana. *Cepes*, 1(1), 1-37.

Egúsquiza, R. (2000). *La papa: producción, transformación y comercialización* - B. R.

*Egúsquiza* - *Google* *Libros*.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6ciGbBX0uFwC&oi=fnd&pg=PA167&dq=Eg%C3%BAsquiza+R.+\(2000\).+La+papa:+producci%C3%B3n,+transformaci%C3%B3n+y+comercializaci%C3%B3n.+CIMAGRAF+S.R.L.+Gu%C3%ADA+de+investigaci%C3%B3n+N%C2%B0+30.+Lima,+Per%C3%BA+39+p.p.&ots=3c084WS5F1&sig=xGyVISkga21jHkooayFyokfmCio#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6ciGbBX0uFwC&oi=fnd&pg=PA167&dq=Eg%C3%BAsquiza+R.+(2000).+La+papa:+producci%C3%B3n,+transformaci%C3%B3n+y+comercializaci%C3%B3n.+CIMAGRAF+S.R.L.+Gu%C3%ADA+de+investigaci%C3%B3n+N%C2%B0+30.+Lima,+Per%C3%BA+39+p.p.&ots=3c084WS5F1&sig=xGyVISkga21jHkooayFyokfmCio#v=onepage&q&f=false)

Forbes, G., Pérez, W., & Andrade-Piedra, J. (2014). *Evaluación de la resistencia en genotipos de papa a Phytophthora infestans bajo condiciones de campo: Guía para colaboradores internacionales* (G. Forbes, W. Pérez, & W. Pérez, Eds.; CIP). Centro Internacional de la Papa. <https://doi.org/10.4160/9789290604501>

Gómez, D. E., & Reis, E. M. (2011). Inductores abióticos de resistencia contra Fito patógenos Abiotic inductor resistance. *Revista Química Viva*, 1, 5–17. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86317320003.pdf>

Gutiérrez, R. (2008). *Papas nativas desafiando al cambio climático: Propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático en Cusco y Ancash*. Soluciones Prácticas.

Gutiérrez-Rosales, R., Espinoza-Trelles, J., & Bonierbale, M. (2007). UNICA: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1), 41-50.

Haverkort, A. J., Struik, P. C., Visser, R. G. F., & Jacobsen, E. (2009). Applied biotechnology to combat late blight in potato caused by phytophthora infestans.

*Potato Research*, 52(3), 249–264. <https://doi.org/10.1007/S11540-009-9136-3/METRICS>

Horna, M. R. (2015). *Resistencia a Phytophthora infestans EN Solanum tuberosum VAR. desiree mediante la introducción del gen RB*. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4467>

Huarcaya, P. (2014). *Efecto de diferentes tipos de sustrato en la producción de semilla prebásica de papa (solanum tuberosum L.) en condiciones de Acobamba-Huancavelica* [Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/161>

Huilcapi C, E. (2012). *Combate de tizón tardío (Phytophthora infestans) con activadores de defensas naturales en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) cv superchola* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/1607>

INIA. (2012). *Papa INIA 303—CANCHÁN*. [https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA\\_303.pdf](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA_303.pdf)

INTAGRI. (2017). Clasificación del Suelo: WRB y Soil Taxonomy . In *Artículos técnicos de INTAGRI* (Vol. 28, pp. 1–5). <https://www.intagri.com/articulos/suelos/clasificacion-del-suelo-WRB-y-soil-taxonomy>

Meléndez, G., & Espinoza, J. (2018). *Análisis de la determinación del costo de producción del cultivo de la papa en la rentabilidad y valor agregado en los productores del distrito de Huariaca–Pasco*, en [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/787>

