

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



## T E S I S

### EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A *Phytophthora infestans* Mont de Bary DE CINCO VARIEDADES DE PAPA EN CAJAMARCA Y JUNÍN

Para optar el título profesional de:

### INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

### NEBIL HERRERA GONZÁLES

Asesores:

Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDOÑEZ

Ing. ROSMERI VERÓNICA PANDO GÓMEZ

CAJAMARCA – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Norte de la Universidad Peruana

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

***Escuela Académico Profesional de Agronomía***



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Cajamarca, a los dieciséis días del mes de octubre del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente 2G - 104 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 405 -2019-FCA-UNC, Fecha 19 de Agosto del 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A *Phytophthora infestans* Mont De Bary DE CINCO VARIEDADES DE PAPA EN CAJAMARCA Y JUNÍN”**, del Bachiller: **HERRERA GONZÁLES NEBIL** en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y cinco minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **aprobación por unanimidad** con el calificativo de **Quince (15)**.

Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las dieciocho horas y cuarenta minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 16 de octubre de 2019.

**Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta**  
**PRESIDENTE**

**M. Cs. Jhon Víctor López Orbegoso**  
**SECRETARIO**

**Ing. Urias Mostacero Plasencia**  
**VOCAL**

**Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez**  
**ASESOR**

**Ing. Rosmeri Verónica Pando Gómez**  
**ASESOR**

## DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a Dios por darme la vida y salud; fortalecer mis conocimientos y darme fuerzas necesarias para poder cumplir mis objetivos.

A mi Familia, a la que quiero mucho, a mis padres Weymer Herrera y Marila Gonzáles, a mis hermanos Lesly, Karen y Jarler por ser el mejor ejemplo de amor y estar junto a mí en los momentos buenos y malos, por brindarme su apoyo en todo ámbito, en especial en mi formación profesional.

A mi abuelo Bartolomé y tío Gilmer que desde el cielo cuidan de nosotros, a mis abuelos Teodosio, Estefanía y Estregilda, a mis tías Mardeli y Charito que de una u otra manera estuvieron presentes con su ayuda incondicional para con mis estudios hasta finalizar mi carrera profesional.

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Weymer Herrera y Marila Gonzáles, a mis abuelos y tíos por su apoyo incondicional durante toda mi vida y formación profesional.

Al Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez por su asesoría, por ser un gran maestro y bríndame su valioso apoyo con sus sugerencias y consejos en la conducción y redacción de la presente investigación.

A la Ing. Rosmeri Pando Gómez por su asesoría como responsable del Programa Nacional de Raíces y Tuberosas de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, por ser una excelente persona, por su apoyo en todo momento y darme la oportunidad de realizar la presente investigación.

A la Ph.D. Dina Lina Gutiérrez Reynoso, Dra. Sandra Manrique Trujillo, Dra. Noemí Zuñiga López, Ing. Pacífico Muñoz Chávarry, Blgo. Juan José Herrera Celis, Bach. Jesús Ancieta Casas, Bach. Jheferson Gutiérrez Lapa y Téc. Edgar Abanto Machuca por su valioso apoyo.

A la Blga. Elizabeth Fernández Huaytalla investigadora responsable del proyecto PNIA N° 172\_PI “Desarrollo De La Tecnología para la edición genética para el mejoramiento del cultivo de papa a través de la herramienta CRISPR-Cas9”

Al Programa Nacional de Innovación Agraria con sede en Lima por el financiamiento al proyecto PNIA N° 172\_PI.

A mis amigos y compañeros de la Escuela Académico Profesional de Agronomía que con sus conocimientos y experiencias contribuyeron en el desarrollo de esta tesis.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Agronomía de La Universidad Nacional De Cajamarca por sus enseñanzas impartidas durante mi formación académica.

Autor

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia a racha (*Phytophthora infestans*), de cinco variedades de papa: INIA 302 - Amarilis, INIA 303 - Canchán, INIA 309 - Serranita, INIA 326 - Shulay y Yungay, en la campaña 2018 - 2019. En Chucmar, Chota - Cajamarca y Huaripampa, Tarma - Junín, la resistencia a este patógeno, se determinó calculando la susceptibilidad de cada variedad, haciendo uso del **área bajo la curva del progreso de la enfermedad** (AUDPC), para lo cual se ha evaluado tres plantas por surco de 15 metros, registrándose el porcentaje de daño en función a la escala CIP del 0 – 10. La variedad Shulay, en ambas localidades, mostró resistencia con 0.02 grados de susceptibilidad y rendimiento de 16.7 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar y 14.8 t ha<sup>-1</sup> en Huaripampa. La variedad Serranita, se mostró resistente con grado 1.20 y 9.7 t ha<sup>-1</sup> en Huaripampa y presentando grado 2.16 y 25 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar. La variedad Amarilis en Huaripampa se mostró tolerante con grado 3.29 y 5.5 t ha<sup>-1</sup>, y en Chucmar mostró susceptibilidad con grado 8.62 y 6 t ha<sup>-1</sup>. La variedad Yungay mostró ser susceptible, presentando grado 7.02 y 7.6 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar y en Huaripampa con grado 8.43 y 0.2 t ha<sup>-1</sup>. En cambio, la variedad Canchán mostró ser totalmente susceptible en ambas localidades, con grado 10 y rendimiento de 2.8 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar y 0.0 t ha<sup>-1</sup> en Huaripampa.

**Palabras clave:** papa, *Phytophthora infestans*, resistencia.

## ABSTRACT

The present investigation aimed to evaluate ranch resistance (*Phytophthora infestans*) of five potato varieties: INIA 302 - Amarilis, INIA 303 - Canchán, INIA 309 - Serranita, INIA 326 - Shulay and Yungay, in the campaign 2018-2019. In Chucmar, Chota - Cajamarca and Huaripampa, Tarma - Junín, the resistance to this pathogen was determined by calculating the susceptibility of each variety, making use of the area under the curve progress disease (AUDPC), for which it has been evaluated three plants per 15 meter groove, registering the percentage of damage based on the CIP scale of 0 - 10. The variety Shulay in both locations, showed resistance with 0.02 degrees of susceptibility and yield of 16.7 t ha<sup>-1</sup> in Chucmar and 14.8 t ha<sup>-1</sup> in Huaripampa. The Serranita variety was resistant with grade 1.20 and 9.7 t ha<sup>-1</sup> in Huaripampa and presenting grade 2.16 and 25 t ha<sup>-1</sup> in Chucmar. The Amarilis variety in Huaripampa was tolerant with grade 3.29 and 5.5 t ha<sup>-1</sup>, and in Chucmar it showed susceptibility with grade 8.62 and 6 t ha<sup>-1</sup>. The Yungay variety showed to be susceptible, presenting grade 7.02 and 7.6 t ha<sup>-1</sup> in Chucmar and in Huaripampa with grade 8.43 and 0.2 t ha<sup>-1</sup>. In contrast, the Canchán variety showed to be fully susceptible in both locations, with grade 10 and yield of 2.8 t ha<sup>-1</sup> in Chucmar and 0.0 t ha<sup>-1</sup> in Huaripampa.

**Keywords:** potato, *Phytophthora infestans*, resistance.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO II .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Generalidades del cultivo de papa .....	2
2.2. Generalidades de <i>Phytophthora infestans</i> .....	3
2.3. Sintomatología .....	4
2.3.1. Hojas.....	4
2.3.2. Tallos .....	4
2.3.3. Flores y frutos. ....	5
2.3.4. Tubérculos .....	5
2.4. Epidemiología .....	5
2.5. Condiciones ambientales favorables para la presencia de <i>P. infestans</i> 6	
2.5.1. Temperatura .....	6
2.5.2. Humedad .....	6
2.5.3. Precipitación y rocío.....	6
2.5.4. Viento.....	6
2.5.5. Altitud.....	6
2.6. Generalidades de resistencia de papa a <i>Phytophthora infestans</i> .....	7
2.6.2. Proceso de infección de <i>Phytophthora infestans</i> .....	8
2.6.3. Factores fisiológicos del hospedero que afectan el desarrollo de <i>Phytophthora infestans</i> .....	9
2.6.4. Variabilidad genética del patógeno. ....	10
CAPÍTULO III .....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación .....	12
3.2. Datos hidrometeorológicos de Chota. ....	13

3.3. Datos hidrometeorológicos Tarma. ....	14
3.4. Materiales .....	15
3.4.1. Material biológico.....	15
3.4.2. Fertilizantes y abonos.....	17
3.4.3. Insecticida.....	17
3.4.4. Herramientas y material de campo.....	18
3.4.5. Otros materiales y / o equipos .....	18
3.5. Metodología .....	<b>18</b>
3.5.1. Diseño experimental .....	18
3.5.2. Conducción del experimento .....	19
a) Semilla.....	19
b) Preparación del suelo .....	19
c) Análisis del suelo .....	20
d) Siembra .....	20
e) Fertilización.....	20
f) Deshierbo .....	20
g) Aporque .....	21
h) Control fitosanitario.....	21
i) Cosecha.....	21
3.5.3. Evaluaciones realizadas .....	21
a) <i>Phytophthora infestans</i> .....	21
b) Número de tallos por planta.....	<b>23</b>
c) Cosecha.....	23
CAPÍTULO IV.....	<b>24</b>
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	<b>24</b>
4.1. Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> de cinco variedades de papa, en la localidad de Chucmar - Chota .....	<b>24</b>
4.1.1. Análisis de varianza para los valores de susceptibilidad a <i>P. infestans</i> de cinco variedades de papa, parcela experimental Chucmar - Chota.....	26
4.1.2. Rendimiento en t ha <sup>-1</sup> , parcela experimental Chucmar - Chota.....	29
4.1.3. Rendimiento total de tubérculos comerciales y no comerciales (%), parcela experimental Chucmar – Chota. ....	31



4.1.4. Número de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota.....	32
4.2. Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> de cinco variedades de papa, en la localidad de Huaripampa - Tarma.....	34
4.2.1. Análisis de varianza para los valores de susceptibilidad a <i>P. infestans</i> de cinco variedades de papa, parcela experimental Huaripampa - Tarma..	35
4.2.2 Rendimiento en t ha <sup>-1</sup> , parcela experimental Huaripampa – Tarma.	37
4.2.3. Rendimiento total de tubérculos comerciales y no comerciales (%), parcela experimental Huaripampa - Tarma .....	40
4.2.4. Número de tallos por planta, parcela experimental de Huaripampa – Tarma. ....	41
CAPÍTULO V.....	43
CONCLUSIONES .....	43
CAPÍTULO VI.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
GLOSARIO. ....	56

## LISTA DE FIGURAS

Número	Página
1. Ubicación geográfica del centro poblado Chucmar distrito de Tacabamba provincia de Chota departamento de Cajamarca.....	12
2. Datos hidrometeorológicos de Chota.....	13
3. Ubicación geográfica centro poblado Huaripampa distrito de Palca provincia de Tarma departamento de Junín.....	14
4. Datos hidrometeorológicos Tarma.....	15
5. Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos.....	19
6. Susceptibilidad de cinco variedades de papa a <i>P. infestans</i> , parcela experimental de Chucmar – Chota.....	28
7. Rendimiento en t ha <sup>-1</sup> , parcela experimental Chucmar- Chota.....	31
8. Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Chucmar – Chota.....	32
9. Susceptibilidad de cinco variedades de papa a <i>P. infestans</i> , parcela experimental de Huaripampa – Tarma.....	37
10. Rendimiento en t ha <sup>-1</sup> de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental de Huaripampa - Tarma.....	40
11. Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Huaripampa – Tarma.....	41
12. Siembra Chucmar – Chota.....	48
13. Siembra Huaripampa - Tarma.....	46
14. Desehierbo Chucmar.....	48
15. Aporque Chucmar.....	46
16. Evaluación de rancho - Chucmar..	48
17. Evaluación de rancho - Huaripampa.....	46
18. Parcela experimental de Chucmar – Chota, afectada por <i>P. infestans</i> . .....	49
19. Parcela experimental de Huaripampa – Tarma, afectada por <i>P. infestans</i> .....	49
20. INIA-309 Serranita sin <i>P. infestans</i> (A) y con <i>P. infestans</i> (B).....	50
21. INIA-326 Shulay sin <i>P. infestans</i> (A) y con <i>P. infestans</i> (B) .....	50
22. Yungay sin <i>P. infestans</i> (A) y con <i>P. infestans</i> (B) .....	51

23. INIA-302 Amarilis sin <i>P. infestans</i> (A) y con <i>P. infestans</i> (B).....	51
24. INIA-303 Canchan sin <i>P. infestans</i> (A) y con <i>P. infestans</i> (B).....	52
25. Cosecha. Chucmar – Chota.....	52
26. Toma de datos (Nº tubérculos comerciales y no comerciales), Chucmar– Chota.....	51
27. Pesado de tubérculos – Chucmar .....	53
28. Cosecha. Huaripampa – Tarma. ....	53
29. Toma de datos (Nº tubérculos comerciales y no comerciales), Huaripampa - Tarma.....	52
30. Pesado de tubérculos Huaripampa.....	52
31. Análisis de suelo Chucmar - Chota.....	53
32. Análisis de suelo de Huaripampa - Tarma.....	54

## LISTA DE TABLAS

Número	página
1.	Datos hidrometeorológicos de la parcela experimental realizada en el centro poblado Chucmar – Chota, Cajamarca. .... 13
2.	Datos hidrometeorológicos de la parcela experimental realizada en el centro poblado Huaripampa-Tarma, Junín. .... 14
3.	Diseño experimental. .... 18
4.	Escala para la evaluación de daños causados por <i>P. infestans</i> en campo... 22
5.	Registro del porcentaje de <i>P. infestans</i> y cálculo de susceptibilidad, parcela experimental de Chucmar ..... 25
6.	Análisis de varianza de los datos de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental de Chucmar - Chota ..... 26
7.	Prueba de Tukey al 1 % de probabilidad de los valores de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, en Chucmar - Chota ..... 27
8.	Análisis de varianza del rendimiento en t ha <sup>-1</sup> de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa. .... 29
9.	Prueba de Tukey al 1% de probabilidad para el rendimiento en t ha <sup>-1</sup> , parcela experimental Chucmar – Chota. .... 30
10.	Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Chucmar - Chota. .... 31
11.	Numero de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota..... 32
12.	Prueba de tukey para el número de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota..... 33
13.	Registro del porcentaje de <i>P. infestans</i> y cálculo de susceptibilidad, parcela experimental de Huaripampa. .... 34
14.	Análisis de varianza para los valores de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental de Huaripampa – Tarma. .... 35

<b>15.</b>	Prueba de Tukey al 1 % de probabilidad de los valores de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, en Huaripampa – Tarma.....	36
<b>16.</b>	Análisis de varianza para el rendimiento en t ha <sup>-1</sup> de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental Huaripampa – Tarma. ....	38
<b>17.</b>	Prueba de Tukey al 1% de probabilidad para el rendimiento en t ha <sup>-1</sup> , parcela experimental Huaripampa - Tarma. ....	38
<b>18.</b>	Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Huaripampa - Tarma .....	40
<b>19.</b>	Numero de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota.....	42
<b>20.</b>	Prueba de tukey para el número de tallos por planta, parcela experimental de Huaripampa – Tarma. ....	42

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La racha, o tizón tardío causada por *Phytophthora infestans* Mont de Bary, es la enfermedad de mayor importancia económica que afecta al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a nivel mundial. Actualmente, el control de esta enfermedad se basa en la aplicación de agroquímicos, lo que representa un problema económico, social y medio ambiental (Sevilla 2018). Además, van perdiendo su efectividad debido a que el patógeno adquiere resistencia por la evolución de nuevas razas virulentas, venciendo de esta manera la resistencia genética de la variedad (Cabrera 2008).

