

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



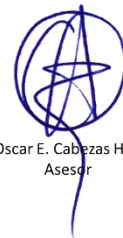
EFICIENCIA DE SEIS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY, EN *Solanum tuberosum* L. VARIEDAD CAPIRO EN CHINCHAO - HUÁNUCO.

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
JORDHAN ISAAC GANZ FLORIDO**

**ASESOR:
Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS**



Ing. Oscar E. Cabezas Huayllas
Asesor

Tingo María – Perú.

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 011-2023-FA-UNAS

BACHILLER : JORDHAN ISAAC GANZ FLORIDO

TÍTULO : "EFICIENCIA DE SEIS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY, EN *Solanum tuberosum* L. VARIEDAD CAPIRO EN CHINCHAO - HUÁNUCO"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ
VOCAL : M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS
VOCAL : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

ASESOR : Ing. OSCAR ESMANEL CABEZAS HUAYLLAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 31/03/2023

HORA DE SUSTENTACIÓN : 11:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A


CALIFICATIVO : BUENO


RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 31 DE MARZO DE 2023


.....
Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ
PRESIDENTE


.....
M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS
VOCAL


.....
M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
VOCAL


.....
Ing. OSCAR ESMANEL CABEZAS HUAYLLAS
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 017 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFICIENCIA DE SEIS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE <i>Phytophthora infestans</i> (MONT.) DE BARY, EN <i>Solanum tuberosum</i> L. VARIEDAD CAPIRO EN CHINCHAO - HUÁNUCO.	JORDHAN ISAAC GANZ FLORIDO	09 % Nueve

Tingo María, 18 de enero de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION
Dr. Tomas Menacho Manqui
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE
TÍTULO**

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Título de Tesis	: Eficiencia de seis fungicidas para el control de <i>Phytophthora infestans</i> (mont.) de bary, en <i>solanum tuberosum</i> l. variedad capiro en Chinchao – Huánuco
Autor	: Jordhan Isaac Ganz Florido
DNI	: 73181566
Correo electrónico	: jordhan.ganz@unas.edu.pe
Asesor	: Oscar Cabezas Huayllas
Escuela Profesional	: Agronomía
Programa de Investigación	: Cultivos tropicales/Fitosanidad
Línea (s) de Investigación	: Desarrollar ensayos de eficacia de pesticidas en el control de fitopatógenos e insectos plaga
Eje temático de investigación	: Sistemas de producción agrícola
Lugar de Ejecución	: Chinchao - Huánuco
Duración del trabajo	: 7 meses 15 días
Fecha de Inicio	: 15 de diciembre del 2020
Término	: 31 de julio del 2021
Financiamiento	: 4652.00
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: NO



Tingo María - Perú - mayo, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



EFICIENCIA DE SEIS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY, EN *Solanum tuberosum* L. VARIEDAD CAPIRO EN CHINCHAO - HUÁNUCO.

Autor	:	Jordhan Isaac Ganz Florido
Asesor (es)	:	Ing. Oscar Esmael Cabezas Huayllas
Programa de investigación	:	Cultivos tropicales/Fitosanidad
Línea de investigación	:	Desarrollar ensayos de eficacia de pesticidas en el control de fitopatógenos e insectos plaga
Eje temático	:	Sistemas de producción agrícola
Lugar de ejecución	:	Chinchao-Huánuco
Duración del trabajo	:	7 meses 15 días
Financiamiento	:	S/.4652

Tingo María – Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios; por ser un padre celestial que guía mi camino y formación personal dentro de mi comunidad cristiana, mi familia y sociedad.

A mi familia, por ser la razón de mi vida: mis padres que con amor y sacrificio hicieron todo lo posible para brindarme una educación con principios y valores; los cuales estuvieron siempre presentes en cada paso de mi vida, es inconmensurable mi gratitud hacia mis progenitores.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater; la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía, y docentes; por sus conocimientos brindados, que contribuyeron a mi formación profesional y personal.

Al jurado de tesis: Dr. Rolando Rios Ruiz, M.Sc. Fausto Silva Cardenas y Giannfranco Egoavil Jump por las valiosas sugerencias de mejora en la construcción final del presente trabajo de investigación

A la Sra. Isabeth Bravo Velazques, por brindarme las facilidades para la instalación de mi parcela experimental y todo el proceso de esta investigación.

Al Ing. Oscar Cabezas Hualliyas, por el apoyo incondicional en todo el proceso de investigación y por sus oportunas sugerencias.

Al Ing. Roberto Ojeda y la empresa FARMEX S.A. por el apoyo y contribución a la ejecución de esta investigación

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades de <i>Solanum tuberosum</i> L. (papa).....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.3. Descripción botánica.....	3
2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	4
2.2. La variedad Capiro.....	5
2.2.1. Origen.....	5
2.2.2. Cultivo de la variedad Capiro en el Perú.....	5
2.2.3. Características de la papa variedad Capiro.....	6
2.3. La enfermedad más significativa de la papa, “Tizón tardío o Rancho”.....	6
2.4. Tizón tardío “ <i>Phytophthora infestans</i> ”.....	7
2.4.1. Agente causal.....	7
2.4.2. Biología.....	7
2.4.3. Sintomatología de <i>P. infestans</i>	7
2.4.4. Ciclo de la enfermedad.....	7
2.4.5. Condiciones favorables para la presencia de la rancho.....	9
2.4.6. Fase de cultivo que afecta.....	9
2.4.7. Transmisión.....	9
2.4.8. Manejo integrado de <i>P. infestans</i> en papa.....	9
2.5. Control químico de <i>P. infestans</i>	10
2.5.1. Fungicidas de contacto.....	10
2.5.2. Fungicidas sistémicos y translaminares.....	11
2.6. Fungicidas utilizados en el Perú para el control de <i>P. infestans</i>	12
2.7. Resistencia de los fungicidas.....	15
2.8. Estrategias de manejo anti resistencia.....	15
2.9. Evaluación de ensayos de eficiencia con fungicidas.....	15
2.9.1. La incidencia.....	15
2.9.2. La severidad.....	16
2.9.3. Área bajo la curva de progreso (ABCPE).....	17
2.10. Antecedentes de la investigación.....	18