- MINAGRI. (2009). Papa cadena productiva. In *Papa cadena agro productiva día nacional de la papa* (Vol. 1, pp. 1–40). Ministerio de agricultura.
- Otiniano, R. (2018). *Manual del cultivo de papa* (H. Sánchez, L. Díaz, W. Huamanchay, & W. Rosas, Eds.; 1era Edición, Vol. 1). Asociación Pataz.
- Pérez, W., & Forbes, • G. (2008). El tizón tardío de la papa. In *Centro Internacional de la papa* (pp. 1–41). Comercial Gráfica Sucre. [www.cipotato.org](http://www.cipotato.org)
- Romero, J. (2010). *Inductores químicos y biológicos de resistencia para el control de Phytophthora infestans en papa cultivar Yungay*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1719>
- Samaniego, A. (2022). *Productos químicos, biológicos e inductores de resistencia contra Phytophthora infestans y Alternaria solani en Papa variedad Capiro en Pillao, Huanuco* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5537>
- Sanabria, K. (2019). *Inductores de resistencia para el manejo integrado de Phytophthora infestans (Mont.) de Bary en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3983>
- SENAMHI. (2018). Requerimientos agroclimáticos del cultivo de papa. In *Ficha técnica requerimientos agroclimáticos del cultivo de papa* (Vol. 1, pp. 1–2).
- Spooner, D. M., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R., & Bryan, G. J. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(41), 14694–14699. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0507400102>

Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú.*

(T. Ames, Ed.; 1ra Edición, Vol. 1). Centro Internacional de la papa.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JactDLhLXegC&oi=fnd&pg=PA4&dq=Torres+H.+\(2002\).+Manual+de+las+enfermedades+m%C3%A1s+importantes+de+la+papa+en+el+Per%C3%BA.+http://cipotato.org/wp-content/uploads/2002/05/002485-1.pdf++Trebejo+I.,+Alarcon+C.,+Cruzado+L.,+Quevedo+K.+\(2013\).+Caracterizaci%C3%B3n+y+aptitud+agroclim%C3%A1tica+de+los+culti&ots=W88DaKUu7t&sig=qpUS4L09Zy6qZltLt8sAvXV6V6I](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JactDLhLXegC&oi=fnd&pg=PA4&dq=Torres+H.+(2002).+Manual+de+las+enfermedades+m%C3%A1s+importantes+de+la+papa+en+el+Per%C3%BA.+http://cipotato.org/wp-content/uploads/2002/05/002485-1.pdf++Trebejo+I.,+Alarcon+C.,+Cruzado+L.,+Quevedo+K.+(2013).+Caracterizaci%C3%B3n+y+aptitud+agroclim%C3%A1tica+de+los+culti&ots=W88DaKUu7t&sig=qpUS4L09Zy6qZltLt8sAvXV6V6I)

Vera, J. (2019). *Ensayo preliminar de adaptación de rendimiento de nuevos clones de*

*papa (Solanum tuberosum) con características promisorias para la zona media*

*del Valle de Ica* [Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica].

<https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3178/Ensayo%20preliminar%20de%20adaptaci%C3%B3n%20de%20rendimiento%20de%20nuevos%20clones%20de%20papa%20%28solanum%20tuberosum%29%20con%20caracter%C3%ADsticas%20promisorias%20para%20la%20zona%20media%20del%20valle%20de%20Ica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villodas, L. (2015). *Validación de estrategias de PROINPA para el control químico de*

*la racha (Phytophthora infestans) de la papa en Huánuco Perú* [Universidad

Nacional Agraria La Molina].

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/932>

## ANEXO

### Instrumentos de Recolección de datos

#### Anexo 1: Datos de campo porcentaje de emergencia

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	90	91	92	273	91.00
T2	Canchan	Iris green	91	93	89	273	91.00
T3	Canchan	Vacum A	97	99	95	291	97.00
T4	Canchan	Vacum Q	98	96	94	288	96.00
T5	Canchan	Vacum K	95	93	91	279	93.00
T6	Yungay	Testigo	95	94	90	279	93.00
T7	Yungay	Iris green	93	90	93	276	92.00
T8	Yungay	Vacum A	98	98	95	291	97.00
T9	Yungay	Vacum Q	97	96	95	288	96.00
T10	Yungay	Vacum K	98	96	97	291	97.00
T11	Única	Testigo	90	99	92	281	93.67
T12	Única	Iris green	94	95	96	285	95.00
T13	Única	Vacum A	97	98	96	291	97.00
T14	Única	Vacum Q	99	100	98	297	99.00
T15	Única	Vacum K	97	97	97	291	97.00
TOTAL			1429	1435	1410	4274	
PROM.			95.27	95.67	94.00		94.98