Por su naturaleza destructiva, esta enfermedad se puede constituir en los próximos años en una enfermedad devastadora en alguna región del mundo si no se tiene precaución en su tratamiento. Frente a esta problemática el mejoramiento genético es la alternativa para contrarrestar la enfermedad, por ello el Centro Internacional de la Papa (CIP) en convenios con El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) desde los años 70 busca variedades de papa de alto rendimiento, buena calidad y con resistencia a racha (INIA 2012).

Por lo expuesto, se realizó el presente trabajo, con el **objetivo** de “Evaluar el grado de resistencia a racha de cinco variedades mejoradas de papa en la campaña agrícola 2018 - 2019 en Chucmar, Chota - Cajamarca y Huaripampa, Tarma - Junín”.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Generalidades del cultivo de papa

El origen del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) tiene una antigüedad de aproximadamente 5 500 años identificando a la región andina del altiplano entre Perú y Bolivia como el principal centro de domesticación (Engel y Ochoa, citado por Ñahui 2011).

Sin embargo, mediante análisis de marcadores de ADN de 261 variedades silvestres y 98 variedades cultivadas, realizados por Spooner en el 2005, este indica que todos esos primeros cultivares proceden de una única línea ancestral del complejo *Solanum brevicaule*, de la región central o sur del Perú (FAO 2008).

En la actualidad este tubérculo tiene importancia universal por ser el cuarto en consumo, después del arroz (*Oryza sativa*), el trigo (*Triticum aestivum*) y el maíz (*Zea mays*) (INIA 2012). Siembran papa 156 países con aproximadamente 20 millones de ha, produciendo 385 millones de t, siendo China el mayor productor con 99.1 millones de t (MINAGRI 2018).

El Perú es líder en producción en Latinoamérica cultivando en 19 de las 24 regiones y se ubica en el puesto 14° a nivel mundial. En el año 2017 se produjeron 4,73 millones de t en 318 139 mil ha, aportando al producto bruto interno (PBI) en un 10.71 %, las regiones de mayor producción fueron: Puno (15,6 %), Huánuco (14 %), La Libertad (9,40 %), Apurímac (8,6 %), Cusco (8,1 %), Junín (7,7 %), Arequipa (7,0 %), Ayacucho (6,5 %), Cajamarca (6,1 %), Huancavelica (6 %) y otras regiones (11 %). El rendimiento promedio mundial es 19 t ha<sup>-1</sup> y el nacional es 14.9 t ha<sup>-1</sup>,

siendo Bélgica y Holanda los países con mayor rendimiento ( $55 \text{ t ha}^{-1}$ ). En el Perú, los mayores rendimientos se obtuvieron en la costa: Arequipa ( $34.7 \text{ t ha}^{-1}$ ), Ica ( $32.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) y Lima ( $28.2 \text{ t ha}^{-1}$ ), en tanto que en la sierra los mayores rendimientos se obtuvieron en la libertad ( $19.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) y Apurímac ( $18.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) (MINAGRI 2018).

El consumo promedio en la dieta del poblador peruano es de  $89 \text{ kg / hab / año}$  (MINAGRI 2018), siendo Cajamarca la primera región en consumo con  $97 \text{ kg / hab / año}$  (INIA 2019).

## **2.2. Generalidades de *Phytophthora infestans***

Este patógeno tiene relevancia a nivel universal por presentarse en todos los lugares donde se siembra papa afectando hojas, tallos, bayas y tubérculos; puede destruir totalmente todas las plantas de una zona de cultivo al cabo de una o dos semanas cuando las condiciones climáticas son favorables y no se aplica ningún método de control (Agrios 1996). En 1845 causó en Irlanda la destrucción total de los campos de papa, que era 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 (Agrios 1998).

*Phytophthora infestans*; en la actualidad, se incluye en el reino Chromista, división Oomycota, clase Oomycetes, orden Peronosporales y la familia Pythiaceae (Agrios 2005).

Presenta micelio aceptado, escasamente ramificado de  $4.2$  a  $13.5 \mu\text{m}$  de diámetro (Romero 1988), esporangióforos de crecimiento indeterminado, en zigzag, en cuyo ápice, se diferencian, crecen y desarrollan esporangióforos (Roncal 1993), papilados que tienen la forma de un limón, conforme prosigue el crecimiento, se desplazan a un lado, para dar lugar al crecimiento del esporangióforo (Agrios 1996).

La humedad y temperatura del ambiente, condicionan la germinación directa del esporangio o la formación de zoosporas; temperatura de  $8$  a  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  y humedad relativa mayor al  $80 \%$ , da origen a que se formen zoosporas; mientras que temperatura mayor de  $13 \text{ }^\circ\text{C}$  y humedad relativa menor del  $80 \%$ , origina la



germinación del esporangio de forma directa (Roncal 2004). Cada uno de los esporangios produce de 3 a 8 zoosporas, las cuales son diseminadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila (Agrios 1996).

El intercambio genético de esta especie, sólo ocurre en los campos de Toluca – México; para que esto ocurra, la hifa somática se ramifica, dando origen a dos talos, en uno se diferencia el oogonio y en otro el anteridio; pero ocurre que de un mismo talo se origina oogonio y anteridio. En el oogonio se diferencia la oospora, la que va a recepcionar al anterozoide, ocurriendo el intercambio genético, que termina dando origen a la oospora plerótica o estructura de conservación (Roncal 2004).

## **2.3. Sintomatología**

### **2.3.1. Hojas**

Al inicio, la infección se manifiesta en los márgenes y ápice de los folíolos, como manchitas húmedas irregulares de color verde claro (Forbes *et al.* 2014); éstas terminan aumentando de tamaño hasta comprometer todo el folíolo, apreciándose la necrosis de color negro, conocido comúnmente como tizón, rodeadas de un halo amplio de color verde claro o amarillento y presencia del micelio tanto en haz como envés (Roncal 2004).

### **2.3.2. Tallos**

Las infecciones en el tallo, en variedades susceptibles, se aprecian como manchas necróticas de color negro, que crecen en longitud y diámetro, hasta generalizarse, adquiriendo consistencia quebradiza (Romero 1988 y Roncal 2004); las hojas por encima del punto de infección en el tallo, se marchitan (Forbes *et al.* 2014).

En variedades resistentes las manchas necróticas crecen limitadas y el micelio del patógeno produce limitados esporangios. En cambio, en variedades inmunes las infecciones son limitadas y cuando esto ocurre las células afectadas mueren inmediatamente, no dando oportunidad que prospere el patógeno; cuando esto ocurre solo se aprecia una mancha diminuta (Romero 1988).

### **2.3.3. Flores y frutos**

Las infecciones en flores se muestran como lesiones oscuras; estas se observan en los sépalos; en los frutos, las manchas llegan a comprometer a las semillas (Roncal 2004).

### **2.3.4. Tubérculos**

En la superficie de tubérculos de peridermos claros, se muestran pigmentados de marrón tenue; en cambio los tubérculos de peridermos oscuros las lesiones son imperceptibles; en ambos casos, en corte transversal, las infecciones se aprecian que avanzan de la superficie a la parte central, manifestándose el oscurecimiento del tejido a medida que avanza la infección. Los tubérculos infectados y cocidos son duros e insípidos (Roncal 2004).

## **2.4. Epidemiología**

Con excepción de las zoosporas que pueden sobrevivir en el suelo, en la naturaleza el patógeno solo persiste en hospederos susceptibles: tubérculos - semilla infectados, tubérculos descartados, cultivos de papa vecinos y otras plantas hospederas especialmente solanáceas como el tomate y especies silvestres de papa (Henfling 1987).

El patógeno penetra en la planta y tubérculos a través de heridas, lenticelas o por penetración directa a través de la epidermis (Alonso, citado por Román 2015). Una vez dentro de las células se forman los haustorios y absorben el contenido de las células como alimento (Pérez y Forbes 2008).

Pueden producirse infecciones durante la cosecha, cuando los tubérculos son expuestos a follaje contaminado o a esporangios todavía presentes en el suelo. La mayoría de estos tubérculos se pudren en el suelo por infecciones secundarias de otros microorganismos, producen infecciones bajo condiciones de almacenamiento inadecuado, o el micelio sobrevive hasta la próxima campaña en los tubérculos semilla (Pérez y Forbes 2008).

## **2.5. Condiciones ambientales favorables para la presencia de *P. infestans***

### **2.5.1. Temperatura**

Egúsqüiza y Catalán (2011) hacen mención que la temperatura del ambiente de 15 a 20 °C por un tiempo no menor de 4 horas por día son favorables para el desarrollo del patógeno, bajo tales condiciones; en sólo tres días puede completarse un ciclo de la enfermedad.

### **2.5.2. Humedad**

Egúsqüiza y Catalán (2011) refieren que la alta humedad del ambiente (70 a 90 %) originada por las lluvias continuas, lloviznas permanentes y neblina durante 3 a 4 días en forma continua favorecen al desarrollo de la enfermedad.

### **2.5.3. Precipitación y rocío**

Las lluvias interrumpidas con horas del sol crean un microclima al pie de la planta por lo que el patógeno empieza a aparecer en las hojas más viejas (Egúsqüiza y Catalán 2011).

### **2.5.4. Viento**

Favorece la dispersión de inóculo de un lugar a otro. Los esporangios producidos en la parte alta de las plantas son movilizados con vientos de 0.5 m / seg y los producidos en las partes bajas requieren vientos de 2.0 m / seg (Ishiguro y Fry, citado por Villodas 2015).

### **2.5.5. Altitud**

La presencia de esta enfermedad es evidente en todos los lugares donde se cultiva papa, sin embargo el clima húmedo y moderadamente frío favorece tanto la producción como el desarrollo de la enfermedad (Agrios 1996). Es decir que a mayor altitud la agresividad y virulencia de la enfermedad es mayor.

## **2.6. Generalidades de resistencia de papa a *Phytophthora infestans***

**a) Resistencia vertical**, también llamada específica, cualitativa, inestable y completa, es gobernado por un gen dominante con efectos mayores y una clara segregación discontinua de la progenie generada por un genotipo resistente y otro susceptible (Forbes *et al.* 2014).

La expresión de los genes mayores es influenciada por la fisiología de la planta que a su vez está en función de la edad y del ambiente (Stewart, citado por Villodas 2015).

Este tipo de resistencia se caracteriza por desencadenar una respuesta de hipersensibilidad (HR) en forma de pequeñas lesiones necróticas (Pérez y Forbes 2008), por consiguiente, el micelio invasor muere antes de que el patógeno sea capaz de reproducirse (Henfling 1987). En presencia de la resistencia vertical, el hospedero y patógeno reaccionan en forma incompatible, donde el hospedero puede responder con una reacción de hipersensibilidad o puede dar apariencia de inmunidad (Agrios 1998). Desafortunadamente, esta forma de resistencia se muestra invulnerable a una raza fisiológica del patógeno; pero sucumben ante la aparición de nuevas razas del patógeno, razón por lo que, este tipo de resistencia tiene poca duración en el campo (Torres 2002).

**b) Resistencia horizontal**, denominada resistencia general, cuantitativa, no específica y de campo; está gobernada por genes menores (Torres 2002) y otras características de la planta como: resistencia de la cutícula y de las células de la epidermis, fuerza mecánica de la pared celular, acción de las enzimas producidas por el hongo, actividad de sustancias en las hojas para inhibir la germinación y penetración de las esporas, el número de estomas (Henfling 1987), que inhiben el crecimiento del patógeno, es estable (Torres 2002). Las plantas con este tipo de resistencia, al infectarse con el patógeno, muestran síntomas de menor severidad en comparación con las plantas susceptibles. Cuando el ambiente es favorable para el patógeno, la planta pierde la resistencia, comportándose como susceptible. Y cuando estas condiciones, son desfavorables para el patógeno; la variedad vuelve a comportarse como resistente (Torres 2002).

La planta hospedera con este tipo de resistencia, limita la penetración e invasión del tejido por cualquier raza del patógeno, disminuye la intensidad de esporulación y tiempo necesario para iniciar nuevas infecciones. A diferencia de la resistencia vertical, el nivel de resistencia horizontal de un cultivar reduce la frecuencia de infección, la tasa de crecimiento de la lesión y la producción de esporangios; y por otro lado alarga el período de latencia (Pieterse *et al.*, citado por Villodas 2015).

### **2.6.2. Proceso de infección de *Phytophthora infestans***

**Periodo de germinación de esporangios, zoosporas**, bajo condiciones de humedad y temperatura, *Phytophthora infestans* produce esporangios y zoosporas como inóculo, estas antes de ocasionar la infección germinan independientemente un tubo de germinación que por quimiotaxismo se dirigen a las aperturas naturales (heridas de los pelos absorbentes, lenticelas, estomas) (Roncal 2004).

**Eficiencia de infección**, está representado por la proporción de esporangios que, germinan en los tejidos del hospedero, causando lesiones y nueva producción de inóculo (Roncal 2004).

**Período de latencia**, corresponde al tiempo transcurrido desde la infección hasta la observación de los primeros esporangióforos y los respectivos esporangios (Parlevliet, citado por Villodas 2015).

**Tasa de crecimiento de la lesión**, es la medida del incremento de la lesión en un periodo de tiempo (Colón *et al.* citado por Jaramillo 2015); lográndose diferenciar el, área muerta o holonecrotica y el halo clorótico o plesionecrotica (Roncal 2004).

**Intensidad de esporulación**, se refiere a la cantidad de esporangios producidos por unidad de área o por unidad de tiempo (Parlevliet, citado por Villodas 2015).

**Período infeccioso**, es el tiempo durante el cual, en el tejido enfermo, el hongo produce esporangióforos y esporangios (o tiempo de vida de una lesión esporulante) (Parlevliet, citado por Villodas 2015).

**Tamaño de lesión**, es la medida de las lesiones causadas por infección de *Phytophthora infestans*, éstas se muestran, como lesiones húmedas circulares e irregulares (Agrios 2005).

Si cualquiera de estos estados es totalmente obstruido, la resistencia es completa y la epidemia no se desarrolla; si la obstrucción es incompleta la resistencia es parcial y la epidemia si se presenta pero con una menor tasa de infección aparente (Parlevliet, citado por Villodas 2015).

### **2.6.3. Factores fisiológicos del hospedero que afectan el desarrollo de *Phytophthora infestans*.**

**Estado fisiológico de la papa**, hojas de plantas jóvenes son susceptibles a la infección, conforme avanza su crecimiento y desarrollo adquieren resistencia, pero finalmente terminan susceptibles (Andrade, citado por Romero 2010).

En el campo, por naturaleza, las hojas del tercio superior son más resistentes que las del tercio inferior, esto debido a que las hojas cerca de la superficie del suelo, generan un micro clima ideal para que prospere *P. infestans*; en cambio las hojas del tercio superior, están expuestas a corrientes de viento y radiación solar, limitando los procesos de infección y la producción de fitoalexinas, como defensa natural (Roncal 2004).