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Lugar de ejecución.....	19
3.1.1. Características del campo experimental.....	19
3.1.2. Variedad de la papa.....	19
3.2. Materiales.....	20
3.2.1. Materiales de campo.....	20
3.2.2. Materiales de gabinete:.....	20
3.3. Metodología.....	20
3.3.1. Tratamientos.....	20
3.3.2. Unidad experimental.....	21
3.3.3. Características del campo experimental.....	21
3.3.4. Disposición de los tratamientos en campo.....	22
3.3.5. Disposición de cada unidad experimental.....	23
3.3.6. Diseño estadístico del campo experimental.....	23
3.3.7. Conducción del experimento.....	24
3.3.8. Aplicación de productos químicos.....	25
3.3.9. Aplicación fungicidas para el control de <i>P. infestans</i>	26
3.3.10. Evaluación de los ensayos de eficiencia con fungicidas.....	28
3.3.11. Evaluación de protección de brotes nuevos.....	29
3.3.12. Evaluación efecto de los fungicidas en la producción.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Incidencia y severidad de <i>P. infestans</i> tras utilizar 06 fungicidas.....	30
4.1.1. Incidencia de <i>P. infestans</i>	30
4.1.2. Severidad de <i>P. infestans</i>	32
4.1.3. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).....	34
4.2. Efecto sistémico de seis fungicidas en brotes nuevos.....	36
4.2.1. Incidencia de <i>P. infestans</i> en la protección de brotes nuevos.....	36
4.2.2. Severidad de <i>P. infestans</i> en brotes nuevos.....	37
4.2.3. ANVA para el ABCPE en brotes nuevos.....	39
4.3. Producción del cultivo después de la aplicación de los seis fungicidas.....	40
4.3.1. Rendimiento total.....	40
4.3.2. Producción por categoría (t/ha).....	41
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. PROPUESTA A FUTURO.....	46
VII. REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	52

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Clasificación taxonómica de la papa	3
2. Escala de severidad propuesta por Farmex para evaluar <i>P. infestans</i> en la papa... ..	17
3. Relación de fungicida utilizados en el ensayo de control químico.	21
4. Características del campo experimental	22
5. Análisis de varianza.....	24
6. Frecuencia de aplicaciones para el control químico de <i>P. infestans</i>	26
7. Aplicación de fungicidas por tratamientos según la etapa fenológica	27
8. Clasificación de los tubérculos por categoría.	29
9. Análisis de varianza para la incidencia (%) de <i>P. infestans</i>	30
10. Prueba Tukey ($\alpha=0,05$) para la incidencia de <i>Phytophthora infestans</i>	31
11. Análisis de varianza para la severidad de <i>P. infestans</i>	33
12. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para la severidad de <i>P. infestans</i>	34
13. ANVA para el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad.....	34
14. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) área bajo la curva de progreso de la enfermedad.	35
15. Análisis de varianza para la incidencia de brotes nuevos.....	36
16. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para la incidencia de brotes nuevos.....	37
17. Análisis de Varianza para la severidad en brotes nuevos.....	38
18. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para la severidad de brotes nuevos.....	38
19. Análisis de varianza para (ABCPE) en brotes nuevos.	39
20. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) curva de progreso de la enfermedad en brotes nuevos.	40
21. Análisis de varianza para el rendimiento total (t/ha).....	40
22. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el rendimiento total.....	41
23. ANVA para <i>S. tuberosum</i> variedad capiro según categoría de clasificación.	42
24. Prueba Tukey 5 % para el rendimiento por categoría.	42
25. Promedios para determinar la incidencia	54
26. Promedios para determinar la severidad.....	54
27. Promedios de severidad para determinar la curva de progreso de la enfermedad... ..	55
28. Promedios para determinar la incidencia en brotes nuevos.....	56
29. Promedios para determinar la severidad en brotes nuevos.....	56
30. Promedios de severidad para hallar (ABCPE) en brotes nuevos	57

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis del campo experimental.....	22
2. Croquis de la disposición de cada unidad experimental.....	23
3. Comportamiento de la incidencia de <i>P. infestans</i> en función del tiempo	32
4. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad	36
5. Porcentaje de tubérculos comerciales del total de la producción.....	43
6. Severidad de la infección (%) vs Rendimiento total (t/ha).....	44
7. Mapa de ubicación del campo experimental	53
8. Ubicación de la parcela y preparación del terreno experimental por el tesista	58
9. Emergencia del cultivo de papa y abonamiento 25 días después de siembra	58
10. Instalación de las unidades experimentales.....	59
11. Señalización e identificación de los tratamientos	59
12. Preparación de los tratamientos in situ.....	60
13. Aplicación de los fungicidas en los diferentes tratamientos	60
14. Evaluación visual del área foliar afectada (incidencia y severidad).	61
15. Cosecha de tubérculos para su posterior clasificación.	61
16. Clasificación de tubérculos (industrializable y descarte).....	62
17. Letrero de instalación te tesis en parcela experimental.....	62

RESUMEN

Solanum tuberosum L., es un tubérculo de importancia mundial; sin embargo, es altamente vulnerable por algunas plagas y enfermedades, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, se manifiesta como la enfermedad de mayor propagación. Tal como es el caso de la papa variedad Capiro, que además es de interés agroindustrial. Los objetivos de esta investigación fueron: determinar la eficiencia de nuevos productos químicos insertados para el control de *P. infestans*, determinar la incidencia y severidad, evaluar el efecto sistémico de los fungicidas y evaluar el efecto adverso en la producción del cultivo. El estudio se desarrolló en el distrito de Chinchao, provincia y departamento de Huánuco, Perú. Para el ensayo experimental, y determinar los parámetros incidencia y severidad se realizaron de acuerdo a lo propuesto por Galindo *et al.* (2015). Cada parcela consistió en un área 40 m², constituida por 5 surcos, del cual cogieron 33 plantas de la parte central de las unidades experimentales. La parcela que no tuvo control químico presentó incidencia y severidad de 88,64 % y 66,88 % respectivamente, Oxathiapiprolin + famoxadona logró un control de hasta un 1,51 % en incidencia y 0,65 % en severidad, el control que aplica el agricultor con Propamocarb reportó una incidencia de 33,33 % y 22,94 % de severidad, en la protección de brotes nuevos solo mostraron efecto residual: Cyazofamid, Fluazinam + Cymoxanil y Oxathiapiprolin + Famoxadona, y no se evidenció efecto adverso de los ingredientes activos frente a la producción. De los fungicidas investigados, Oxathiapiprolin + Famoxadona fue más eficiente, Mandipropamid + Clorotalonil mostró menor eficiencia y, Propamocarb respondió de forma intermedia (aceptable) en contrastado con cada uno de los fúngicos estudiados.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, variedad capiro, *Phytophthora infestans*, incidencia, severidad.

ABSTRACT

Solanum tuberosum L. is a tuber of worldwide importance; however, it is highly vulnerable to some pests and diseases, being *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, the most difficult disease to control. Such is the case of the Capiro potato variety, which is also of agroindustrial interest. The objectives of this research were: to determine the efficiency of new fungicides inserted for the control of *P. infestans*, to determine the incidence and severity, to evaluate the systemic effect of the fungicides and to evaluate the adverse effect on crop production. The study was carried out in the district of Chinchao, province and department of Huánuco, Peru. The experimental trial and the determination of incidence and severity parameters were carried out as proposed by Galindo et al. (2015). Each plot consisted of a 40 m² area, made up of 5 furrows, from which 33 plants were taken from the central part of the experimental units. The plot that had no chemical control presented incidence and severity of 88,64 % and 66,88 % respectively, Oxathiapiprolin + famoxadone achieved a control of up to 1,51 % in incidence and 0,65 % in severity, the control applied by the farmer with Propamocarb reported an incidence of 33. In the protection of new shoots, only Cyazofamid, Fluazinam + Cymoxanil and Oxathiapiprolin + Famoxadone showed residual effect, and no adverse effect of the active ingredients on production was evidenced. Of the fungicides investigated, Oxathiapiprolin + Famoxadone was more efficient, Mandipropamid + Chlorothalonil showed lower efficiency, and Propamocarb had an intermediate (acceptable) response in disease control compared to the other fungicides.