#### Anexo 2: altura de planta

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	58	55.5	57	171	56.83
T2	Canchan	Iris green	70	70	70	210	70.00
T3	Canchan	Vacum A	69	68	70	207	69.00
T4	Canchan	Vacum Q	69	69	70	208	69.33
T5	Canchan	Vacum K	70	70	69	209	69.67
T6	Yungay	Testigo	59	60	58	177	59.00
T7	Yungay	Iris green	77	81	81	239	79.67
T8	Yungay	Vacum A	80	81	83	244	81.33
T9	Yungay	Vacum Q	80	80	83	243	81.00
T10	Yungay	Vacum K	79	81	82	242	80.67
T11	Única	Testigo	58	55	59	172	57.33
T12	Única	Iris green	60	60	61	181	60.33
T13	Única	Vacum A	61	61	61	183	61.00
T14	Única	Vacum Q	60	60	59	179	59.67
T15	Única	Vacum K	59	61	59	179	59.67
TOTAL			1009	1013	1022	3044	
PROM.			67.27	67.50	68.13		67.63

Anexo 3: Porcentaje de severidad de daño a la 10<sup>o</sup>ava semana

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	2.22	2.22	2.22	7	2.22
T2	Canchan	Iris green	1.67	2.22	1.67	6	1.85
T3	Canchan	Vacum A	2.22	2.22	1.67	6	2.04
T4	Canchan	Vacum Q	1.67	1.67	1.67	5	1.67
T5	Canchan	Vacum K	1.67	1.67	1.67	5	1.67
T6	Yungay	Testigo	2.22	2.22	2.22	7	2.22
T7	Yungay	Iris green	1.11	1.67	1.67	4	1.48
T8	Yungay	Vacum A	1.67	1.67	1.67	5	1.67
T9	Yungay	Vacum Q	1.67	2.22	1.67	6	1.85
T10	Yungay	Vacum K	1.67	2.22	1.67	6	1.85
T11	Única	Testigo	1.67	2.22	1.67	6	1.85
T12	Única	Iris green	1.11	1.11	1.11	3	1.11
T13	Única	Vacum A	1.67	2.22	1.11	5	1.67
T14	Única	Vacum Q	1.67	2.22	1.67	6	1.85
T15	Única	Vacum K	1.67	2.22	1.67	6	1.85
TOTAL			26	30	25	81	
PROM.			1.71	2.00	1.67		1.79

Anexo 4: Porcentaje de severidad de daño a la 11<sup>o</sup>ava semana

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	6.67	7.22	6.11	20	6.67
T2	Canchan	Iris green	3.33	3.89	4.44	12	3.89
T3	Canchan	Vacum A	5.00	5.00	5.00	15	5.00
T4	Canchan	Vacum Q	3.89	5.00	5.56	14	4.81
T5	Canchan	Vacum K	4.44	4.44	5.00	14	4.63
T6	Yungay	Testigo	5.56	6.11	6.67	18	6.11
T7	Yungay	Iris green	3.33	2.78	5.00	11	3.70
T8	Yungay	Vacum A	5.00	4.44	5.00	14	4.81
T9	Yungay	Vacum Q	4.44	6.11	5.56	16	5.37
T10	Yungay	Vacum K	5.00	5.00	5.00	15	5.00
T11	Única	Testigo	4.44	3.33	4.44	12	4.07
T12	Única	Iris green	2.22	3.89	3.33	9	3.15
T13	Única	Vacum A	4.44	3.89	4.44	13	4.26
T14	Única	Vacum Q	4.44	3.89	3.89	12	4.07
T15	Única	Vacum K	3.89	3.89	4.44	12	4.07
TOTAL			66	69	74	209	
PROM.			4.41	4.59	4.93		4.64