**Precocidad**, esta cualidad natural de las variedades de papa, tienen injerencia en la práctica de escape de la fitoenfermedad, cuando la siembra es temprana o tardía; no dando oportunidad a ser expuesta a la máxima producción de inóculo del patógeno (Roncal 2004).

**Nutrición mineral**, el fósforo (P) y potasio (K), son los elementos minerales primarios que limitan el tamaño de la lesión causado por la infección de *P. infestans*, en diferentes órganos de la planta; en cambio el nitrógeno (N) favorece el desarrollo de la enfermedad (Andrade, citado por Romero 2010).

**Variabilidad genética de la papa**, existen variedades de papa, resistentes a *P. infestans* tales como: Venturana, Altiplano, Roja Ayacuchana, Antañita, Wankita, Pallay Poncho, Chucmarina, Serranita, Puneñita (INIA 2012); Shulay (INIA 2017); Amarilis, Kori-Inia, Perricholi (Cabrera y Pando 2012); Única (Núñez 2016). Variedades tolerantes como: Yungay, Revolución, Mariva, Chaska (INIA y CIP 1994). Pero en la actualidad la ranca está siendo cada vez más agresiva venciendo la resistencia genética de las variedades mejoradas y a su vez es resistente a los fungicidas, un claro ejemplo de ello es INIA 303 - Canchán liberada en 1990 como resistente a la enfermedad y que en la actualidad se comporta como susceptible (Forbes *et al.* 2014).

#### **2.6.4. Variabilidad genética del patógeno.**

Los marcadores más utilizados para caracterizar las poblaciones de este patógeno son:

**Virulencia**, es la habilidad que muestra determinadas razas fisiológicas de *Phytophthora infestans*, para vencer la resistencia genética del hospedero (Pérez y Forbes 2008).

**Agresividad**, es el grado de patogenicidad de los fitopatógenos (Agrios 1986) y corresponde al carácter intrínseco o genético de una determinada raza fisiológica virulenta; tratándose de *P. infestans*, esta característica se manifiesta luego del intercambio genético que ocurre en los campos de cultivo de papa en Toluca – México (Roncal 2004).

**Tipo de apareamiento**, viene a ser un tipo de compatibilidad necesario para iniciar la reproducción sexual (Pérez y Forbes 2008) o intercambio genético de las diferentes especies de fitopatógenos heterotálicos (Roncal 2004). El descubrimiento de la raza tipo A2, de *P. infestans*, fuera del valle de Toluca en México, se ha considerado como la primera evidencia de cambios de este patógeno (Pérez y Forbes 2008).

**Fitopatógenos con resistencia a fungicidas**, son los que muestran menor sensibilidad, al efecto de los productos químicos, debido a mutaciones estables y heredables. La resistencia al ingrediente activo metalaxyl y a otras fenilamidas ha sido reportada dentro de poblaciones de *Phytophthora infestans* a nivel mundial, constituyéndose en un factor limitante en el uso de este fungicida (Pérez y Forbes 2008).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El experimento se realizó en dos localidades, de regiones diferentes de nuestra patria; en la región Cajamarca en el centro poblado Chucmar, distrito Tacabamba provincia de Chota; ubicado geográficamente a  $06^{\circ} 24' 28.0''$  latitud Sur,  $78^{\circ} 32' 41.4''$  latitud Oeste y a 2999 m de altitud y la región Junín, localidad Huaripampa distrito Palca provincia de Tarma, ubicado geográficamente a  $11^{\circ} 25' 50.6''$  latitud Sur,  $75^{\circ} 31' 50.1''$  latitud Oeste y a 3156 m de altitud.

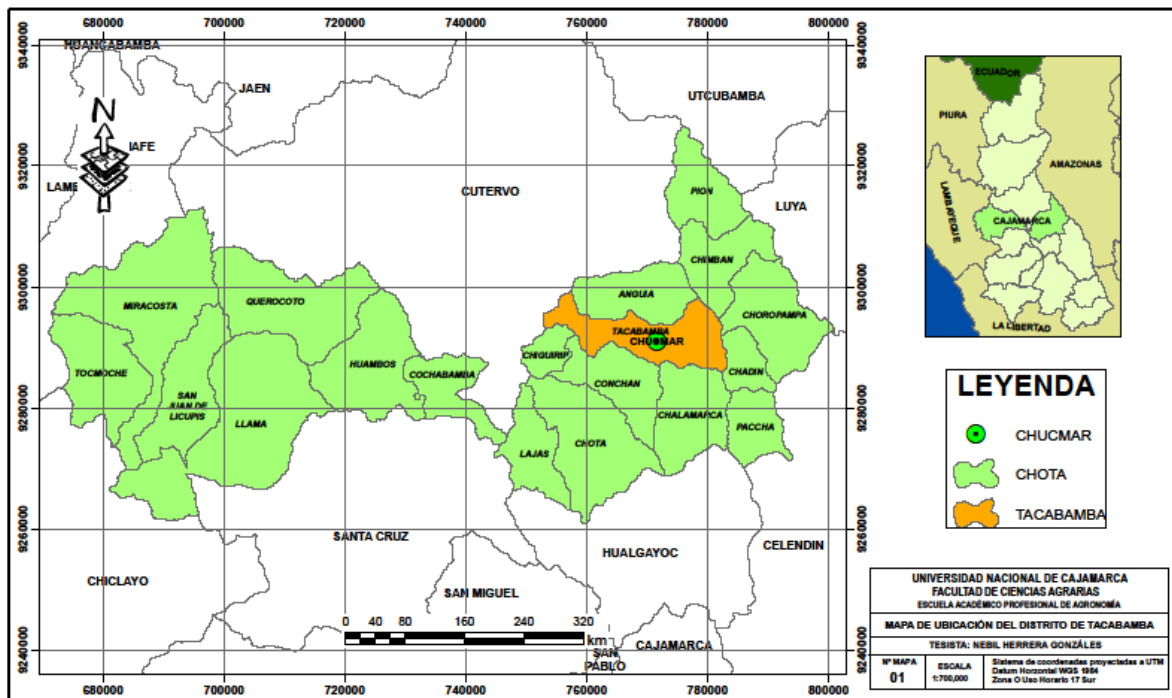


Figura 1. Ubicación geográfica del centro poblado Chucmar distrito de Tacabamba provincia de Chota departamento de Cajamarca.

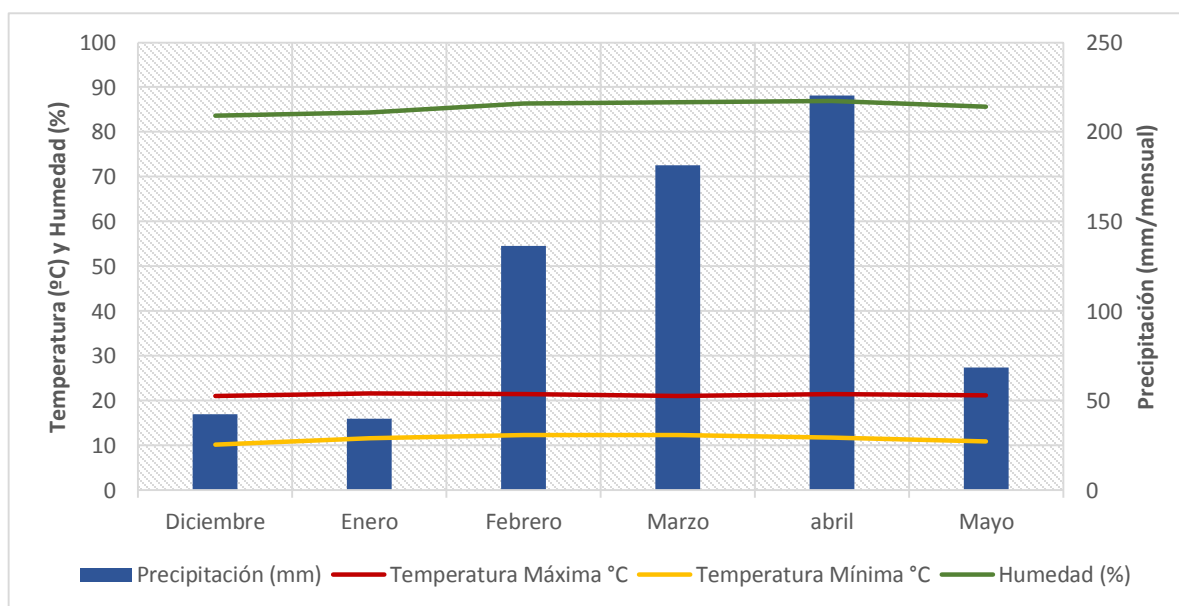
### 3.2. Datos hidrometeorológicos de Chota.

En la tabla 1, se muestra los datos hidrometeorológicos de la localidad donde se realizó el experimento.

**Tabla 1.** Datos hidrometeorológicos de la parcela experimental realizada en el centro poblado Chucmar – Chota, Cajamarca.

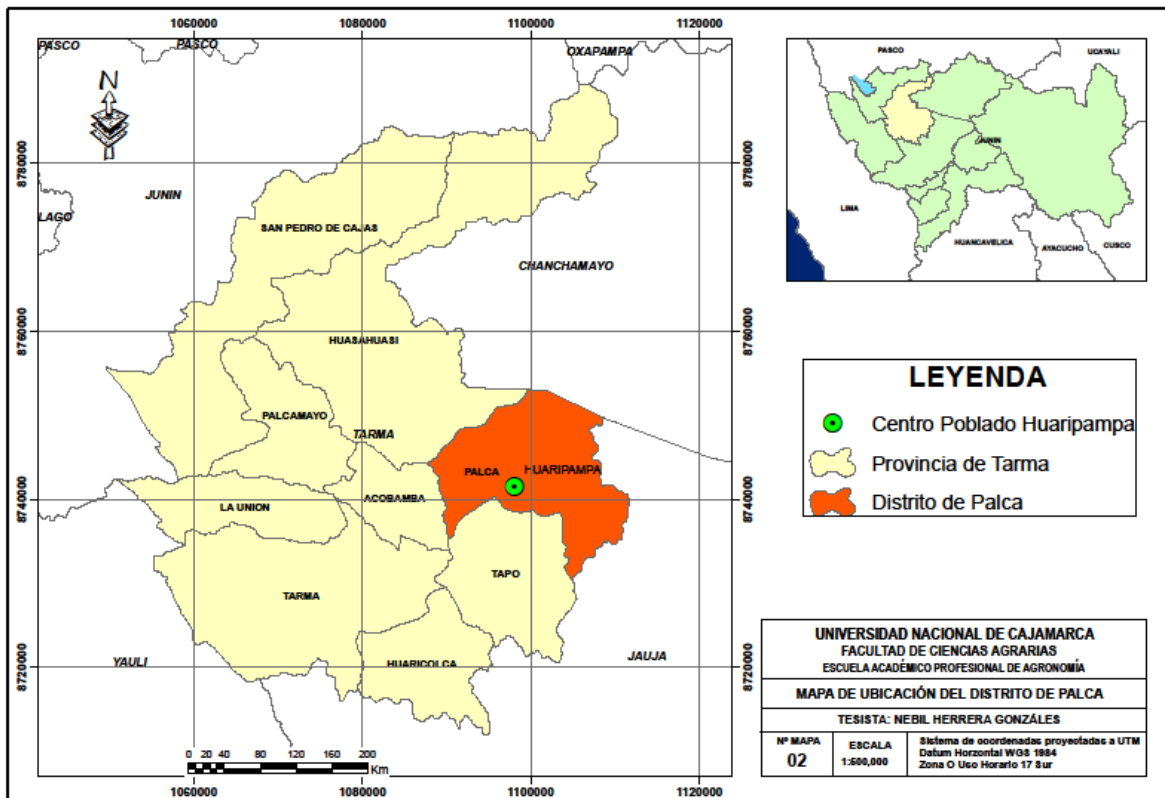
Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Humedad (%)	Precipitación (mm)
Diciembre	21.1	10.2	83.7	42.4
Enero	21.6	11.6	84.3	39.8
Febrero	21.5	12.3	86.3	136.4
Marzo	21.0	12.3	86.6	181.4
abril	21.5	11.7	86.9	220.2
Mayo	21.2	10.9	85.6	68.6
<b>Promedio</b>	<b>21.3</b>	<b>11.5</b>	<b>85.6</b>	<b>114.8</b>

Fuente: SENAMHI 2018-2019



**Figura 2.** Datos hidrometeorológicos de Chota.

Fuente: Adaptado del SENAMHI 2018-2019.



**Figura 3.** Ubicación geográfica centro poblado Huaripampa distrito de Palca provincia de Tarma departamento de Junín.

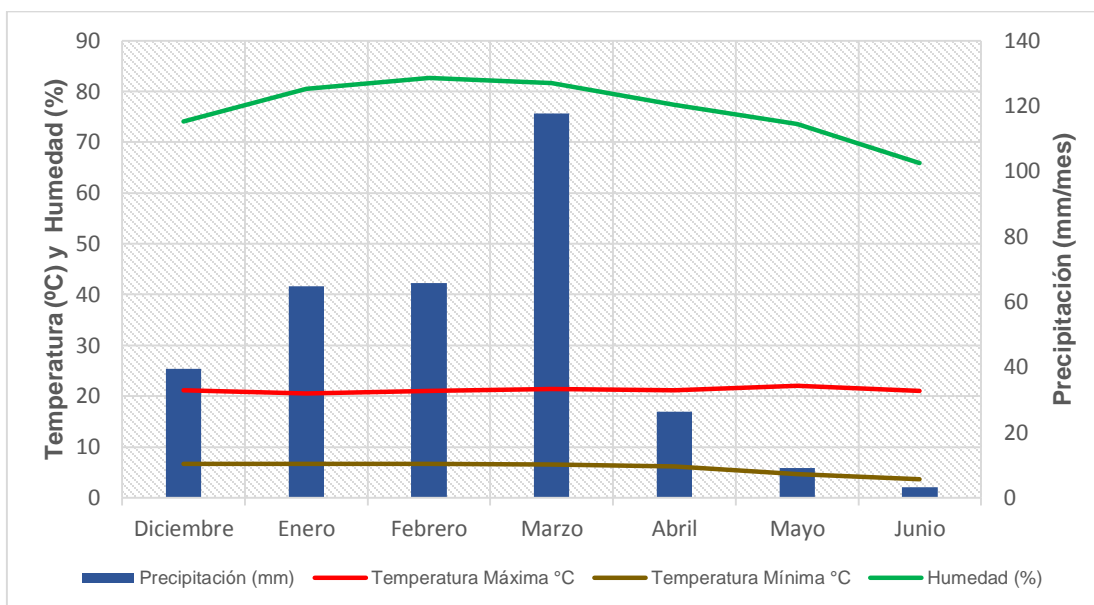
### 3.3. Datos hidrometeorológicos Tarma.

En la tabla 2, se muestra los datos hidrometeorológicos de la localidad donde se realizó el experimento.

**Tabla 2.** Datos hidrometeorológicos de la parcela experimental realizada en el centro poblado Huaripampa-Tarma, Junín.