Key words: *Solanum tuberosum*, capiro variety, *Phytophthora infestans*, incidence, severity.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo *Solanum tuberosum* L. (papa) se aprecia a nivel global como el tubérculo fundamental agroalimentario. Ubicándose como uno de los cuatro cultivos más importantes, a su vez representa la mitad de la producción total anual de todas las raíces y tubérculos a nivel mundial.

En América Latina como a nivel mundial, se reportó el mayor flujo comercial de este tubérculo, como papa procesada (Eguillor, 2010); Sin embargo, la mayor limitante que afronta la industria del procesamiento en la actualidad, es la inexistencia y disponibilidad de variedades que reúnan las características externas e internas que son exigidas en la industria.

A pesar de que el Perú goza de una gran diversidad de papa, mayor parte de estas no califica dentro de la manufactura del procesamiento de “chips”, esto se debe a su alto contenido de glucosa y fructuosa (azúcares reductores) además de su considerable absorción de aceite. No obstante, Capiro, variedad colombiana, presenta los mejores estándares de calidad para la industria.

La demanda de papa Capiro en el Perú incrementó de manera significativa en los últimos años por parte de empresas multinacionales como PepsiCo, por su parte los productores obtienen mejores precios respecto a otras variedades como la papa blanca. Aun así, Capiro al igual que la gran mayoría de variedades, tanto nativas como mejoradas, siguen siendo susceptibles a la ranca, y esto debido a la falta de estrategias del agricultor para el manejo de este patógeno.

La infección más catastrófica de la papa en el mundo es el tizón tardío o la ranca (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary). Al no encontrar hasta el momento variedad resistente a esta enfermedad (Devaux, *et al.*, 2010), siendo uno de los motivos por el cual el campesino utiliza de forma intensiva e irresponsable los agroquímicos, con el único objetivo de controlar la infestación y así lograr una producción admisible.

Pese a lo que representa esta enfermedad en el cultivo de papa, aun son escasos los conocimientos sobre la efectividad de los fúngicos comúnmente utilizados. En tal sentido, urge el reto de enfrentar el triple desafío de: realizar un control químico de forma responsable, lograr una mayor producción y posicionarnos en el mercado e industria del procesamiento; para este fin es importante investigar la efectividad de los productos químicos empleados en el manejo de *P. infestans* de la papa, por lo que genera la interrogante:

¿La aplicación de los nuevos fungicidas insertados en el mercado, tendrán mayor grado de eficiencia que los ya posicionados? Obteniendo por consiguiente la hipótesis: “Es diferente el nivel de eficiencia de agroquímicos para el control de la ranca (*Phytophthora infestans*) de la papa”.

Bajo este contexto, la investigación propone como objetivos:

1.1. Objetivo general

- Determinar la eficiencia de 06 fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa Capiro bajo condiciones de campo.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la incidencia y severidad de *Phytophthora infestans* mediante la aplicación de 06 fungicidas en comparación a la práctica de control de los agricultores.

- Evaluar el efecto sistémico de 06 fungicidas en la protección de brotes nuevos en el cultivo de papa.

- Evaluar el rendimiento del cultivo después de la aplicación de los 06 fungicidas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de *Solanum tuberosum* L. (papa)

2.1.1. Origen

Según Rodríguez (2010), el origen de la papa se remonta hace miles de años en el Altiplano, cerca al Lago Titicaca, en el cual se destacaron los primeros tubérculos. A partir de especies oriundas se habría originado la primera papa domesticada *Solanum stenotomum*.

2.1.2. Clasificación taxonómica

Pumisacho y Sherwood (2002), realizaron la siguiente categorización taxonómica de la papa.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa

Clasificación Taxonómica	
Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum
Sub género	: Potatoe
Especie	: <i>S. tuberosum</i> L.
Nombre común	: Papa o patata

2.1.3. Descripción botánica

Sotelo y Velazquez (1995) describieron a *S. tuberosum* como una planta de tipo herbácea, que presenta tallo subterráneo (estolones), a partir del cual se terminan formando los tubérculos. El tallo es frágil y glabro, por lo general llega a medir 90 cm de largo, mientras que las hojas pueden llegar a medir 25 cm, imparipinnadas y de 3 a 4 pares de folíolos. Inflorescencia pentámera de color blanco o azul, es cimosa, presenta sépalos y pétalos fusionado en la base; consta de cinco estambres que yacen desde el tubo de la corola; las anteras se sitúan alrededor del pistilo de forma connivente. El tipo de fruto que produce es una baya de color generalmente verde o amarillo.

Por su parte, Pumisacho y Velasquez (2009), indican que el tallo está formado por uno principal que nace de las yemas del tubérculo semilla, mientras que los tallos secundarios se encargan de la reserva de material bajo la tierra y es donde se ubican las raíces encargadas de absorber los nutrientes, y un adecuado desarrollo de las plantas acuáticas, que luego

formarán hojas de diferentes formas, colores, tamaños, cuya función es convertir la energía solar en alimento (fotosíntesis), además de la formación de flores moradas, que son las responsables de la sexualidad de la planta se multiplica, formando así frutos redondos u ovalados, de color amarillo a morado, con un diámetro promedio de 5 cm.

2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

Clima

Prosuco (2000); citado por Canqui y Morales (2009) sostuvo que las papas comunes no son cultivos muy exigentes, tal es el caso que se adaptan cómodamente a diversos tipos de climas como de suelos, además de desarrollarse sin mayor problema en regiones con precipitaciones de 600 a 800 mm comúnmente frías y/o templadas. Su producción se adecua hasta los 4 000 metros sobre el nivel del mar.

Se cultiva en altitudes desde unos pocos metros sobre el nivel del mar hasta más de 4000 metros sobre el nivel del mar.

Temperatura

De acuerdo con Chila *et al.* (2017) el cultivo de papa se desarrolla en clima templado-frío, siendo la temperatura más favorable entre 13 y 18 °C. al efectuar la siembra se sugiere que la temperatura del suelo debe superar los 7 °C, con unas temperaturas relativamente frescas durante la noche. El frío excesivo perjudica la producción, ya que se llegan a cosechar tubérculos pequeños y sin desarrollar, pero si la temperatura es elevada afecta la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades.

Es sensible a las heladas tardías, ya que influye en la producción. Si se enfrenta a una temperatura de 0 °C la planta se hiela y termina muriendo, aunque existe la posibilidad de un rebrote.

Suelo

Es un cultivo que tiene altas demandas de suelo fértil, por lo tanto, el uso de fertilizantes es muy importante para obtener un óptimo rendimiento, ya que los fertilizantes pueden desarrollarse bien en la primera etapa del cultivo, mientras que los fertilizantes aportan nutrientes hasta que maduran los tubérculos. Se pueden obtener mayores rendimientos aplicando estiércol y fertilizantes que aplicando solo uno de ellos en grandes cantidades.