Anexo 5: Porcentaje de severidad de daño a la 12<sup>o</sup>ava semana

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	15.00	13.89	15.56	44.44	14.81
T2	Canchan	Iris green	11.67	10.56	10.56	32.78	10.93
T3	Canchan	Vacum A	11.11	11.11	11.67	33.89	11.30
T4	Canchan	Vacum Q	12.78	12.22	11.67	36.67	12.22
T5	Canchan	Vacum K	11.67	11.67	11.11	34.44	11.48
T6	Yungay	Testigo	12.22	13.33	13.89	39.44	13.15
T7	Yungay	Iris green	11.11	10.00	10.00	31.11	10.37
T8	Yungay	Vacum A	11.11	10.56	11.11	32.78	10.93
T9	Yungay	Vacum Q	11.11	12.22	11.11	34.44	11.48
T10	Yungay	Vacum K	11.67	10.56	11.11	33.33	11.11
T11	Única	Testigo	11.67	11.11	11.67	34.44	11.48
T12	Única	Iris green	8.89	10.00	9.44	28.33	9.44
T13	Única	Vacum A	11.11	11.11	11.11	33.33	11.11
T14	Única	Vacum Q	11.67	10.56	11.67	33.89	11.30
T15	Única	Vacum K	10.56	10.56	12.78	33.89	11.30
TOTAL			173.33	169.44	174.44	517.22	
PROM.			11.56	11.30	11.63		11.49

Anexo 6: Porcentaje de severidad de daño a la 13<sup>o</sup>ava semana

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	32.78	32.22	32.78	97.78	32.59
T2	Canchan	Iris green	23.33	21.11	22.22	66.67	22.22
T3	Canchan	Vacum A	23.89	22.78	24.44	71.11	23.70
T4	Canchan	Vacum Q	24.89	27.22	25.56	77.67	25.89
T5	Canchan	Vacum K	25.00	25.00	23.89	73.89	24.63
T6	Yungay	Testigo	28.33	28.89	28.89	86.11	28.70
T7	Yungay	Iris green	23.33	24.44	21.67	69.44	23.15
T8	Yungay	Vacum A	24.44	24.44	25.00	73.89	24.63
T9	Yungay	Vacum Q	25.56	26.67	26.67	78.89	26.30
T10	Yungay	Vacum K	28.33	28.89	28.89	86.11	28.70
T11	Única	Testigo	29.44	30.00	29.44	88.89	29.63
T12	Única	Iris green	20.56	21.67	21.11	63.33	21.11
T13	Única	Vacum A	23.33	23.33	23.89	70.56	23.52
T14	Única	Vacum Q	26.67	27.22	26.11	80.00	26.67
T15	Única	Vacum K	25.56	25.00	27.22	77.78	25.93
TOTAL			385	389	388	1162.11	
PROM.			25.70	25.93	25.85		25.82

Anexo 7: Porcentaje de severidad de daño a la 14<sup>o</sup>ava semana

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	56.67	56.11	56.67	169.44	56.48
T2	Canchan	Iris green	24.44	22.22	23.33	70.00	23.33
T3	Canchan	Vacum A	24.44	23.89	25.56	73.89	24.63
T4	Canchan	Vacum Q	26.11	28.89	27.22	82.22	27.41
T5	Canchan	Vacum K	27.22	25.56	25.00	77.78	25.93
T6	Yungay	Testigo	54.44	53.33	52.22	160.00	53.33
T7	Yungay	Iris green	25.00	27.22	22.78	75.00	25.00
T8	Yungay	Vacum A	25.56	25.00	25.56	76.11	25.37
T9	Yungay	Vacum Q	26.67	31.11	30.56	88.33	29.44
T10	Yungay	Vacum K	30.00	29.44	30.56	90.00	30.00
T11	Única	Testigo	32.78	34.44	32.78	100.00	33.33
T12	Única	Iris green	22.22	23.33	22.78	68.33	22.78
T13	Única	Vacum A	23.89	23.33	23.89	71.11	23.70
T14	Única	Vacum Q	27.78	28.33	28.33	84.44	28.15
T15	Única	Vacum K	26.11	25.56	29.44	81.11	27.04
TOTAL			453.33	457.78	456.67	1367.78	
PROM.			30.22	30.52	30.44		30.40