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Humedad (%)	Precipitación (mm)
<b>Diciembre</b>	21.2	6.7	74.1	39.5
<b>Enero</b>	20.5	6.7	80.5	64.8
<b>Febrero</b>	21.0	6.7	82.6	65.8
<b>Marzo</b>	21.4	6.5	81.7	117.7
<b>Abril</b>	21.1	6.2	77.4	26.4
<b>Mayo</b>	22.0	4.7	73.6	9.1
<b>Junio</b>	21.0	3.6	65.9	3.3
<b>Promedio</b>	21.2	5.9	76.5	46.7

Fuente: SENAMHI 2018-2019



**Figura 4.** Datos hidrometeorológicos Tarma.

**Fuente:** Adaptado del SENAMHI 2018-2019.

### 3.4. Materiales

#### 3.4.1. Material biológico.

Se utilizaron cinco variedades de papa para las dos localidades donde se realizó el experimento

**a) INIA 302 - Amarilis**, se originó por el cruzamiento de (Monserate x Atzimba) x mezcla de clones resistentes = clon N° 384866.5; liberada por el INIA en 1993 en la EEA Canchán, Huánuco (INIA y CIP 1994).

Morfológicamente, de tallo verde claro, hojas con folíolos anchos, flores blancas abundantes con escasa fructificación; tubérculos ovals – achatados con ojos superficiales, brotes cremas con jaspes morados, piel crema y carne amarillenta (INIA y CIP 1994).

Es de período vegetativo precoz (120 a 130 días), resistente a *P. infestans*, tolerante a verruga (*Synchytrium endobioticum*), roña (*Spongospora subterranea*) y nematodo del quiste (*Globodera pallida*); se adapta hasta 3200 m de altitud, con rendimiento de hasta 30 t ha<sup>-1</sup> y 25 % materia seca (Cabrera y Pando 2011).

**b) INIA 303 - Canchán**, producto del cruzamiento de BI-1.2 X Murillo III-80 = clon N° 380389.1 y liberada por el INIA en 1990 en la EEA Canchán-Huánuco (INIA y CIP 1994).

Presenta tallos y hojas verdes claras, flores lilas, con escasa floración y fructificación; tubérculos redondeados, con ojos superficiales, brotes rosados, piel roja y carne blanca (INIA y CIP 1994).

Es de período vegetativo precoz (120 días), susceptible a *P. infestans*, tiene mediana susceptibilidad a *Rhizoctonia solani* y *Erwinia* sp., resistente a heladas; se adapta a la costa central, sierra norte y central hasta 2700 m de altitud. Rinde hasta 30 t ha<sup>-1</sup>, con 25 % materia seca; apta para frituras (Cabrera y Pando 2011).

**c) INIA 309 - Serranita**, se originó del cruzamiento de los clones 381381.9 X LB – CUZ1 = clon N° 391691.96 y liberada en el 2005 en Junín, Huánuco, Cusco, Ayacucho y Cajamarca (INIA 2012).

Por el tamaño de 1.20 m de alto, se considera, planta medianas, las matas presentan de 4 a 6 tallos, con pigmentación marrón; hojas verdes oscuras, flores violetas y abundantes; tubérculos redondos de ojos superficiales con brotes morados, piel morada y pulpa blanca cremosa (Cabrera y Pando 2011).

Considerada de período vegetativo semi tardío (120 a 150 días) de tuberización temprana y acelerada; resistente a rancho, susceptible a pudrición rosada (*Phytophthora erythroseptica*), moderadamente resistente al nematodo del quiste (*Globodera pallida*) y moderadamente tolerante a heladas y granizadas; se adapta de 2000 a 3800 msnm con rendimiento de 40 a 50 t ha<sup>-1</sup>, contiene 22.6 % materia seca, ácido ascórbico (vitamina C) 134.7 mg / Kg, hierro (18,28 mg / Kg), Zinc (18.76 mg / Kg) y calcio (128.65 mg / Kg). Es apreciada por su sabor y textura, principalmente en sancochado y en la industria para hijuelas (INIA 2012).

**d. INIA 326 - Shulay**, se originó del cruzamiento de los clones (382119.17 x CEW-69-1 (S75049)) = clon N° 387096.2 y liberada en la EEA Santa Ana, Huancayo en el 2017 (INIA 2017).

Morfológicamente son plantas vigorosas de crecimiento semierecto, tallos y hojas verdes claras, flores moradas con acumen blanco; tubérculos oblongos alargados de ojos superficiales, piel beige claro y carne crema (INIA 2017).

Es de período vegetativo precoz (120 a 130 días), tiene alta resistencia a racha, tolerante a heladas, moderadamente tolerante a granizadas; se adapta desde el nivel del mar hasta 3800 m de altitud, con rendimiento de 25 a 30 t ha<sup>-1</sup>; contiene de 22 a 24 % materia seca, hierro (12.50 mg / kg. ps), zinc (11.50 mg / kg ps) y ácido ascórbico (vitamina C) 9.50 mg / 100 g de peso fresco. Su calidad culinaria muy buena apta para procesamiento (hojuelas y frituras (INIA 2017).

**e) Yungay**, se originó del cruzamiento de (Saskia x Earline) x (huagalina x renacimiento) = clon N° 720064 y liberada por la UNALM–Lima en 1970 (Cabrera y Pando 2011).

Morfológicamente son plantas erectas, tallo verde claro con pigmentación rojiza claro en los nudos, hojas verdes oscuras, flores rojizas claras con acúmenes blancos; tubérculos ovales aplanados de ojos superficiales con brotes morados, piel blanca amarillenta con ojos rojos y carne amarillenta y (Cabrera y Pando 2011).

Es de período vegetativo tardío (150 a 180 días), de estolones largos, susceptible a racha, rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), heladas y sequía; se adapta a toda la sierra hasta 3700 m de altitud con rendimiento hasta 50 t ha<sup>-1</sup> y 20 a 24 % materia seca (Cabrera y Pando 2011).

**3.4.2. Fertilizantes y abonos.** Se utilizaron los siguientes:

Urea (46 % N); Superfosfato triple (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); Fosfato diamónico (18 % N, 46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0 % K<sub>2</sub>O); Cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O); Gallinaza (2 - 4 % N, 3 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 3.2 % K<sub>2</sub>O), guano de isla (13 % N, 12 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 2.5 % K<sub>2</sub>O); estiércol de oveja (1,6 % N, 2,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 1,8 % K<sub>2</sub>O) y fertilizante foliar (A-MICSUR).

**3.4.3. Insecticida.**

**Regent SC.** Plaguicida químico de contacto e ingestión, compuesto por 200 g / L de Fipronil que ataca al sistema nervioso central del insecto.

#### **3.4.4. Herramientas y material de campo.**

Lampa, pico, estacas, tarjetas de identificación, cartillas de evaluación y Wincha.

#### **3.4.5. Otros materiales y/o equipos**

Cámara fotográfica, laptop, mochila fumigadora y equipo de protección personal.

### **3.5. Metodología**

#### **3.5.1. Diseño experimental**

En la presente investigación se utilizó el diseño Bloques Completamente Randomizados (BCR), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

**Tabla 3.** Diseño experimental.

Diseño	BCR
Repeticiones	4
Nº de tratamientos/bloque	5
Nº de plantas/surcos	15
Nº surcos/parcela	3
Nº de plantas/parcela	45
Nº plantas/variedad experimento	180
Nº plantas/bloque	225
Largo de surco	4.5 m
Distanciamiento	0.30 m entre plantas y 1.00 m entre surcos
Nº total de tubérculos	900
Área parcela	13.5 m <sup>2</sup> (45 tub.)
Área de bloque	67.50 m <sup>2</sup> (225 tub.)
Área experimental	270.00 m <sup>2</sup> (900 tub.)
Área total	391.00 m <sup>2</sup>

I	II	III	IV
INIA 302 - AMARILIS (1)	INIA 303 - CANCHAN (2)	INIA 309 - SERRANITA (3)	INIA 326 - SHULAY (4)
INIA 326 - SHULAY (4)	INIA 309 - SERRANITA (3)	INIA 303 - CANCHAN (2)	YUNGAY (5)
INIA 303 - CANCHAN (2)	YUNGAY (5)	INIA 302 - AMARILIS (1)	INIA 309 - SERRANITA (3)
YUNGAY (5)	INIA 302 - AMARILIS (1)	INIA 326 - SHULAY (4)	INIA 303 - CANCHAN (2)
INIA 309 - SERRANITA (3)	INIA 326 - SHULAY (4)	YUNGAY (5)	INIA 302 - AMARILIS (1)

4.50 M      1.00 M      23.00 M      17.00 M

**Figura 5.** Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos.

### 3.5.2. Conducción del experimento

#### a) Semilla

Se utilizó semilla pre básica, Serranita, Canchán y Yungay, adquirida del Programa Nacional de Raíces y Tuberosas de la Estación experimental Andenes-Cusco; Amarilis y Shulay de la Estación Experimental Agraria Santa Ana-Huancayo. Utilizando 1800 tubérculos brotados, entre las 5 variedades, para las 2 localidades.

#### b) Preparación del suelo

En el centro poblado de Chucmar – Chota, la arada y cruza se realizó con motocultor y en el centro poblado de Huaripampa – Tarma con pico. El surcado se hizo manualmente el día de la siembra. El área de terreno total para cada lugar del experimento fue de 391 m<sup>2</sup> parcelado en cuatro bloques de 67.50 m<sup>2</sup> aproximadamente cada uno.



### **c) Análisis del suelo**

La muestra de suelo de la parcela experimental de Chucmar se realizó en el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca-Cajamarca y la muestra de suelo de la parcela experimental de Huaripampa realizó en el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Agraria Santa Ana-Huancayo (Anexos, figura 31 y 32).

### **d) Siembra**

La siembra se realizó en forma manual, con la participación de los agricultores en ambos lugares; dejándose cada semilla en el fondo del surco, distanciados a 0.30 m y luego tapados de 8 a 10 cm de profundidad aproximadamente.

Parcela experimental de Chucmar: 05 / 12 / 2018.

Parcela experimental Huaripampa 13 / 12 / 2018.

### **e) Fertilización**

En Chucmar se fertilizó con 160 N, 90 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>; los fertilizantes y abonos utilizados para cubrir la recomendación del análisis de suelo fueron: úrea, aplicándose en dos partes una a la siembra y otra al deshierbo, superfosfato triple, cloruro de potasio y 3 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza; aplicándose todo a la siembra. En Huaripampa se fertilizó con 180 N, 160 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 160 K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>; los fertilizantes y abonos utilizados para cubrir la recomendación del análisis de suelo fueron: guano de isla, 3 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de oveja, fosfato diamónico y Cloruro de potasio aplicándose todo a la siembra y úrea que se aplicó en el deshierbo. En la dos localidades se hizo tres aplicaciones foliares con (A - MICSUR) en el deshierbo, a porque e inicio de la floración.

### **f) Deshierbo**

Esta labor se hizo manualmente con ayuda de una lampa y con la finalidad de eliminar hierbas acompañantes que compiten con el cultivo por nutrientes. En Chucmar se realizó a los 43 días post siembra y en Huaripampa a los 35 días.

### **g) Aporque**

Se realizó con ayuda de una lampa, con el fin de etiolar yemas e iniciar el proceso de tuberización, proteger al tubérculo del daño causado por gorgojo de los andes (*Premnotrypes ssp*), gusanos de tierra, así como proteger al tubérculo del daño causado por *Phytophthora infestans* que se traslada desde el follaje. Esta importante labor se realizó a mitad del periodo vegetativo del cultivo.

### **h) Control fitosanitario**

Se realizó con la finalidad de reducir el daño causado por insectos plaga del cultivo como: mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), utilizando Regent suspensión concentrada (SC) 30 ml por mochila de 20 L. En Chucmar (3) aplicaciones y Huaripampa (2) aplicaciones.

### **i) Cosecha**

La extracción de los tubérculos se realizó manualmente con ayuda de pico y lampa; con la participación de agricultores del lugar. En Chucmar se realizó a los 160 días y en Huaripampa a los 180 días post siembra.

## **3.5.3. Evaluaciones realizadas**

### **a) *Phytophthora infestans***

La severidad de la enfermedad se evalúa como el porcentaje de área foliar infectada; esta variable se registró a lo largo de la campaña, indicando la fecha de evaluación. La enfermedad fue evaluada en el surco central de cada tratamiento y mediante observación visual se estimó el porcentaje de tejido afectado de acuerdo a la escala del CIP (tabla 4).

**Tabla 4.** Escala para la evaluación de daños causados por *P. infestans* en campo.

<b>Daño (%)</b>	<b>Escala CIP</b>	<b>Descripción</b>
0	0	No se observa daños
0-1	1	Muy pocas plantas en parcelas grandes con una lesión no más de 10 lesiones por cada 10 m de surco(+ 30 plantas)
1	2	Más de 10 lesiones pequeñas por planta
3	3	Más de 30 lesiones pequeñas por planta o más de un foliolo de cada 20 afectadas
10	4	La mayoría de las plantas visiblemente atacadas y uno de tres foliolos infectados. Pocas infecciones múltiples por foliolo.
25	5	Lesiones en casi cada foliolo. Son comunes las infecciones múltiples por foliolo. El campo o parcela se ve verde pero todas las plantas están afectadas
50	6	Cada planta está afectada y la mitad del área está destruida por racha. Las parcelas se observan verdes manchadas y marrones.
75	7	Como el caso anterior pero aquí 3/4 partes de la planta está afectada. Las ramas inferiores están muertas, si hay hojas verdes en el ápice de la planta. En las plantas quedan solo tallos por la abundante pérdida de hojas
91	8	Algunas hojas y la mayoría de tallos están verdes. La parcela se ve marrón con algunas manchas verdes
97	9	Pocas hojas verdes, la mayoría que queda presentan lesiones. La parcela se ve marrón
100	10	Todas las hojas y tallos están muertas.

**Fuente:** Adaptado del CIP (1987)

Los porcentajes del área foliar enferma registrados en las diferentes evaluaciones se usaron para calcular el “**área bajo la curva de progreso de la enfermedad**” (AUDPC), para lo cual se usó la siguiente fórmula:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Donde “t” es el tiempo de cada lectura, “y” el porcentaje de follaje afectado en cada lectura y “n” el número de lecturas. La variable “t” representa los días después de la siembra (Forbes *et al.* 2014).

#### **b) Número de tallos por planta**

Se realizó el conteo del número de tallos principales por planta, haciendo su registro respectivo. Esta evaluación se realizó en plena floración.

#### **c) Cosecha.**

Se contó y peso tubérculos comerciales y no comerciales de cada tratamiento con la finalidad de calcular rendimiento, porcentaje de tubérculos comerciales y no comerciales. La cosecha fue evaluada de los surcos centrales de cada tratamiento.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Resistencia a *Phytophthora infestans* de cinco variedades de papa, en la localidad de Chucmar - Chota

La resistencia de cada variedad, se midió en función a la susceptibilidad a *P. infestans*, calculando “El área bajo la curva del progreso de la enfermedad” (AUDPC), tabla 5 y determinando la media de cada variedad con la prueba de Tukey (tabla 7).