S. tuberosum prefiere suelos ligeramente ácidos a neutro, que van desde 5,5 a 7 de pH, con un óptimo de 6,5. La topografía deberá adecuarse de tal manera que se asegure la buena distribución del riego. Suelos no salinos (Canqui y Morales, 2009).

Por su parte, Chila *et al.* (2017) refieren que a este cultivo le basta con desarrollarse en suelos que no sean compactos ni rocosos, a fin de permitir el libre desarrollo de los tubérculos, siendo poco exigente al tipo de suelo. Sin embargo, la humedad debe ser constante y moderada, ya que los suelos secos influyen en la malformación del rizoma, consiguiendo así abundantes tubérculos, pero no llegan a alcanzar el tamaño esperado para el mercado, por otra parte, si estos se desarrollan en suelos con demasiada humedad los productos que se obtienen son acuosos y escasos en féculas. Por ello este cultivo debe desarrollarse en suelos de tipo silíceo-arcilloso, con presencia de materia orgánica, ligeros o semiligeros. Este cultivar soporta suelos que van desde 5,5 a 6 de pH, estas características por lo general se encuentran en terrenos arenosos.

2.2. La variedad Capiro

2.2.1. Origen

Alonso (2020) sostiene que, Diacol Capiro fue liberado en el año 1968, obtenida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Colombia, después de realizarse el cruzamiento de Tuquerreña (CCC 613) x 1967 (C) (9) (CCC751).

2.2.2. Cultivo de la variedad Capiro en el Perú

Según Bernet *et al.* (2002), refieren que a partir de la variedad Capiro, la producción de papas fritas “chips” inicia de forma casera. el mercado interno inicia su producción en los años 70, con el interés de 3 compañías. La empresa Karinto S.A. en los años 80, escoge el Valle del Mantaro para la producción de esta variedad, consiguiendo así establecer vínculos directos con los productores, quienes desde la antigüedad tenían como actividad principal el cultivo de la papa. Además, Karinto S.A. junto con la transnacional Frito Lay (PepsiCo) rescataron esta variedad que había sido insertada desde Colombia.

La producción de Capiro en la sierra fue una estrategia que tomó Frito Lay, con el único fin de disminuir costos de almacenamiento además de mantener el mercado de las papas fritas abastecidas en diferentes campañas, combinando la producción de la costa con la sierra. Otro de los problemas que resaltó, fue que en el Perú se contaban con pequeños grupos de productores, incrementó el costo de supervisión y heterogeneidad en calidad de papa, esto fue retribuido con la producción en distintas épocas del año, lo que a su vez contrarrestó el problema de almacenaje y refrigeración.

En la Región Huánuco, en la actualidad ya se viene desarrollando una agricultura de papa industrial, donde el agricultor tiene la posibilidad de no solo producir este tubérculo para el mercado interno, sino también obtener productos de exportación, existiendo ya la posibilidad de formar Clusters. En la Región, tener la posibilidad de ingresar a la dinámica agroindustrial, es una posibilidad de conseguir una economía dinámica, donde se generan puestos

de trabajo, ventas e inversiones, lo que a su vez la han denominado como “la nueva cultura de pagos de créditos”.

Por su parte, Rojas y Gilmer (2017) afirmaron que el producto industrial que se obtiene de Capiro en el Perú son bastante alentadoras; por su alto contenido de materia seca (23%), rica en minerales y azúcares reductores moderado, características que fue muy bien acogida por el consumidor. Siendo de esta manera Capiro la variedad más demandada a lo largo del año a nivel nacional, en el ámbito industrial.

2.2.3. Características de la papa variedad Capiro

Romo (2016) describió las características de la variedad Capiro de la siguiente manera:

a. Características morfológicas:

Muestra apariencia de planta medio, con hojas y ramas color verde oscuro, formación de frutos escasa, los tubérculos con periodo de latencia de aproximadamente 90 días a 15 °C y humedad relativa de 75 %.

b. Características agronómicas:

De gran adecuación agronómica, va desde los 1 800 a 3 200 m de altitud. La maduración es relativa; a 2 600 metros de altitud la maduración se da a los 165 días aproximadamente. El rendimiento en condiciones óptimas debería superar las 40 t/ha.

2.3. La enfermedad más significativa de la papa, “Tizón tardío o Rancho”

Según Trujillo (2017) el elemento más limitante de una óptima producción de papa viene a ser la vulnerabilidad del cultivo ante las enfermedades, su fácil propagación y difícil control se evidencia en el bajo rendimiento y hasta en el daño de grandes áreas de cosecha; responsabilizando principalmente a los agentes de estas enfermedades: hongos, bacterias, virus, etc.

El cultivo de papa es sumamente susceptible a enfermedades, entre las cuales el de mayor significancia es la rancho o tizón tardío de la papa. Al respecto, Villodas (2015) refirió que esta enfermedad se evidencia en todos los lugares donde se cultiva papa y, el grado de afectación en la producción varía según diversos factores; si la época de siembra es lluviosa o temporadas muy frías, el cultivar y el grado de severidad que alcanza la epidemia. Se registraron muchas pérdidas en la producción, llegando a perjudicar la totalidad de un cultivo, especialmente si las condiciones de siembra fueron adversas, encontrando fácilmente parcelas abandonadas por el agricultor, toda vez que el agricultor fue incapaz de controlar el avance de la enfermedad.

2.4. Tizón tardío “*Phytophthora infestans*”

2.4.1. Agente causal

Phytophthora infestans (Mont.) De Bary es el patógeno responsable de la infección del tizón tardío o la rancha en la papa. Proviene del vocablo griego Phyto “planta” y phtora “destructor”, lo que significa destructor de plantas (Cabrera, 2008).

2.4.2. Biología

Dentro del reino Chromista se tiene un oomiceto denominado *P. infestans*, agente causal del tizón tardío. Se le vincula con el grupo de las diatomeas y algas pardas por sus características filogenéticas. Posee una pared celular compuesta por celulosa y beta glucanos, con capacidad de síntesis de esteroides. Se considera que este organismo resultó de la evolución de los hongos sobresalientes como Ascomycetes y Basidiomycetes (Pérez y Forbes, 2008).

2.4.3. Sintomatología de *P. infestans*.

Pérez y Forbes (2008) describieron la sintomatología causada por *P. infestans* de la siguiente manera:

- **Hojas:** el signo característico de la rancha en la papa es la evidencia una pelusilla blanca en la hoja (lado del envés), además de presentar manchas necróticas que se pigmentan marrón claro a oscuro.
- **Tallos:** se pronuncian manchas alargadas que van debilitando la estructura del tallo ocasionando rupturas.
- **Tubérculos:** la superficie del tubérculo presenta una apariencia húmeda, con pigmentaciones discontinuas marrón rojizo. Desde el exterior del tubérculo se desarrollan estrías necróticas hacia la parte central.