Anexo 8: Porcentaje de severidad de daño a la 15<sup>o</sup>ava semana

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	80.00	77.78	83.33	241.11	80.37
T2	Canchan	Iris green	23.33	25.00	24.44	72.78	24.26
T3	Canchan	Vacum A	25.56	25.56	26.67	77.78	25.93
T4	Canchan	Vacum Q	27.78	30.00	28.89	86.67	28.89
T5	Canchan	Vacum K	27.78	30.56	26.67	85.00	28.33
T6	Yungay	Testigo	72.22	72.22	70.56	215.00	71.67
T7	Yungay	Iris green	25.56	27.78	23.89	77.22	25.74
T8	Yungay	Vacum A	26.67	28.33	27.22	82.22	27.41
T9	Yungay	Vacum Q	28.89	32.78	31.67	93.33	31.11
T10	Yungay	Vacum K	32.22	30.56	31.67	94.44	31.48
T11	Única	Testigo	41.67	40.00	40.00	121.67	40.56
T12	Única	Iris green	25.00	22.78	24.44	72.22	24.07
T13	Única	Vacum A	25.00	25.00	25.56	75.56	25.19
T14	Única	Vacum Q	31.11	31.11	32.22	94.44	31.48
T15	Única	Vacum K	30.00	30.56	35.56	96.11	32.04
TOTAL			522.78	530.00	532.78	1585.56	
PROM.			34.85	35.33	35.52		35.23

Anexo 9: Peso por parcela

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	8.00	8.00	7.50	23.50	7.83
T2	Canchan	Iris green	18.90	19.00	19.00	56.90	18.97
T3	Canchan	Vacum A	17.00	17.00	17.20	51.20	17.07
T4	Canchan	Vacum Q	14.50	14.80	14.30	43.60	14.53
T5	Canchan	Vacum K	15.00	15.20	15.00	45.20	15.07
T6	Yungay	Testigo	9.00	9.00	9.00	27.00	9.00
T7	Yungay	Iris green	16.50	16.00	16.00	48.50	16.17
T8	Yungay	Vacum A	15.60	15.40	15.40	46.40	15.47
T9	Yungay	Vacum Q	14.00	14.00	14.00	42.00	14.00
T10	Yungay	Vacum K	14.50	15.00	15.00	44.50	14.83
T11	Única	Testigo	10.50	10.00	10.00	30.50	10.17
T12	Única	Iris green	20.80	20.00	20.00	60.80	20.27
T13	Única	Vacum A	17.60	17.70	17.60	52.90	17.63
T14	Única	Vacum Q	14.00	14.00	13.80	41.80	13.93
T15	Única	Vacum K	13.00	14.00	14.00	41.00	13.67
TOTAL			218.90	219.10	217.80	655.80	
PROM.			14.59	14.61	14.52		14.57

Anexo 10: Rendimiento en Kg por Ha.

T/B	VARIIEDADES	INDUCTORES	I	II	III	TOTAL	PROM.
T1	Canchan	Testigo	8000	8000	7500	23500	7833.33
T2	Canchan	Iris green	18900	19000	19000	56900	18966.67
T3	Canchan	Vacum A	17000	17000	17200	51200	17066.67
T4	Canchan	Vacum Q	14500	14800	14300	43600	14533.33
T5	Canchan	Vacum K	15000	15200	15000	45200	15066.67
T6	Yungay	Testigo	9000	9000	9000	27000	9000.00
T7	Yungay	Iris green	16500	16000	16000	48500	16166.67
T8	Yungay	Vacum A	15600	15400	15400	46400	15466.67
T9	Yungay	Vacum Q	14000	14000	14000	42000	14000.00
T10	Yungay	Vacum K	14500	15000	15000	44500	14833.33
T11	Única	Testigo	10500	10000	10000	30500	10166.67
T12	Única	Iris green	20800	20000	20000	60800	20266.67
T13	Única	Vacum A	17600	17700	17600	52900	17633.33
T14	Única	Vacum Q	14000	14000	13800	41800	13933.33
T15	Única	Vacum K	13000	14000	14000	41000	13666.67
TOTAL			218900	219100	217800	655800	
PROM.			14593.33	14606.67	14520.00		14573.33

Anexo 11: Material fotográfico

*Figura 6 Preparación De Terreno*



*Figura 7 Selección De Semillas*



*Figura 8 Siembra En Campo Definitivo*



*Figura 9 Abonamiento*



*Figura 10: Toma De Datos. Plantas Emergidas*



*Figura 11: Primer Aporque*



*Figura 12: Toma De Datos*



*Figura 13: Aplicación De Los Inductores*



*Figura 14: Evaluación Y Toma De Datos*



*Figura 15: Segundo Aporque*



*Figura 16: Vista Del Desarrollo De Cultivo*



*Figura 17: Cosecha*



*Figura 18: Selección Por Variedades*



*Figura 19: Toma De Datos*



Figura 20: Evaluación Rendimiento Por Variedad