**Tabla 5.** Registro del porcentaje de *P. infestans* y cálculo de susceptibilidad, parcela experimental de Chucmar.

Bloque	Días después de la siembra	21	43	66	80	94	107	113	120	AUDPC	rAUDPC	Valor más alto de escala	constante	valores de la escala de susceptibilidad
<b>I</b>	Serranita	0.0	0.0	0.5	0.8	1.0	3.0	3.0	10.0	152.37	0.01539	10	38.8540	0.60
	Yungay	0.0	1.0	1.0	3.0	3.0	50.0	50.0	75.0	1448.5	0.14631			5.68
	Canchán	0.0	1.0	3.0	10.0	10.0	91.0	97.0	100.0	2548	0.25737			10.00
	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.5	0.00035			0.01
	Amarilis	0.0	0.5	1.0	3.0	10.0	91.0	97.0	100.0	2401.8	0.24260			9.43
<b>II</b>	Canchán	0.0	1.0	3.0	15.0	15.0	97.0	97.0	100.0	2742.5	0.27702	10	36.0985	10.0
	Serranita	0.0	0.0	1.0	3.0	3.0	15.0	20.0	25.0	548.5	0.05540			2.0
	Yungay	0.0	1.0	1.0	5.3	10.0	66.7	75.0	91.0	2008.5	0.20288			7.32
	Amarilis	0.0	0.5	1.0	3.0	3.0	75.0	91.0	97.0	2095.3	0.21164			7.6
	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	4.605	0.00047			0.02
<b>III</b>	Yungay	0.0	1.0	3.0	3.0	10.0	50.0	50.0	50.0	1405	0.14192	10	35.7207	5.07
	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	6.75	0.00068			0.02
	Amarilis	0.0	0.5	3.0	10.0	10.0	99.0	99.0	100.0	2625.8	0.26523			9.47
	Canchán	0.0	1.0	3.0	15.0	15.0	98.0	100.0	100.0	2771.5	0.27995			10.0
	Serranita	0.0	0.0	1.0	7.7	10.0	25.0	25.0	25.0	835.88	0.08443			3.02
<b>IV</b>	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	6.75	0.00068	10	36.5179	0.02
	Yungay	0.0	1.0	3.0	10.0	15.0	99.0	100.0	100.0	2711	0.27384			10.0
	Serranita	0.0	0.0	1.7	5.3	10.0	25.0	25.0	25.0	815.52	0.08238			3.01
	Canchán	0.0	1.0	3.0	10.0	15.0	99.0	100.0	100.0	2711	0.27384			10.0
	Amarilis	0.0	0.5	3.0	5.3	10.0	72.0	82.3	96.0	2167.3	0.21892			7.99

#### 4.1.1. Análisis de varianza para los valores de susceptibilidad a *P. infestans* de cinco variedades de papa, parcela experimental Chucmar - Chota

En el análisis de varianza (ANOVA), tabla 6, no se encontró significación estadística para bloques dado que el valor del F calculado (0.68) es menor que  $F_{0.05} = 3.49$  y  $F_{0.01} = 5.95$ , esto indica que el rendimiento no está afectado por los bloques. Para el análisis de variedad se encontró alta significación estadística, dado que el valor de la F calculado (48.36) es mayor que  $F_{0.05} = 3.26$  y  $F_{0.01} = 5.41$ , esto nos indica que la susceptibilidad a rancho de las cinco variedades fue diferente estadísticamente.

**Tabla 6.** Análisis de varianza de los datos de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental de Chucmar - Chota

Fuentes de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F tabular	
					0.05	0.01
<b>Variedad</b>	4	294.05	73.51	48.36**	3.26	5.41
<b>Bloque</b>	3	3.10	1.03	0.68 ns	3.49	5.95
<b>Error</b>	12	18.21	1.52			
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>315.36</b>				

CV=22.14 %      \*\*= Alta significación estadística. Ns=no significativo

El valor de coeficiente de variación 22.14 %, indica, que la respuesta de susceptibilidad de las variedades a *P. infestans*, son diferentes.

Al encontrarse alta significación estadística para variedad se realizó la prueba de Tukey al 1% de probabilidad (tabla 7), donde indica que las variedades de mayor grado de susceptibilidad significativo son INIA 303 – Canchán con 10, INIA 302 - Amarilis con 8.62 y Yungay con 7.02 y representadas con la letra “A”. INIA 309 - Serranita con 2.16 y Shulay con 0.02 grados de susceptibilidad son resistentes, estadísticamente iguales y están representados por la letra “B”.

**Tabla 7.** Prueba de Tukey al 1 % de probabilidad de los valores de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, en Chucmar - Chota.

<b>Variedad</b>	<b>Susceptibilidad a <i>P. infestans</i> escala (0 - 10)</b>	<b>% de infección</b>	<b>Significación 1 %</b>
INIA 303 - Canchán	10.0	100.0	A
INIA 302 - Amarilis	8.62	98.1	A
Yungay	7.02	75.2	A
INIA 309 - Serranita	2.16	1.08	B
INIA 326 - Shulay	0.02	0.02	B

La presencia de *P. infestans* en Chucmar – Chota, fue consecuencia de las condiciones climáticas favorables, durante la conducción del experimento, presentando una temperatura máxima promedio de 21.3 y mínima de 11.5 °C, humedad relativa promedio de 85.6 % la cual está dentro del rango mencionado por Egúsqiza y Catalán (2011) y Roncal (2004), así mismo por la presencia de insectos, viento y agua, las cuales han facilitado la diseminación de los esporangios y zoosporas.

Se observa que la variedad INIA 309 - Serranita con 1.08 % de infección, presentando, 2.16 grados de susceptibilidad y la variedad INIA 326 - Shulay con 0.02 % de infección y con grado 0.02 fueron resistentes al ataque de *P. infestans*, confirmando lo dicho por INIA (2012) e INIA (2017). Esto nos señala, que dichas variedades poseen genes menores dando “resistencia horizontal o cuantitativa” (Torres 2002); procurando resistencia de la cutícula y las paredes celulares de la epidermis a la infección; además limita la acción enzimática del hongo, activando sustancias, que inhiben la germinación de esporangios (Henfling 1987). Las plantas con este tipo de resistencia, muestran síntomas de menor severidad que las susceptibles (Torres 2002), de esta manera se limita la proliferación del inóculo (Pieterse *et al.*, citado por Villodas 2015).

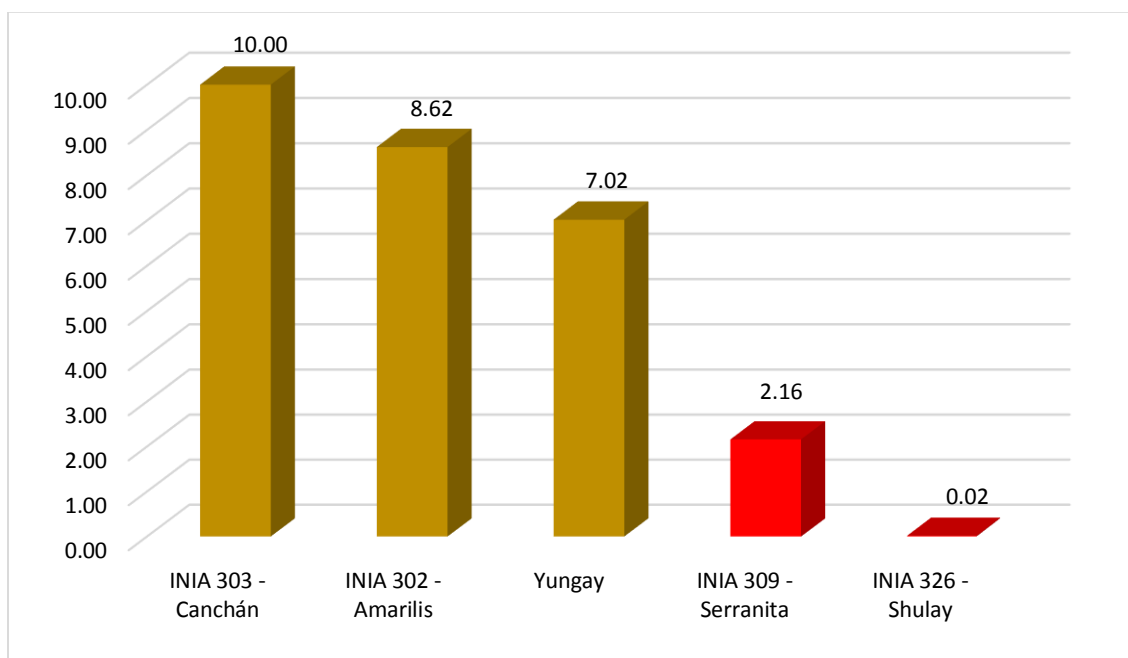
Las variedades: Yungay con 75.2 % de infección y grado 7.02 e INIA 303 – Canchán con 100 % de infección y grado 10 fueron las más susceptibles a *P. infestans*, confirmando los reportes de Cabrera y Pando (2011),



indicando que estas variedades tienen resistencia vertical o cualitativa, gobernada por un gen dominante con efectos mayores (Forbes *et al.* 2014), caracterizada por dar una respuesta de hipersensibilidad en forma de pequeñas lesiones necróticas (Pérez y Forbes 2008) y por consiguiente, el micelio invasor muere antes de que el patógeno sea capaz de reproducirse (Henfling 1987), lamentablemente esta forma de resistencia se muestra invulnerable a una raza fisiológica del patógeno, muriendo ante la aparición de nuevas razas, razón por lo que tiene poca duración en el campo (Torres 2002).

La variedad INIA 302 – Amarilis con 98.10 % de infección y 8.62 grados de susceptibilidad, mostro ser susceptible a las condiciones climáticas de la localidad de Chucmar- Chota, confirmándose que el patógeno es cada vez más agresivo, resistente a los fungicidas, venciendo de esta manera la resistencia genética de la variedad, ya que fue lanzada como resistente (Cabrera y Pando 2011).

Se manifiesta además, que los diferentes grados de susceptibilidad y porcentajes de infección, que presenta las variedades en estudio, se debe a sus caracteres genéticos. En la figura 6 observamos gráficamente el comportamiento de las variedades de papa frente al ataque de *P. infestans*.



**Figura 6.** Susceptibilidad de cinco variedades de papa a *P. infestans*, parcela experimental de Chucmar – Chota.

#### 4.1.2. Rendimiento en t ha<sup>-1</sup>, parcela experimental Chucmar - Chota

En el análisis de varianza del rendimiento (tabla 8), no se encontró significación estadística para bloques dado que el valor del F calculado (2.077) es menor que  $F_{0.05} = 3.49$  y  $F_{0.01} = 5.95$ , esto indica que el rendimiento no está afectado por los bloques. Para el análisis de variedades se encontró alta significación estadística, dado que el valor de la F calculado (37.78) es mayor que  $F_{0.05} = 3.26$  y  $F_{0.01} = 5.41$ , esto nos indica que el rendimiento de las cinco variedades fue diferente estadísticamente.

**Tabla 8.** Análisis de varianza del rendimiento en t ha<sup>-1</sup> de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa.

Fuentes de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Variedad	4	1375.2	343.8	37.78**	3.26	5.41
Bloque	3	56.7	18.9	2.077 ns	3.49	5.95
Error	12	109.8	9.1			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>1541.7</b>				

CV= 26.5 %      \*\*= Alta significación estadística. Ns=no significativo.

El coeficiente de variación 26.5 %, indica la variabilidad de los resultados obtenidos con un mismo tratamiento. Esta variabilidad se atribuye posiblemente a la incidencia de rancha presentada en campo.

Al hallar alta significación estadística para variedad se realizó la prueba de Tukey al 1% de probabilidad (tabla 9), lo que indica que los mayores rendimientos significativos de 25 t ha<sup>-1</sup> y 16.7 t ha<sup>-1</sup>, obtuvieron las variedades INIA 309 - Serranita e INIA 326 - Shulay respectivamente y está representado por la letra "A". Los rendimientos menores de Yungay (7.6 t ha<sup>-1</sup>), INIA 302 – Amarilis (6.0 t ha<sup>-1</sup>) e INIA 303 - Canchán (2.8 t ha<sup>-1</sup>) son estadísticamente iguales y están representados por la letra "B".

**Tabla 9.** Prueba de Tukey al 1% de probabilidad para el rendimiento en t ha<sup>-1</sup>, parcela experimental Chucmar – Chota.

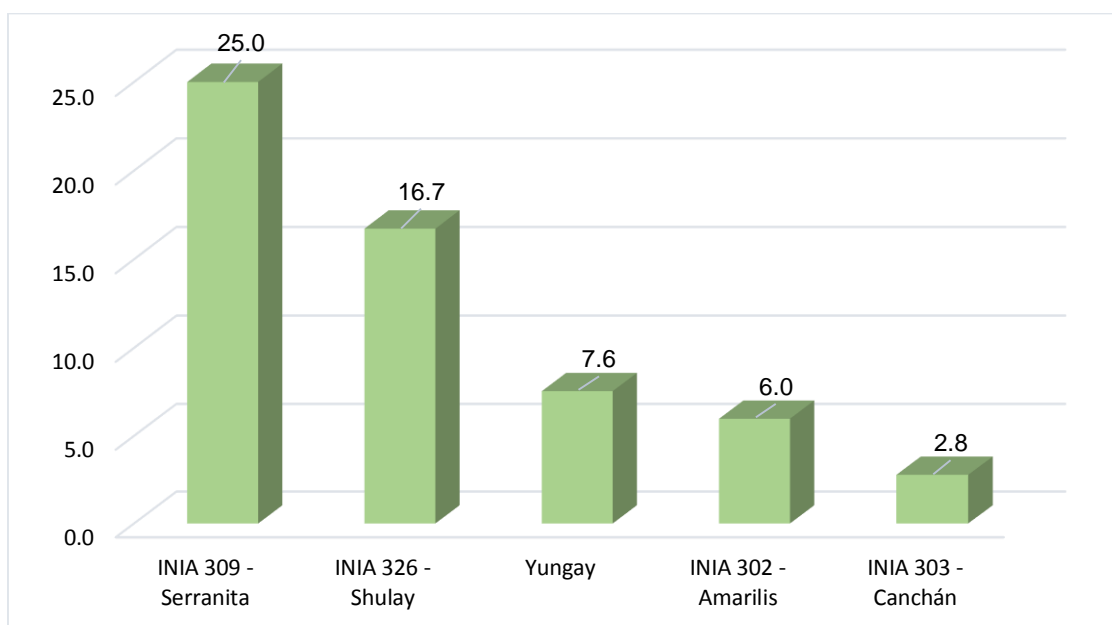
<b>Variedad</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>significación al 1 %</b>
INIA 309 - Serranita	25.0	A
INIA 326 - Shulay	16.7	A
Yungay	7.6	B
INIA 302 - Amarilis	6.0	B
INIA 303 - Canchán	2.8	B

El rendimiento es influido por factores como: clima, fertilidad, variedad, ataque de plagas y enfermedades, manejo, época de siembra, etc. (Ortiz *et al* 1999). Así, mismo por los componentes de rendimiento: densidad de plantación (Nº tubérculos semilla / ha), tallos emergidos (Nº tallos emergidos / tubérculo), producción por planta (Nº de tubérculos / planta) y peso de tubérculos (Kg de tubérculos / planta). En la presente investigación se pudo observar una clara relación entre el daño causado por racha y el rendimiento por hectárea de la papa.