2.4.4. Ciclo de la enfermedad

Según Torres (2002), el agente causal de la enfermedad tiene la capacidad de subsistir de una campaña del cultivo a otra, y esto se debe a que el micelio presente en el tubérculo infectado, posee esporangios y estos a su vez se diseminan a través del viento y otras condiciones favorables para la enfermedad; toda vez que muchos agricultores al no conseguir controlar la epidemia en sus cultivos optan por abandonarlos, es así como el patógeno teniendo capacidad de sobrevivir vuelve a infectar nuevamente otros cultivos.

Otra circunstancia favorable para la continuidad del ciclo del patógeno, es la deficiente selección de tubérculos sanos de los infectados durante la etapa de almacenamiento, pudiendo infectar con facilidad a los tubérculos sanos mediante la producción de esporangios, a su vez estos se diseminan a otros campos del cultivo en desarrollo.

La mala selección de semillas (tubérculos infectados), podría ser un problema potencial para el agricultor, ya que inicialmente se va desarrollando en algunos tallos de las plantas del cultivo y posteriormente va infectando otras parcelas, tornándose como un foco infeccioso muy difícil de controlar; y todo esto ocasionado por el micelio del patógeno inserto en el tubérculo sembrado.

Asimismo, Torres (2002) asegura que las oosporas del patógeno que habitan en las plantas infectadas e incluso en el suelo del cultivo, tendrían una viabilidad de por lo menos de 2 años, representando así un foco infeccioso en este lapso de tiempo, en esa eventualidad el agricultor está expuesto a evidenciar daños en su cultivo en la primera fase de desarrollo, pudiendo este tener consecuentes económicos lamentables en su cultivo.

Por su parte, Pérez y Forbes (2008) han clasificado el ciclo de vida de esta enfermedad de acuerdo a su reproducción, como sexual y asexual:

- **El ciclo de vida asexual**

En condiciones de temperaturas bajas y en agua libre, los esporangios tienen la capacidad de germinación indirecta llegando a producir de 8 hasta 12 zoosporas unicelulares y biflageladas. En la lisis de la pared celular se liberan zoosporas que se desarrollaron a través de los esporangios, estos se desplazan libremente. Las zoosporas están formadas por flagelos uno de apariencia alargada mientras el otro es más corto, con filamentos de pelos en los bordes. Por sus características redondeadas, las zoosporas se adhieren a superficies sólidas. Después, en circunstancias favorables para el desarrollo germinativo (humedad), estos se introducen a la planta por medio de la cutícula, en consecuencia, el desarrollo intercelular del micelio da paso a la formación de haustorios. Cuando el clima supera los 15 °C, los esporangios tendrán la capacidad de germinar directamente, desarrollándose un tubo germinativo, el cual penetrará el tejido de protección primario de la hoja y esto lo transmite al hospedante.

- **El ciclo de vida sexual.**

La reproducción sexual se produce gracias a dos hifas separadas, formando los gametangios. De este modo, se debe contar con ambos (A1 y A2) para el apareamiento. La fecundación o plasmogamia ocurre después de que el oogonio logra atravesar el anteridio, uniéndose ambos gametos. Este proceso de fertilización conduce al desarrollo de oosporas con recubierta de la membrana sea más resistente (pared celular gruesa). La oospora será más resistente y podrá subsistir en los rastros y, en condiciones favorables desarrollará un tubo germinativo, el cual es capaz de expulsar zoosporas, formándose un inóculo primario.

2.4.5. Condiciones favorables para la presencia de la rancha

Cabrera (2008), sostuvo que el factor temperatura es determinante para la propagación de la rancha en el cultivo, de tal manera que si la temperatura oscila entre 15 y 18 °C o si en promedio durante una semana es de 25 °C o inferior la producción de esporangios es favorable. Por otra parte, si la humedad relativa va de 90 a 100 %, también juega un papel importante en el rápido desarrollo de la enfermedad, ya que presencia de lluvias, vientos, salpique de agua, etc., facilita el desplazamiento de los esporangios. Esta posición es ratificada por Cáceres *et al.* (2012), quien indicó que la humedad es el principal elemento que favorece el desarrollo de *Phytophthora*; toda vez que en temporadas húmedas la presencia del *P. infestans* es mayor: si los días son tibios las manchas de rancha crecen rápido. Por el contrario, en temporadas secas y frías *P. infestans* no es un problema serio.

2.4.6. Fase de cultivo que afecta

Para Pérez y Forbes (2008), la presencia de la rancha afecta desde que se inicia la fase del cultivo hasta posterior a la fase de floración.

2.4.7. Transmisión

Una de las principales fuentes de infección, se atribuye a la utilización de semillas y/o tejidos foliares infectados (Pérez y Forbes, 2008).

2.4.8. Manejo integrado de *P. infestans* en papa.

El manejo integrado de enfermedades, se logra con el uso de diferentes estrategias para el control de la propagación del hongo, con el objetivo de evitar grandes pérdidas en el cultivo, lograr una producción más eficiente y rentable, además de obtener productos de calidad que no expongan la salud de las personas ni del medio ambiente. Siendo necesario comprender, que los usos de diversas estrategias no las excluyen entre sí, más por el contrario contribuyen al éxito en el control de la plaga. El control genético, biológico, cultural y químico hacen parte de las estrategias necesarias (Pérez y Forbes, 2008).

El control químico, es una herramienta fundamental para el campesino al momento de hacer frente al avance del tizón tardío, esencialmente cuando se inició campaña en época lluviosa o húmeda, además en lugares donde no hay variedades resistentes. Según su experiencia, los agroquímicos reducen notoriamente el daño causado por el patógeno (Cabrera, 2008).

2.5. Control químico de *P. infestans*

Cabrera (2008), después de investigar el gran impacto de la ranca en el cultivo de la papa, resalta el uso responsable de los fungicidas, sugiriendo la alternancia de químicos con las dosis adecuadas con el propósito de preservar el medio ambiente y sobre todo evitar efectos secundarios en la salud humana.

Por su parte, los agricultores de las zonas altas, programan la siembra en temporadas sin presencia de lluvias, empleando variedades susceptibles, de tal modo que el cultivo alcanza su fase de maduración cuando inician las precipitaciones. Lamentablemente esta propuesta es muchas veces improcedente, ya que la mayoría de agricultores no dispone de la tecnología para la irrigación, por otra parte, la cosecha deberá hacerse en épocas lluviosas, por lo que se obtienen tubérculos con residuos de barro y estos a su vez disminuyen su calidad comercial

Toledo (2019), sugiere realizar un programa de rotación de productos químicos según su modo de acción, toda vez que este organismo tiene la capacidad de desarrollar resistencia a los agroquímicos. También recomienda iniciar el suministro de las dosis semanales, desde la primera fase del proceso fenológico del cultivo, a la emergencia de la totalidad de las plantas (de 15 a 20 días después de la siembra); en temporadas secas y ausencia de frías. En temporadas húmedas, de hasta 3 aplicaciones por semana, en relación a la frecuencia e intensidad de las precipitaciones.