Observamos rendimientos bajos de las variedades: INIA 303 - Canchán (2.8 t ha<sup>-1</sup>), Yungay (7.6 t ha<sup>-1</sup>) e INIA 302 - Amarilis (6 t ha<sup>-1</sup>) y debiéndose a la fuerte incidencia y severidad de racha sobre estas variedades, la misma que influyo en los componentes de rendimiento, obteniendo 61.3 %, 53.6 % y 49.7 % respectivamente de tubérculos pequeños de menor peso, no comerciales (tabla 10) y de 2.1 a 2.3 promedio de tallos por planta (tabla 12).

INIA 326 - Shulay con 16.7 t ha<sup>-1</sup>, siendo la de mayor resistencia, tubo rendimiento bajo, sabiendo que puede alcanzar hasta 30 t ha<sup>-1</sup> (INIA 2017), probablemente sea porque se siembra por primera vez en Chucmar, así mismo por presentar 45 % de tubérculos no comerciales (tabla 10) y promedio de tallos por planta 2.2 (tabla 12).

INIA 309 - Serranita con 25 t ha<sup>-1</sup>, obtuvo el mayor rendimiento a pesar que se presentó 2.16 grados de susceptibilidad, esto se debe a que la variedad tiene tuberización temprana y acelerada (INIA 2012), presentándose el patógeno con mayor severidad después de la floración, así como también por presentar 66.3 % de tubérculos grandes de mayor peso, comerciales (tabla 10) y 3.8 tallos por planta (tabla 12).



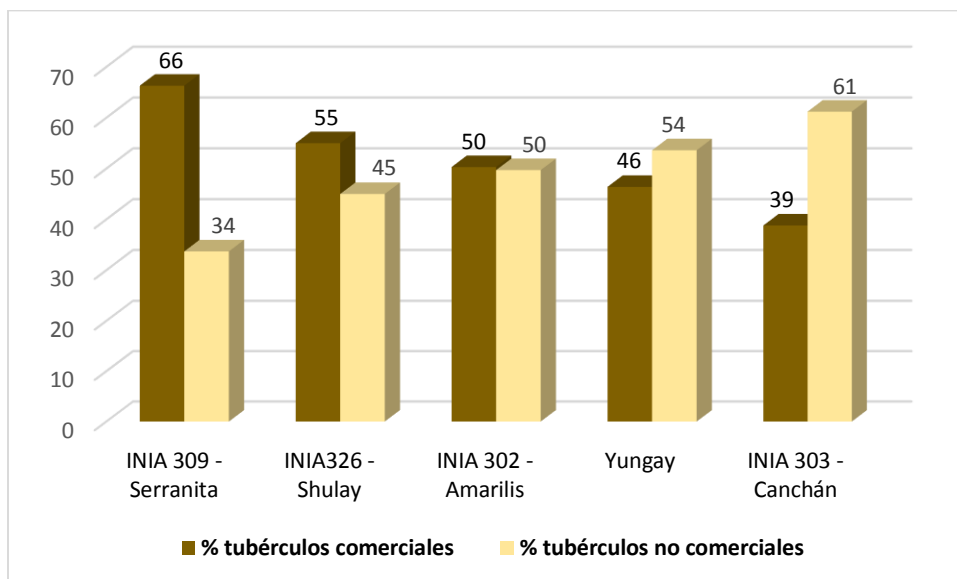
**Figura 7.** Rendimiento en t ha<sup>-1</sup>, parcela experimental Chucmar- Chota.

#### 4.1.3. Rendimiento total de tubérculos comerciales y no comerciales (%), parcela experimental Chucmar – Chota.

Los resultados se muestran en la tabla 10 y gráficamente en la figura 8, donde INIA 309 - Serranita presento el mayor porcentaje de tubérculos comerciales con 66.3% seguida de INIA 326 - Shulay con 55 %, INIA 302 – Amarilis 50.3 %, INIA 302 - Canchan con 61.2 % y Yungay con 53.6 %, presentaron el mayor porcentaje de tubérculos no comerciales. La fuerte incidencia de ranca en las variedades Canchán y Yungay ha disminuido el rendimiento notablemente, produciendo tubérculos pequeños (no comerciales) en mayor porcentaje.

**Tabla 10.** Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Chucmar - Chota.

VARIEDAD	% tubérculos comerciales	% tubérculos no comerciales
INIA 309 - Serranita	66.3	33.7
INIA 326 - Shulay	55.0	45.0
INIA 302 - Amarilis	50.3	49.7
Yungay	46.4	53.6
INIA 303 - Canchán	38.8	61.2



**Figura 8.** Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Chucmar – Chota.

#### 4.1.4. Número de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota

En el análisis de varianza del número de tallos por planta (tabla 11), no se encontró significación estadística para bloques dado que el valor del F calculado (2.5) es menor que  $F_{0.05} = 3.49$  y  $F_{0.01} = 5.95$ , esto indica que el número de tallos no está afectado por bloques. Para el análisis de variedades se encontró alta significación estadística, dado que el valor de la F calculado (16.3) es mayor que  $F_{0.05} = 3.26$  y  $F_{0.01} = 5.41$ , esto nos indica que el número de tallos de las cinco variedades fue diferente estadísticamente.

**Tabla 11.** Numero de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota.

Fuentes de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Variedad	4	8.453	2.113	16.3**	3.26	5.41
Bloque	3	0.970	0.323	2.5 ns	3.49	5.95
ERROR	12	1.555	0.130			
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>10.978</b>				

CV= 14.34 %    \*\*= Alta significación estadística. Ns=no significativo

El coeficiente de variación 14.34 %, indica la variabilidad de los resultados obtenidos con un mismo tratamiento.

Al haber alta significación estadística para variedad se realizó la prueba de Tukey al 1% de probabilidad (tabla 12), la cual nos indica que el mejor promedio de tallos por planta significativo, obtuvo INIA 309 - Serranita con 3.8 y está representado por la letra "A". Las variedades: INIA 302 - Amarilis (2.3), INIA 326 - Shulay (2.2), INIA 303 - Canchán (2.2) y Yungay (2.1) son estadísticamente iguales y están representados por la letra "B".

**Tabla 12.** Prueba de Tukey para el número de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota.

<b>Variedad</b>	<b>Nº Tallos / planta</b>	<b>Significación 1 %</b>
INIA 309 - Serranita	3.8	A
INIA 302 - Amarilis	2.3	B
INIA 326 - Shulay	2.2	B
INIA 303 - Canchán	2.2	B
Yungay	2.1	B

El número de tallos por planta es un componente que determina el número de tubérculos, tamaño de tubérculos y tasa de multiplicación los cuales a su vez determinan el rendimiento (Wiersema, citado por Benavides 2019).

La variación en el número de tallos depende del cultivar, estado fisiológico del tubérculo semilla al momento de la siembra y densidad de plantación (Seminario *et al.*, citado por Benavides 2019).

**4.2. Resistencia a *Phytophthora infestans* de cinco variedades de papa, en la localidad de Huaripampa - Tarma.**

**Tabla 13.** Registro del porcentaje de *P. infestans* y cálculo de susceptibilidad, parcela experimental de Huaripampa.

Bloque	Días después de la siembra	43	50	57	64	70	77	86	92	105	AUDPC	rAUDPC	Valor más alto de escala	constante	valores de la escala de susceptibilidad
I	Amarilis	0.0	2.0	4.3	7.7	10.0	20.0	25.0	25.0	41.7	1360.8	0.219	10.0	11.02	2.42
	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	10.7	0.002			0.02
	Canchán	0.0	10.0	25.0	97.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	5625.5	0.907			10.0
	Yungay	4.3	20.0	25.0	66.7	82.3	83.3	90.7	97.0	99.0	5144.8	0.830			9.15
	Serranita	0.0	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	7.7	166.7	0.027			0.30
II	Canchán	0.0	3.0	25.0	82.3	91.7	97.0	99.0	100.0	100.0	5395.5	0.870	10.0	11.49	10.00
	Serranita	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	25.0	33.3	763.3	0.183	2.11		
	Yungay	1.3	10.0	25.0	41.7	58.3	63.7	74.0	88.7	99.0	4359.3	0.703	8.08		
	Amarilis	0.0	3.0	3.0	10.0	10.0	10.0	20.0	25.0	33.3	1147.8	0.185	2.13		
	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	5.5	0.001	0.01		
III	Serranita	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	7.7	41.7	645.0	0.104	10.0	11.59	1.21
	Canchán	0.0	7.7	20.0	65.7	97.0	100.0	100.0	100.0	100.0	5351.0	0.863			10.00
	Amarilis	0.0	1.0	7.7	15.0	25.0	25.0	41.7	50.0	58.3	2216.5	0.358			4.14
	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	7.7	0.001			0.01
	Yungay	0.3	5.3	17.7	36.7	57.3	58.3	66.7	66.7	83.3	3656.5	0.590			6.83
IV	Shulay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	10.7	0.002	0.02		
	Yungay	3.7	15.0	25.0	75.0	80.3	91.0	100.0	100.0	100.0	5330.5	0.860	9.68		
	Serranita	0.7	1.3	2.0	3.0	5.3	5.3	10.0	10.0	25.0	647.5	0.104	1.18		
	Canchán	6.7	15.0	25.0	75.0	95.0	100.0	100.0	100.0	100.0	5508.3	0.888	10.0	11.26	10.00
	Amarilis	0.7	4.7	7.7	13.3	15.0	25.0	58.3	58.3	63.7	2467.2	0.398	4.48		

#### 4.2.1. Análisis de varianza para los valores de susceptibilidad a *P. infestans* de cinco variedades de papa, parcela experimental Huaripampa - Tarma.

En el análisis de varianza (Tabla 14), no se encontró significación estadística para bloques dado que el valor del F calculado (0.70) es menor que  $F_{0.05} = 3.49$  y  $F_{0.01} = 5.95$ , esto indica que el rendimiento no está afectado por los bloques. Para el análisis de variedades se encontró alta significación estadística, dado que el valor de la F calculado (103.5) es mayor que  $F_{0.05} = 3.26$  y  $F_{0.01} = 5.41$ , esto nos indica que la susceptibilidad a rancho de las cinco variedades fue diferente estadísticamente.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para los valores de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental de Huaripampa – Tarma.

Fuentes de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Variedad	4	312.63	78.158	103.5**	3.26	5.41
Bloque	3	1.58	0.527	0.70 ns	3.49	5.95
ERROR	12	9.06	0.755			
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>323.27</b>				

CV= 18.94% \*\*= Alta significación estadística. Ns=no significativo

El coeficiente de variación (CV= 18.94 %), indica, que la respuesta de susceptibilidad de las variedades a *P. infestans*, son diferentes.

Al encontrar alta significación estadística para variedad se realizó la prueba de Tukey al 1 % de probabilidad (tabla 15), donde indica que las variedades de mayor grado de susceptibilidad significativo son INIA 303 - Canchán con 10.0 y Yungay con 8.43, representadas con la letra "A". INIA 302 - Amarilis con 3.29 grados de susceptibilidad es tolerante y está representada por la letra "B" y estadísticamente es igual a INIA 309 – Serranita con 1.20 grados de susceptibilidad, pero numéricamente diferente, siendo INIA 309 – Serranita estadísticamente igual a INIA 326 - Shulay con 0.02, las mismas que están representados por la letra "C" y son resistentes.



**Tabla 15.** Prueba de Tukey al 1 % de probabilidad de los valores de susceptibilidad calculados por el AUDPC de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, en Huaripampa – Tarma.

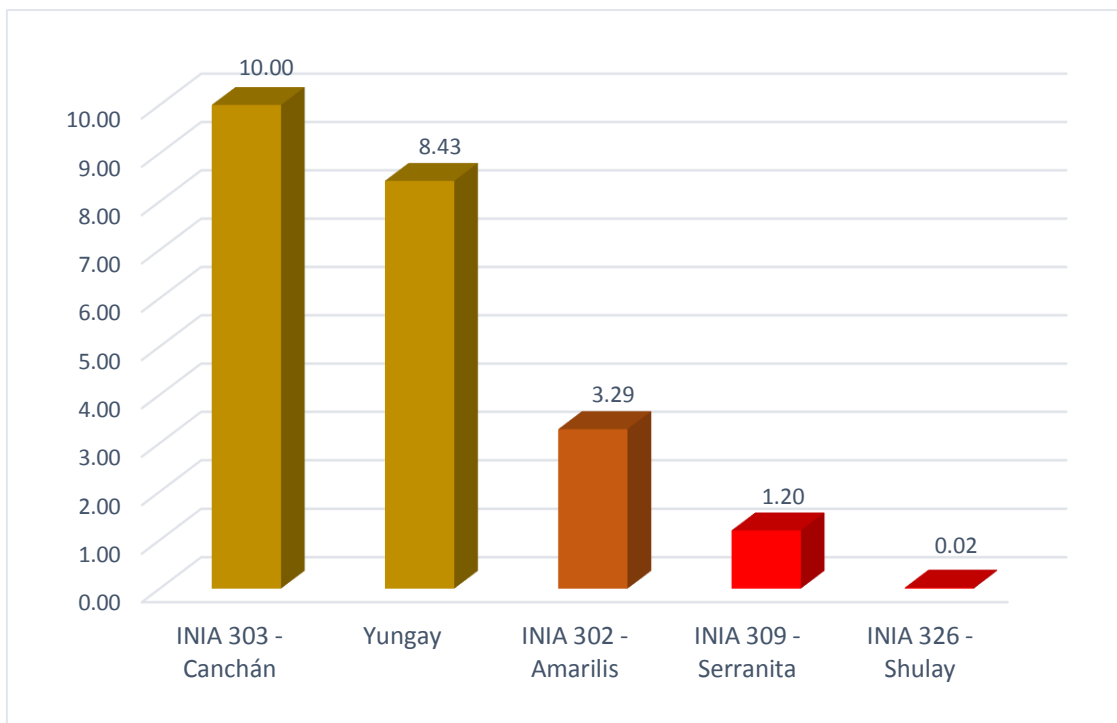
Variedad	Susceptibilidad		Significación 1%	
	a <i>P. infestans</i> escala (0-10)	% de infección		
INIA 303 - Canchán	10.00	100.0	A	
Yungay	8.43	95.9	A	
INIA 302 - Amarilis	3.29	3.29	B	
INIA 309 - Serranita	1.20	0.60	B	C
INIA 326 - Shulay	0.02	0.02	C	

La presencia de *P. infestans* en la localidad de Huaripampa – Tarma, fue consecuencia de las condiciones climáticas favorables, durante la conducción del experimento, presentando una temperatura máxima promedio de 21.2 °C y mínima de 5.9 °C, humedad relativa promedio de 76.5 % la cual está dentro del rango mencionado por Egúsqiza y Catalán (2011) y Roncal (2004).

Observamos que la variedad, INIA 326 - Shulay con 0.02 % de infección, presentando 0.02 grados de susceptibilidad y la variedad INIA 309 - Serranita con 0.6 % de infección y grado 1.20 fueron las de mayor resistencia al ataque de *P. infestans*, confirmando lo dicho por INIA (2012) e INIA (2017). Esto nos indica, que dichas variedades tienen resistencia horizontal.