Según los datos obtenidos de un sondeo entre expertos de la papa en el marco de distintas regiones del país, coinciden en la alta o muy alta incidencia de *P. infestans*, llegando a abarcar el 42 % de la zona cultivada, llegando a requerirse al menos 6 aplicaciones de químicos por ciclo. En efecto, en el Perú se reporta que del total de fungicidas insertados poco menos del 25 % pertenecen a químicos para el control de la ranca; siendo Cimoxanil y Metalaxil los activos más utilizados (Perez y Forbes, 2007).

Los fungicidas empleados en el control de la ranca se agrupan según su mecanismo de acción como; contacto, sistémico y translaminar.

2.5.1. Fungicidas de contacto

Los fungicidas de contacto actúan sobre la estructura del patógeno en la superficie de la planta afectando en sus fases de germinación y penetración. Pero estos fúngicos pierden eficacia una vez que el patógeno ha entrado en la planta. Por otra parte, es importante considerar que la formación de brotes nuevos y partes de la planta que se desarrollen después de la aplicación, quedan expuestos y, además, si el fungicida aplicado se lavase por las lluvias, por tanto, ésta debería repetirse; un buen control de *P. infestans* con este tipo de fungicidas sólo se

logra con aplicaciones frecuentes y a intervalos cortos entre las aplicaciones. Aún bajo estas condiciones, el control podría no ser muy efectivo si es que las condiciones son muy favorables para la enfermedad, y si es que las condiciones lluviosas no dejasen realizar las aplicaciones en el momento oportuno (Cabrera, 2008).

Asimismo, Pérez y Forbes (2008), señalaron a los cúpricos y los ditiocarbamatos como los fungicidas de contacto más importantes. En términos generales, consideran que este tipo de productos tiene efectos limitados, toda vez que su acción abarca solo el área aplicada, y además si este tiene influencia de lluvias, una deficiente aplicación e incluso el desarrollo del follaje van disminuyendo su efectividad. Tal posición es compartida por Cabrera (2008), quien afirmó que la eficiencia del uso de estos fungicidas se ve reducido de forma significativa, debiéndose comúnmente al mal manejo por parte de los agricultores, cuando la aplicación no abarca gran parte de la planta, ya sea por desconocimiento u otros factores.

2.5.2. Fungicidas sistémicos y translaminares:

Cabrera (2008), denominó a los fungicidas sistémicos como curativos, a razón de que el uso que se les da es cuando la infección es elevada, los síntomas son muy evidentes y cuando el clima adverso (invierno). Pumisacho y Sherwood (2002) rechazaron esa denominación, asegurando que, si bien el producto tiene la capacidad de interrumpir el progreso de la enfermedad, no tiene la capacidad de curarla menos aun si se trata de *P. infestans*, este producto tiene la aptitud de destruir el patógeno, pero a su vez el tejido afectado muere, no siendo apropiado denominarlos como “curativos”.

Comparándolo con los fungicidas de contacto, los que necesitan ser aplicados de forma constante y sobre toda la superficie para obtener los resultados deseados, los productos sistémicos tienen la capacidad residual, después de su aplicación en alguna parte de la planta, este se desplaza de abajo hacia arriba, del interior al exterior, teniendo efecto positivo en partes donde inicialmente no alcanzó la aplicación, por lo tanto, la frecuencia de las aplicaciones será menor que los de contacto. Sin embargo, una de las desventajas es su alto precio en el mercado, además de su resistencia por el patógeno cuando se emplean de forma inadecuada.

Perez y Forbes (2008), argumentaron que una vez aplicado estos insumos, son absorbidos por las raíces y follaje, para después distribuirse a través de los tejidos de conducción de la planta (xilema y floema), de forma ascendente y en algunos casos descendente. Incluso logra proteger brotes nuevos generados después de la aplicación. Son capaces de limitar fases concretas del metabolismo del hongo. El uso continuo de esta sustancia en una misma campaña ha ocasionado el surgimiento de cepas resistentes.

En cuanto a los fungicidas translaminares, tiene un modo de acción similar a los sistémicos, con la única diferencia que estos no pueden desplazarse de hoja a hoja, por lo tanto, no tendría efecto residual sobre los nuevos brotes producidos (Pérez y Forbes, 2008).

El Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos, formó un comité de acción sobre la resistencia de fungicidas (FRAC), con el fin de hacer frente a la insensibilidad adquirida del patógeno frente a la gran gama de agroquímicos insertos, proponiendo estrategias anti resistencia, en el que coinciden en la comercialización fungicidas mixtos, según su modo de acción, empleando un producto de contacto más un producto sistémico (Cabrera, 2008).

2.6. Fungicidas utilizados en el Perú para el control de *P. infestans*

Poco menos de la cuarta parte del total de fungicidas empleados en el Perú forman parte de los que se utilizan para el control de la racha, representante un grupo importante para el control de esta enfermedad (Cabrera, 2008).

Por su parte, Toledo (2021), refirió que los fungicidas de mayor uso para el control de *Phytophthora infestans* son:

- Fungicidas de contacto: Clorotalonil, Mancozeb y Propineb.
- Fungicidas traslaminares y sistémico: Propamocarb, Dimetomorf + Mancozeb, Cymoxanil + Mancozeb, Iprovalicarb + Propineb, Azoxistrobin, Famoxadona + Cymoxanil y famoxadona + Mancozeb.

A continuación, se describen algunos ingredientes activos:

a. Cymoxanil:

Ingrediente activo más usado, en la fabricación de fungicidas, su modo de acción es translimitar ya que se penetra y se mueve en la misma hoja (Orrego *et al.*, 2012).

b. Metalaxil

Pertenece al grupo de ingredientes activos sistémicos, ya que penetra a la planta y luego se distribuye, asimismo está dentro de los insumos más usados en el Perú para el control de la racha, pero que a su vez ha generado resistencia en el patógeno. (Orrego *et al.*, 2012).

c. Mancozeb

Pertenece al grupo de fungicidas protectores o de contacto, tiene una amplia gama de acción contra gran variedad de patógenos. También tiene efecto sistémico ascendente, empleado por los agricultores para el control del tizón tardío en la papa, tomate, ají, pepino etc. Si la aplicación es antes de la infección de las plantas, es recomendable aplicarlo en

intervalos de 10 a 14 días, pero, si ya se visualizan signos de infección la segunda aplicación de 5 a 7 días de la primera y después cada 10 - 14 días (Villodas, 2015).

d. Dimetomorf

Elimina el hongo a través de la destrucción de la pared celular del patógeno; impidiendo la síntesis de los fosfolípidos, misma que hace parte primordial del sistema de la pared celular. Cuando dimetomorf se rosea sobre el suelo, este empieza a desplazarse desde la raíz hasta las hojas (Freire, 2018).

e. Propamocarb

Fungicida de efecto residual, esto debido a su modo de acción sistémica y translaminar, siendo muy eficiente en la protección de hojas, tallos, tubérculos e incluso en los brotes nuevos, además mantiene su efecto ante el posible lavado (Freire, 2018).

f. Clorotalonil

Compuesto preventivo, con modo de acción de contacto, tiene la capacidad de fijarse a la superficie de la planta por varios días, logrando así prolongar el tiempo de protección de las plantas.

Clorotalonil interviene en las estructuras microscópicas de los hongos “esporas” evitando su introducción en las células, su modo de acción consta en reprimir el proceso de respiración de la célula del hongo, a través de la compatibilización de moléculas de clorotalonil con moléculas sulfidrilos, evitando de esta manera la generación de energía hasta causar la muerte del individuo (Freire, 2018).

g. Fluazinam

De acción preventivo, su principal acción es reprimir el desarrollo del micelio del hongo e impedir que el proceso reproductivo. Tras aplicarse el producto en la planta, se forma una superficie protectora, generando efecto residual, además es capaz de tolerar el lavado producto de las precipitaciones. Para lograr mejores resultados con este compuesto, es necesario trabajar con un programa de aplicación y la combinación de otros productos adecuados, a fin de evitar la resistencia de las cepas en la zona, esto garantizará la eficiencia del producto, logrando mejores resultados en el rendimiento de los tubérculos en campo (Freire, 2018).

h. Oxathiaprolin

La oxathiaprolina fue el primer fungicida de la clase de piperidinil tiazol isoxazolina descubierto y desarrollado por DuPont en 2007. Aunque se ha informado que la oxathiaprolina tiene una alta actividad contra los oomicetos fitopatógenos, como *Peronospora belbahrii*, *Phytophthora nicotianae* y *Ph. Capsici*. Se conoce su eficacia contra otros oomicetos

fitopatógenos y sus propiedades protectoras y curativas. Exhibe una fuerte actividad inhibidora, de importancia agrícola incluidos *Phytophthora* spp. entre otros. (Miaou et al. 2016).

Por su parte, Vicente (2018) afirmó que oxathiapiprolin es un fungicida novedoso y el primer miembro de una nueva clase de fungicidas piperidiniltiazol-isoxazolina. Su alta eficacia intrínseca, un efecto en múltiples etapas del desarrollo de patógenos y sus atributos biológicos permiten que oxathiapiprolin proporcione un control consistente y confiable de la mayoría de las plagas y el mildiú vellosa. Con un nuevo modo de acción, este activo podrá emplearse como una innovadora medida para el manejo de la resistencia a los agroquímicos. Por lo tanto, oxathiapiprolin se recomendará sistemáticamente en mezcla con un fungicida de oomicetos que tenga un modo de acción diferente para limitar o retrasar el desarrollo de resistencias. Actualmente se desarrollan nuevas premezclas con folpet o oxamida en uvas y famoxadona, bentiavalicarbe o amisulbrom en patatas y verduras.

i. Ametoctradin

Pertenece a los fungicidas recientemente introducidos al campo de control de *P. infestans*, no muestra resistencia cruzada. Actualmente, la ametoctradin solo está registrada para su uso contra patógenos oomicetos (Hollomon, 2015).

La ametoctradin es un fungicida agrícola que inhibe selectivamente el complejo citocromo bc 1 de los oomicetos. Estudios espectrofotométricos previos utilizando el complejo bc 1 de citocromo purificado de *Pythium* sp. mostró que la ametoctradin se une al sitio Q de la enzima. Sin embargo, como los estudios de modelado sugirieron un modo de unión como el del sustrato ubiquinol, la posibilidad de un modo de unión dual Qo y Qi quedó abierta (Dreinert et al., 2018).

j. Famoxadona

Actúa principalmente de forma dinámica en la primera fase de desarrollo del patógeno, afectando a los esporangios (Miranda y Lanzas, 2007). Famoxadona pertenece al grupo de productos de contacto también conocido como protectante; su acción específicamente se centra en obstaculizar el proceso de germinación y/o introducción del patógeno dentro del tejido (Perez y Forbes, 2008).

k. Mandipropamid

Primer activo que pertenece a la clase química de Mandelamidas, además de ser exclusivo en el campo de la agricultura. Se introdujo a Europa y América Latina con la única finalidad de hacer frente a la racha en la papa y tomate (Rosales y Chuquillanqui, 2010).

1. Cyazofamid

Cyazofamid, con principal acción anti fúngica. Demostró ser altamente selectivo para los hongos clasificados como Oomicetos en las pruebas de inhibición del crecimiento micelial. Ciazofamid no inhibe el crecimiento micelial de hongos clasificados como Ascomycetes, Basidiomycetes o Deuteromycetes. La ciazofamid inhibe fuertemente todas las etapas del ciclo de vida de *P. infestans* (Mitani et al., 2001).

2.7. Resistencia de los fungicidas

Pérez y Forbes (2008) definieron la resistencia del fungicida como a la tolerancia del patógeno al producto químico, es decir, el producto químico pierde su capacidad de dañar irreversiblemente al hongo, la poca sensibilidad de una población fúngica es producto de las mutaciones. El tizón tardío se reportó a nivel mundial como uno de los patógenos que se hizo más resistentes al activo metalaxyl. En consecuencia, el FRAC, clasificó a *P. infestans* dentro del grupo de hongos de alto riesgo para químicos del tipo fenilamidas, y de riesgo medio para los activos con otro modo de acción.

2.8. Estrategias de manejo anti resistencia

Pérez y Forbes (2008) plantearon como estrategia para evitar la resistencia del patógeno el uso de ingredientes activos alternados, combinados según su modo de acción, paralelo a esto mencionan que es indispensable utilizar diferentes productos químicos de forma estratégica e integrada. De esta manera sugieren mezclar un fungicida de alto riesgo con uno de bajo riesgo e incluso mezclar ingredientes activos de distinto modo de acción, realizando aplicaciones alternadas. Asimismo, recomendaron utilizar de forma moderada los fungicidas que califican como alto riesgo.

2.9. Evaluación de ensayos de eficiencia con fungicidas

Galindo *et al.* (2015) afirmó que, para plantear una metodología más apropiada, con objetivos definidos, este será de acuerdo al tipo de fungicida y sus características. Por otro lado, se debe establecer parámetros de evaluación (incidencia y severidad), de tal manera que, permita la cuantificación de datos para su posterior comparación.

2.9.1. La incidencia

Para determinar la incidencia, se contabilizará el número de plantas o estructuras de la planta que muestren signos de infección. El tamaño de la muestra dependerá de varios factores como la naturaleza, características del hongo, su dispersión y, además de las estructuras de muestreo que se tengan en disposición. Por lo general se toman de 10 a 30 plantas por parcela experimental. El resultado se manifiesta en porcentaje. (Galindo *et al.*, 2015).

2.9.2. La severidad

Galindo et al. (2015), mencionó que, para hallar la severidad, podemos basarnos en la determinación del porcentaje afectado por el patógeno en las hojas, tallos, frutos, flores, raíces y en la planta en su totalidad.

Asimismo, se implementaron escalas de categorías que permiten clasificar la afectación de la plántula según el grado de daño, apoyándose en un cálculo matemático, se obtendrá un valor en porcentaje. El porcentaje de daño, podrá utilizarse para su análisis estadístico.

Tabla 2. Escala de severidad propuesta por Farmex para evaluar *P. infestans* en la papa.