Se observa también que la variedad INIA 302 – Amarilis con 3.29 % de infección y 3.29 grados de susceptibilidad, valor que nos permitió considerarlo tolerante, el comportamiento de esta variedad se debió a que en esta localidad no existió las condiciones climáticas para que prospere el patógeno, o que quizás se debió a la ausencia de otras razas fisiológicas del patógeno.

Yungay con 95.9 % de infección y grado 8.43 e INIA 303 - Canchán con 100 % de infección y grado 10 fueron las más susceptibles al ataque de *P. infestans*, confirmando los reportes de Cabrera y Pando (2011), esto nos indica que estas variedades tienen resistencia vertical.



**Figura 9.** Susceptibilidad de cinco variedades de papa a *P. infestans*, parcela experimental de Huaripampa – Tarma.

#### 4.2.2. Rendimiento en $t\ ha^{-1}$ , parcela experimental Huaripampa – Tarma

En el análisis de varianza para el rendimiento en toneladas por hectárea (tabla 16), no se encontró significación estadística para bloques dado que el valor de F calculado (0.66) es menor que  $F_{0.05} = 3.49$  y  $F_{0.01} = 5.95$ , esto indica que el rendimiento no está afectado por los bloques. Para el análisis de variedad se encontró alta significación estadística, dado que el valor de la F calculado (10.10) es mayor que  $F_{0.05} = 3.26$  y  $F_{0.01} = 5.41$ , esto nos indica que el rendimiento de las cinco variedades fue diferente estadísticamente.

**Tabla 16.** Análisis de varianza para el rendimiento en t ha<sup>-1</sup> de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental Huaripampa – Tarma.

Fuentes de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Variedad	4	640.1	160.03	10.10**	3.26	5.41
Bloque	3	31.40	10.48	0.66ns	3.49	5.95
ERROR	12	190.2	15.85			
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>861.7</b>				

CV= 65.86% \*\*= Alta significación estadística Ns=no significativo

El coeficiente de variación (65.86%) indica la variabilidad de los resultados obtenidos con un mismo tratamiento. Esta variabilidad se atribuye posiblemente a la incidencia de ranca presentada en campo.

Al encontrar alta significación estadística para variedad se realizó la prueba de Tukey al 1% de probabilidad (tabla 17), donde indica que el mayor rendimiento significativo se obtuvo con INIA 326 - Shulay (14.8 t ha<sup>-1</sup>), siendo estadísticamente igual a INIA 309 - Serranita (9.7 t ha<sup>-1</sup>) e INIA 302 - Amarilis (5.5 t ha<sup>-1</sup>), pero numéricamente diferente y representado con la letra “A”. Los rendimientos menores de Yungay (0.2 t ha<sup>-1</sup>) e INIA 303 – Canchán (0.0 t ha<sup>-1</sup>) son estadísticamente iguales y están representados por la letra “B”.

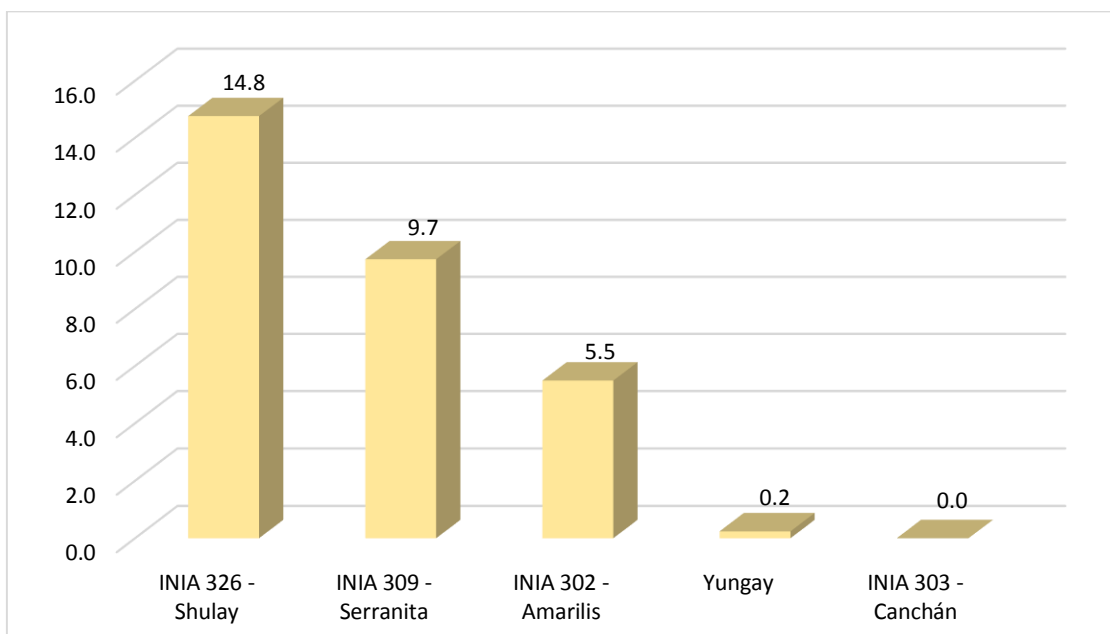
**Tabla 17.** Prueba de Tukey al 1% de probabilidad para el rendimiento en t ha<sup>-1</sup>, parcela experimental Huaripampa - Tarma.

Variedad	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Significación 1%	
INIA 326 - Shulay	14.8	A	
INIA 309 - Serranita	9.7	A	B
INIA 302 - Amarilis	5.5	A	B
Yungay	0.2		B
INIA 303 - Canchán	0		B

El rendimiento en la localidad de Huaripampa - Tarma, fue afectado por las condiciones climáticas de temperatura y humedad relativa que favoreció para la presencia de *P. infestans*. Así mismo se vio reducido por presentarse bajas precipitaciones durante el periodo vegetativo (326.6 mm), sobre todo en los meses de abril: 26.4 mm y mayo: 9.1 mm (tabla 2). Sabiendo que las variedades modernas de papa son sensibles a la falta de agua en el suelo, necesitando irrigación frecuente; es decir variedades de papa de periodo vegetativo de 120 a 150 días consume de 500 a 700 mm de agua, reduciendo su producción si se agota más del 50 % del total del agua disponible en el suelo durante el período de crecimiento. En general, la falta de agua durante la parte media y final del período de crecimiento, es decir, durante la estolonización y el inicio de la formación de los tubérculos y el crecimiento de los mismos, tiende a reducir la producción (FAO 2008).

Las variedades: INIA 326 – Shulay con 14.8 t ha<sup>-1</sup>, INIA 302 – Amarilis con 5.5 t ha<sup>-1</sup> e INIA 309 – Serranita con 9.7 t ha<sup>-1</sup> fueron las de mayor rendimiento, presentando 47.3 %, 41.3 % y 35.3 % respectivamente de tubérculos comerciales en relación a las otras variedades (tabla 18) y mayor promedio de tallos por planta (tabla 20).

Las variedades: Yungay con 0.2 t ha<sup>-1</sup> presentando 96.7 % de tubérculos no comerciales (tabla 18) e INIA 303 – Canchán con 0.0 t ha<sup>-1</sup>, fueron las más susceptibles, llegando a perderse la cosecha, debido a que fueron atacadas por *P. infestans* tempranamente no dando oportunidad que la planta se desarrolle.



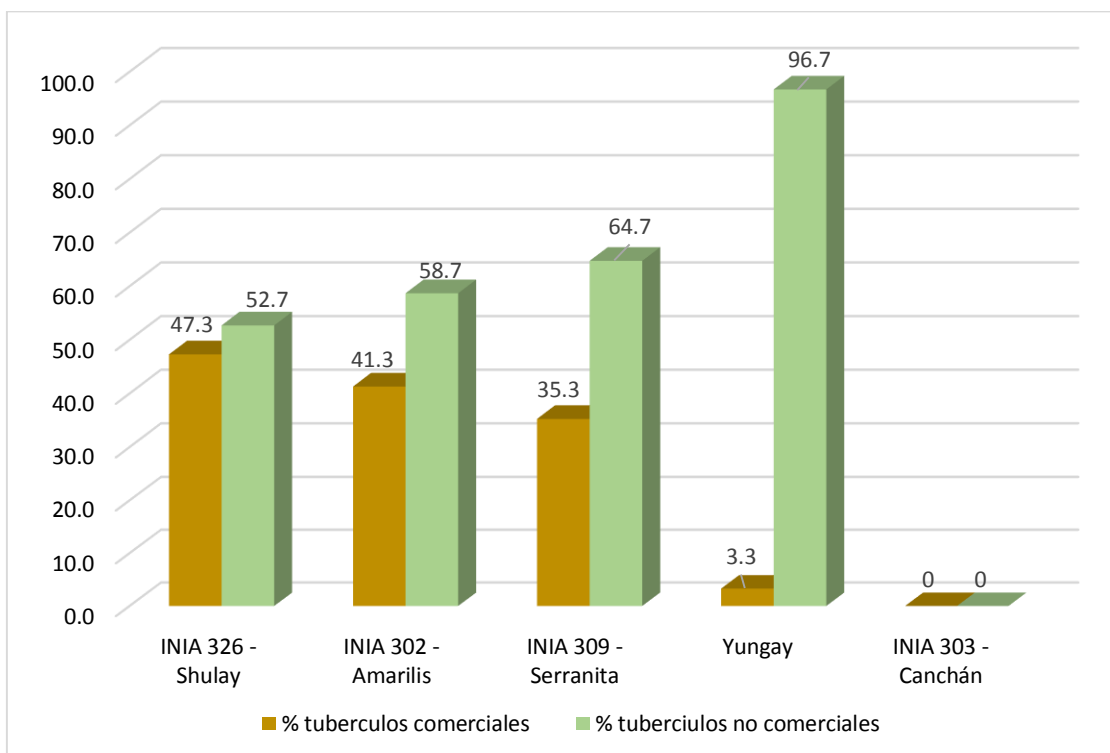
**Figura 10.** Rendimiento en t ha<sup>-1</sup> de los tratamientos resultantes de combinar cinco variedades de papa, parcela experimental de Huaripampa – Tarma.

#### 4.2.3. Rendimiento total de tubérculos comerciales y no comerciales (%), parcela experimental Huaripampa - Tarma

Los resultados se muestran en la tabla 18 y gráficamente en la figura 11. Con excepción de INIA 303 - Canchán que murió por la fuerte severidad de racha, todas las variedades presentan mayor porcentaje de tubérculos no comerciales: Yungay (96.7 %), seguida de INIA 309 - Serranita (64.7 %), INIA 302 - Amarilis (58.7 %) e INIA 326 - Shulay (52.7 %), debido que las condiciones climáticas no fueron las idóneas influyendo en el rendimiento.

**Tabla 18.** Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Huaripampa – Tarma.

<b>VARIEDAD</b>	<b>% tubérculos comerciales</b>	<b>% tubérculos no comerciales</b>
INIA 326 - Shulay	47.3	52.7
INIA 302 - Amarilis	41.3	58.7
INIA 309 - Serranita	35.3	64.7
Yungay	3.3	96.7
INIA 303 - Canchán	0	0



**Figura 11.** Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales, parcela experimental de Huaripampa – Tarma.

#### 4.2.4. Número de tallos por planta, parcela experimental de Huaripampa – Tarma

En el análisis de varianza del número de tallos por planta (tabla 19), no se encontró significación estadística para bloques dado que el valor del F calculado (2.3) es menor que  $F_{0.05} = 3.49$  y  $F_{0.01} = 5.95$ , esto indica que el número de tallos no está afectado por los bloques. Para el análisis de variedades se encontró alta significación estadística, dado que el valor de la F calculado (27.6) es mayor que  $F_{0.05} = 3.26$  y  $F_{0.01} = 5.41$ , esto nos indica que el número de tallos de las cinco variedades fue diferente estadísticamente.

**Tabla 19.** Numero de tallos por planta, parcela experimental de Chucmar – Chota.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>F tabular 0.05</b>	<b>F tabular 0.01</b>
Variedad	4	31.58	7.896	27.6	3.26	5.41
Bloque	3	1.970	0.66	2.30	3.49	5.95
ERROR	12	3.433	0.286			
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>36.99</b>				

CV= 23.6 %

\*\*= Alta significación estadística. Ns=no significativo

El coeficiente de variación 23.6 %, indica la variabilidad de los resultados obtenidos con un mismo tratamiento.

Al hallar alta significación estadística para variedad se realizó la prueba de Tukey al 1% de probabilidad (tabla 20), donde indica que el número de tallos por planta, de las variedades: INIA 309 - Serranita (3.5); INIA 326 - Shulay (3.3); INIA 302 - Amarilis (2.4); y Yungay (2.1), son estadísticamente iguales y está representado por la letra “A”. La variedad INIA 303 - Canchán (0.0), murió por la fuerte severidad de rancho antes de la evaluación del número de tallos y está representada por la letra “B”.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey para el número de tallos por planta, parcela experimental de Huaripampa – Tarma.

<b>Variedad</b>	<b>Nº Tallos/planta</b>	<b>Significación 1 %</b>
INIA 309 - Serranita	3.5	A
INIA 326 - Shulay	3.3	A
INIA 302 - Amarilis	2.4	A
Yungay	2.1	A
INIA 303 - Canchán	0.0	B

La diferencia entre el número promedio de tallos por planta es una característica innata de cada variedad, influenciada probablemente por las condiciones de almacenamiento, dormancia, dominancia apical, transporte y problemas sanitarios durante la emergencia (Christiansen, citado por Cueva 1993).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- ✓ La variedad INIA 326 - Shulay, presentando 0.02 grados de susceptibilidad en ambas localidades y con rendimiento de 16.7 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar y 14.8 t ha<sup>-1</sup> en Huaripampa mostró ser resistente a *Phytophthora infestans*.
- ✓ INIA 309 - Serranita en Chucmar, presentando grado 2.16 con 25 t ha<sup>-1</sup> y en Huaripampa con grado 1.20 y 9.7 t ha<sup>-1</sup>, mostró ser resistente a *Phytophthora infestans*.
- ✓ Yungay, presentando grado 7.02 y 7.6 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar y con grado 8.43 y 0.2 t ha<sup>-1</sup> en Huaripampa se comportó susceptible a *Phytophthora infestans*.
- ✓ INIA 302 – Amarilis, presentando grado 8.62 y 6 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar mostro ser susceptible a *Phytophthora infestans* y con grado 3.29 y 5.5 t ha<sup>-1</sup> en Huaripampa mostro ser tolerante a las condiciones climáticas del lugar.
- ✓ INIA 303 – Canchán en las dos localidades mostró se muy susceptible a *Phytophthora infestans*, con grado 10 y rendimiento de 2.8 t ha<sup>-1</sup> en Chucmar y 0.0 t ha<sup>-1</sup> en Huaripampa.



## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, GN. 1996. Fitopatología. Primera reimpresión de la segunda edición. Limusa. México. 838 p.
- Agrios, GN. 1998. Introducción a la Fitopatología. Tercera reimpresión de la segunda edición. Traducido del inglés al español por Manuel Guzmán Ortiz. Limusa. México. 819 p.
- Agrios, GN. 2005. PLANT PATHOLOGY. Fifth edition. China. 922 p.
- Benavides, RE. 2019. “RENDIMIENTO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), CULTIVAR AMARILLA REDONDA, CON TRES DOSIS DE HUMUS Y TRES NIVELES DE BIOESTIMULANTE FOLIAR”. Tesis. Ing. Agro. Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 83 p.
- Cabrera Hoyos, HA. 2008. LA RANCHA DE LA PAPA EN CAJAMARCA (*Phytophthora infestans*). Informe técnico N° 1- 08, Lima, Perú. 36 p.
- Cabrera Hoyos, HA; Pando Gómez, RV. 2011. Catálogo de variedades mejoradas y nativas de papa en la región Cajamarca. Cajamarca Perú. 75 p.
- Cueva Córdoba, WA. 1993. “Comparativo de Cultivares y Clones avanzados de Papa (*solanum tuberosum* L) Para Evaluar Características Agronómicas de Rendimiento”. Tesis. Ing. Agro. Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 72 p.

- Egúsqiza, BR; Catalán, BW. 2011. Manejo Integrado de papa. Curso taller. Cuzco-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 47 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2008. Trayectoria hacia los orígenes de la papa de David Spooner (en línea). Consultado 10 jul. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/potato-2008/es/perspectivas/spooner.html>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2008. Año Internacional de la Papa 2008. La papa y los recursos hídricos. Consultado 16 set. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/agua.html>
- Forbes, GA; 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. Lima Perú. 50 p.
- Henfling, JW. 1987. El tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*). 2 ed. Lima-Perú. Centro internacional de la papa. 25 p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú). 2017. Papa INIA – 326 Shulay. Nuevo cultivar de papa con resistencia a racha y buena calidad para el procesamiento. Tríptico. Estación Experimental Agraria Santa Ana-Junín, Perú. 6p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú). 31 may. 2019. 100 kilos de papa consume cada cajamarquino al año (en línea). La rotativa. Cajamarca, Perú. Consultado 5 jul. 2019. Disponible en: <http://www.larotativa.pe/100-kilos-de-papa-consume-cada-cajamarquino-al-ano/>
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú); CIP (Centro Internacional de la Papa, PE).1994. Catálogo de semilla básica de papa en el Perú. Lima, Perú, Ed. E Franco, 49 p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, Perú). 2012. Catálogo de nuevas variedades de papa. Ed. Z. Portillo. Lima, Perú. 93 p.

- Jaramillo Arias, PA. 2015. ESTUDIO DE LOS COMPONENTES GENÉTICOS DE LA RESISTENCIA AL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) (Mont.) de Bary EN PAPA (*Solanum phureja*) CUTUGLAHUA, PICHINCHA. Tesis. Ing. Agro. Quito– Ecuador. Universidad Central Del Ecuador.100 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2018. Plan nacional de cultivos campaña agrícola 2018-2019. Ayacucho, Perú. 40 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2018. PLAN NACIONAL DE CULTIVOS (campaña agrícola 2018-2019). Perú. 293 p.
- Núñez, VP. 2016. “FUENTES Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CRECIMIENTO, TUBERIZACIÓN Y CALIDAD DE FRITURA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD ÚNICA”. Tesis. Ing. Agro. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 110 p.
- Ñahui, DM. 2011. Vulnerabilidad de papas nativas a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en el contexto del cambio climático. Tesis. Ing. Agr. Huancayo, Perú. Universidad Nacional Del Centro Del Perú. 119 p.
- Ortiz, O; Winters, P; Fano, H. 1999. La Percepción de los Agricultores sobre el Problema del Tizón Tardío o Ranchara (*Phytophthora infestans*) su Manejo: Estudio de Casos en Cajamarca, Perú. Revista Latinoamericana de la Papa 11 (1): 97-120.
- Pérez, W; Forbes, G. 2008. El tizón tardío de la papa. Lima - Perú. 41 p.
- Román Horna, ML. 2015. Resistencia A *Phytophthora infestans* En *Solanum tuberosum* var. Desiree Mediante la Introducción del Gen RB. Tesis. Mag. Sc. Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. 92 p.
- Romero Pajares, JD. 2010. Inductores químicos y biológicos de resistencia para el control de *Phytophthora infestans* en papa cultivar Yungay. Tesis. Mag. Sc. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 63 p.
- Romero, CS. 1988. HONGOS FITOPATOGENOS. Universidad autónoma Chapingo. México. 347 p.

- Roncal Ordoñez, MS. 1993. Taxonomía de hongos fitopatógenos comunes. Cajamarca-Perú. Ed. Obispo "Martínez Campañón". 347 p.
- Roncal Ordoñez, MS. 2004. Principios de Fitopatología Andina. Cajamarca, Perú. Oficina General de Investigación de la UNC. 420 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Perú). 2018-2019. Datos hidrometeorológicos a nivel nacional (en línea). Consultado 16 ago. 2019. Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>.
- Sevilla, RA. 2018. Evacuación de Componentes de Resistencia Genética de Papa (*Solanum Tuberosum*) al Tizón Tardío (*Phytophthora Infestans*) En Condiciones Controladas. Titulación. Ing. Agro y de Alim. Quito - Ecuador. Universidad De Las Américas. 77 p.
- Torres, H. 2002. Manual de las enfermedades de papa más importantes en el Perú. Lima, Perú. 62 p.
- Villodas, RL. 2015. Validación de estrategias de PROINPA para el control químico de la ranca (*Phytophthora infestans*) de la papa en Huánuco, Perú. Tesis. Mag. Sc. Lima - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 146 p.

## ANEXOS

Las siguientes imágenes muestran las actividades realizadas durante el proceso de la investigación.



**Figura. 12.** Siembra Chucmar-Chota.



**Figura. 13.** Siembra Huaripampa-Tarma.



**Figura. 14.** Deshierbo Chucmar.



**Figura. 15.** Aporque Chucmar.



**Figura. 16.** Evaluación de rancha - Chucmar.



**Figura. 17.** Evaluación de rancha - Huaripampa.





**Figura. 18.** Parcela experimental de Chucmar – Chota, afectada por *P. infestans*.



**Figura 19.** Parcela experimental de Huaripampa – Tarma, afectada por *P. infestans*.





Figura. 20. INIA-309 Serranita sin *P. infestans* (A) y con *P. infestans* (B)

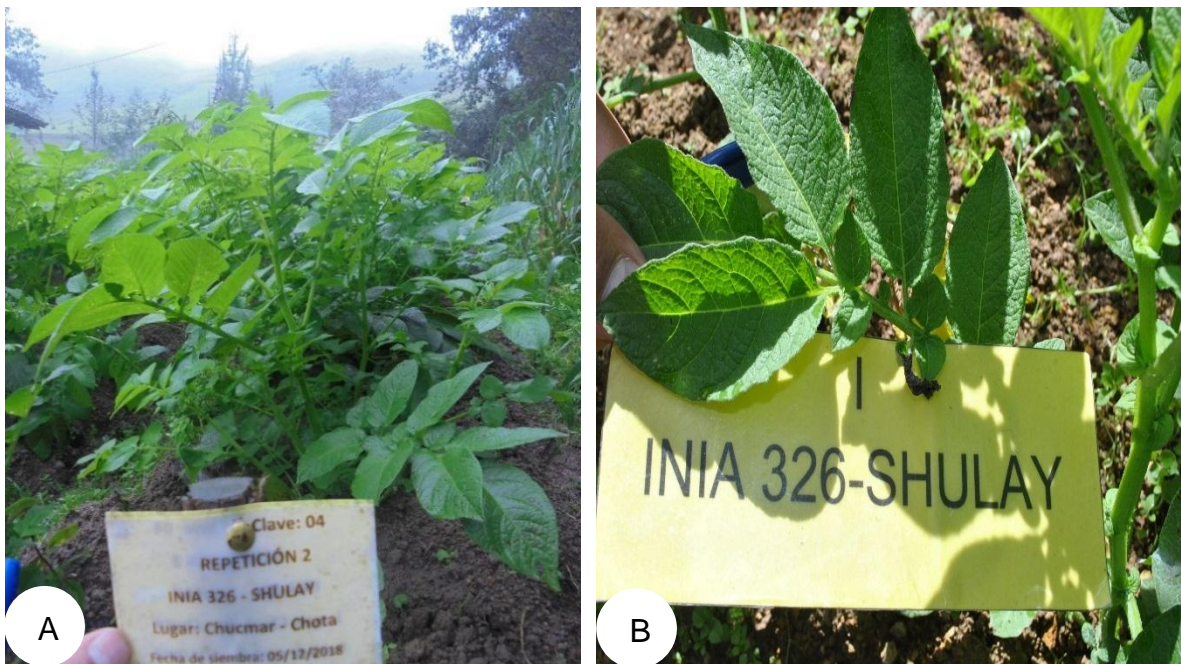


Figura. 21. INIA-326 Shulay sin *P. infestans* (A) y con *P. infestans* (B)





Figura. 22. Yungay sin *P. infestans* (A) y con *P. infestans* (B)



Figura. 23. INIA-302 Amarilis sin *P. infestans* (A) y con *P. infestans* (B)





A



B

**Figura 24.** INIA-303 Canchán sin *P. infestans* (A) y con *P. infestans* (B)



**Figura 25.** Cosecha. Chucmar – Chota.



**Figura 26.** Toma de datos (Nº tubérculos comerciales y no comerciales). Chucmar – Chota.





**Figura 27.** Pesado de tubérculos – Chucmar



**Figura 28.** Cosecha. Huaripampa – Tarma.



**Figura 29.** Toma de datos (Nº tubérculos comerciales y no comerciales). Huaripampa - Tarma



**Figura 30.** Pesado de tubérculos Huaripampa Tarma.





Decenario de Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

NOMBRE : **PROYECTO PNIA 172 – FRAS MODESTO DELGADO**

PROCEDENCIA: chota – Tacabamba - Chugmar Fecha: **07/11/2018**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Torillo	SU0745-EEBI-18	67.73	215.0	4.7	2.60	0.65	--	--	--	--

**INTERPRETACIÓN**

Fósforo (P) : MUY ALTO  
 Potasio (K) : BAJO  
 pH (reacción) : **FUERTEMENTE ACIDO**  
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO  
 Clase textural : --

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**

**Cultivo a Sembrar: PAPA**

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha
Cantidad	160	90	120	<b>1.50</b>								

Recomendaciones y Observaciones Especiales: **APLICAR CAL EN LA PREPARACION DE TERRENO UN MES Y MEDIO ANTES DE LA INSTALACION DEL CULTIVO Y APLICAR 3.00 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO**



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 Estación Experimental Banos del Inca  
  
 Ing. Julio A. Velásquez Camacho  
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

T: (051) 076 348386  
 www.inia.gob.pe  
 binca@inia.gob.pe

Trabajando para todos los peruanos

FOLIO:

Figura. 31. Análisis de suelo Chucmar-Chota.

**SERVICIO DE LABORATORIO**

Laboratorio de Servicio de Suelos :                      Teléfonos : 24-6206 y 24-7011  
 NOMBRE :      PROYECTO PNIA 0172  
 LUGAR :      TARMA. JUNIN  
 C.E. Casaracra

**RESULTADOS DE ANALISIS**

	475-2018	10/12/2018
Potrero	Nº de Laboratorio	Fecha

TEXTURA											
5.4		3.5	8.0	108	0.1	0.17		45.6	14.2	40.2	Franco
pH	C.E	M.O	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	

**INTERPRETACION DE ANALISIS :**

	Peligroso	Normal	BAJO			MEDIO		ALTO
	Acidez Extractable			Nitrógeno (N)			X	
Reacción del Suelo	X		Fósforo (P)			X		
Salinidad del Suelo			Potasio (K)		X			
			% M.O.			X		

**RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS**

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha		
FORMULA	180	160	160								
Recomendaciones y observaciones especiales	Incorporar al suelo 250 Kg/ha de cal agricola, al voleo en la preparacion del terreno con un mes antes de la siembra.										
Cultivo:	PAPA										
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	Aplicar a la siembra	Aplicar todo el P y el K		Fosfato Diamonico			350 Kg/ha				
				Sulfato de Potasio			320 Kg/ha				
	Destierbo	Nitrogeno		Nitrato de Amonio			100 Kg/ha				
		En aporque		Nitrogeno			Nitrato de Amonio			250 Kg/ha	
	Realizar dos aplicaciones foliares con calcio y boro al inicio de la floracion.										

INIA  
 Estación Experimental Agraria  
 Santa Ana - Huancayo  
 a [Signature]  
 [Signature]  
 [Signature]

**Figura. 32.** Análisis de suelo de Huaripampa-Tarma.

## GLOSARIO

**Acumen.** Hace referencia a la parte terminal del pétalo de una flor.

**Anteridio.** Órgano sexual masculino de algunos hongos.

**ANOVA.** (Análisis de varianza) técnica que se puede utilizar para decidir si las medias de dos o más poblaciones son iguales. La prueba se basa en una muestra única obtenida a partir de cada población.

**AUDPC.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad. Usa los porcentajes de área foliar enferma para calcular la susceptibilidad de una planta a una enfermedad.

**Clon.** Conjunto de seres genéticamente idénticos que descienden de un mismo individuo por mecanismos de reproducción asexual y que responde a la necesidad de referirse a lo que será una nueva variedad de cultivo multiplicada de manera vegetativa, cuyas características morfológicas y taxonómicas están en estudio.

**Esporangióforo.** Estructura que sostiene esporangios.

**Esporangios.** Estructura que contiene esporas asexuales, puede estar sostenido por un pedúnculo o esporangióforo.

**Fenilamidas.** Grupo de productos químicos específicos para Oomycetes, inhiben la formación de ARNr, por lo tanto controlan cuando empieza a crecer el micelio. Tienen alto riesgo de causar resistencia.

**Genotipo.** Constitución genética de un organismo.

**Haustorios.** Proyección de hifas de un hongo que actúa como órgano de absorción en las células del hospedero.

**Lenticelas.** Protuberancia del tronco y ramas de plantas que se ven a simple vista. Esta estructura aseguran la entrada de oxígeno (intercambio gaseoso entre los tejidos internos y el exterior)

**Metalaxyl.** Ingrediente activo de productos químicos que actúa contra hongos.

**Oomyceto.** Hongo que produce oosporas.

**Oogonio.** Gametangio femenino de los Oomycetes que contiene uno o varios gametos.

**Oospora.** Espora sexual que se produce por la unión de dos gametangios morfológicamente distintos (oogonio y anteridio).

**Oospora plerótica.** En Oomycetos, cuando la oospora llena la cavidad del oogonio.

**Papilados.** Que tiene una papila; por ejemplo, una protuberancia o joroba.

**Patógeno.** Entidad que causa enfermedad.

**Resistente.** Que tiene las cualidades para impedir el desarrollo de un determinado patógeno. Que no es infectado o si lo es, en grado mínimo.

**Severidad.** Estimación visual en la cual se establece grados de infección en una determinada planta, sobre base del área de tejido vegetal enfermo.

**Susceptible.** Cualquier planta que es atacada por un determinado patógeno; carece de la capacidad inherente de resistir a las enfermedades o al ataque de un cierto patógeno; no inmune.

**Tolerante.** Capacidad que tiene una planta para soportar los efectos de una enfermedad sin que muera, sufra daños serios o se pierda la cosecha

**Variedad.** Termino que se designa a una planta cuyas características morfológicas y taxonómicas se ha definido previo estudio y se ha lanzado para ser cultivada.

**Zoospora.** Espora flagelada que tiene la capacidad de nadar en el agua.