Grado de severidad	
- Grado 0:	Planta sana.
- Grado 1:	1 % - 5 % de la planta con síntomas
- Grado 3:	6 % - 10 % de la planta con síntomas
- Grado 5:	11 % - 25 % de la planta con síntomas
- Grado 7:	Más del 25 % de la planta con síntomas

Fuente : Farmex S.A.

Al utilizar el grado de severidad mediante el uso de escalas, previo a la determinación de la eficiencia se emplea la siguiente ecuación propuesta por Townsend-Heuberger (1943).

$$\text{Porcentaje de infestación} = \sum \left(\frac{n * v}{N * V} \right) * 100$$

Donde:

n = Número de unidades de muestreo en cada categoría

N = Número total de unidades de muestreo

v = Valor de cada categoría

V = Valor de cada categoría más alta

Por su parte, Zapata (2002) sugiere que, si existe alguna relación cuantificable entre incidencia y severidad, entonces, puede ser preferible estimar severidad basado en datos de incidencia, los cuales son más fácilmente obtenidos y más confiables, o simplemente utilizar datos de incidencia como cuantificador de la enfermedad. Este beneficio en las áreas de estimación de la enfermedad y pérdidas en el rendimiento en donde la limitación de recursos previene la obtención de medidas precisas de severidad. Los métodos básicos empleados para desarrollar relación entre incidencia-severidad han sido los análisis de correlación y regresión.

Estos métodos han sido las mejores aproximaciones de éxitos cuando se trata de enfermedades sistémicas que afectan toda la unidad de medida, como muchas enfermedades causadas por virus o enfermedades vasculares que causan marchitamiento. Relaciones confiables de incidencia-severidad han sido demostradas para varios patosistemas tales como la Roña del manzano (*V. inaequalis*), Roña del frijol [*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Ung.], Sigatoka negra del banano (*Mycosphaella fijiensis*), Tizón tardío de la papa (*P. infestans*), etc.

Además, Winters y Fano (1999) afirmaron que, la severidad está significativa e indirectamente correlacionada con su rendimiento. Asegurando que el 20 % de incremento en severidad tiende a reducir aproximadamente 1 t/ha de rendimiento.

2.9.3. Área bajo la curva de progreso (ABCPE)

Para Forbes, Perez y Andrade (2014) el avance de la enfermedad a lo largo de una campaña de cultivo viene a ser la denominada Área bajo la curva de progreso, representado por las siglas ABCPE, se expresa en valores de porcentaje por día, interpretado como la acumulación diaria del porcentaje de la infección.

De tal manera que mientras más alto es el valor de la curva de progreso, mayor será la vulnerabilidad de la variedad. Para la interpretación grafica de los resultados se contraponen el porcentaje de área afectada vs las fechas evaluadas, de esta manera se visualiza el comportamiento de la enfermedad a lo largo de los días.

CIP recomendó recolectar datos a nivel de parcelas, donde la primera evaluación deberá hacerse antes de percibir signos de la presencia de la enfermedad. Es importante que el agricultor y/o investigador tenga conocimientos sobre el tiempo aproximado que se manifiesta el patógeno en su zona, así como recopilar datos de los síntomas más frecuentes en otras parcelas aledañas, además algunos investigadores añaden información como datos de severidad por cada plántula.

Para el cálculo del ABCPE es frecuente usar esta fórmula:

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

Donde:

t: tiempo de lectura

y: Porcentaje de follaje afectado en cada lectura

n: Numero de lecturas

2.10. Antecedentes de la investigación

Pérez et al. (2000), encontraron que después de la caracterización de dos centenares de aislamientos procedentes del Cusco y Puno, el patógeno presentó alta resistencia a metalaxyl. Por su parte, Villodas (2015) obtuvo resultados similares en la región Huánuco (Moyobamba); a su vez, Otazú (2000) tras evaluar la eficiencia de una decena de fungicidas en Huasahuasi, demostró también la resistencia de *P. infestans* a este fungicida.

Taipe *et al.* (2017), contribuye con sus investigaciones sobre la alta eficiencia de ingredientes activos en conjunto como: fluopicolide + propamocarb, ametoctradina + dimetomorph, fenamidone + propamocarb y cyazofamid, los mismos que son respaldados por el VII congreso Ecuatoriano de la Papa y su Adaptación al Cambio Climático (Kromann y Cuasapaz, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Características del campo experimental

El estudio se desarrolló en un agro ecosistema de papa (*S. tuberosum* L.), en la localidad de Chinchao, provincia y departamento de Huánuco, como se observa en la Figura 7. Cuya ubicación Geográfica es la siguiente:

a) Ubicación Geográfica UTM

Este : 382 722,63 m E

Norte : 8 918 221,06 m S

Altura : 2 530 m.s.n.m.

b) Características del lugar

El Distrito de Chinchao, se ubica al Nor-orientes de la Provincia Huánuco y al Sureste y Centro del Distrito de Chinchao, en la región natural de Sierra y Selva y a la margen izquierda del río Huallaga. El entorno geográfico del ámbito está marcado por un relieve de valles estrechos, colinas andinas y cadenas montañosas.

Los productos agrícolas principales que se cultivan en Chinchao son la papa amarilla, papa canchan, papa huairo, papa Capiro, papa rosada, entre otras; además de la alverja y el olluco (Ponciano, 2018).

c) Zona de vida

Según Ponciano (2018), Chinchao se sitúa en la zona de vida Bosque pluvial - montano bajo tropical, con características meteorológicas templada y humedad. La altitud fluctúa entre 800 a 3 380 m.s.n.m.

d) Condiciones climáticas

En el distrito de Chinchao, predomina el clima húmedo frío. Las lluvias son intensas, percibiéndolas en todas las estaciones del año, con temperaturas inferiores a 22 °C. Con humedad Relativa de alrededor 8,12 % (Villanueva, 2020).

3.1.2. Variedad de la papa

Para el desarrollo del proyecto experimental se empleó la variedad Capiro. La fortaleza de esta variedad radica en su capacidad de ajustarse a procesos de industrialización.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

- ✓ Tubérculos de semilla de papa Capiro
- ✓ Herramientas de labranza (azadón, rastrillo)
- ✓ Bomba de mochila
- ✓ Mascarillas y equipos de protección para la aplicación de fungicidas
- ✓ Fungicidas, Herbicidas
- ✓ Fertilizantes
- ✓ Libro de campo
- ✓ Balanza
- ✓ Piola, rafia o cintas de seguridad
- ✓ Estacas, rótulos
- ✓ Lápices y marcadores
- ✓ Cámara fotográfica

3.2.2. Materiales de gabinete:

- ✓ Laptop
- ✓ Memoria externa
- ✓ Papel bond
- ✓ Calculadora

3.3. Metodología

3.3.1. Tratamientos

Consta de seis productos químicos, cinco productos nuevos que se evaluaron frente a una parcela testigo absoluto y un testigo comparativo, que corresponde a un esquema de control de los agricultores, el cual consiste en la aplicación del ingrediente activo Propamocarb, este ingrediente activo es comúnmente utilizado cuando la incidencia de *P. infestans* comienza a aumentar.

Se consideró un Testigo absoluto el cual no tiene aplicación de ningún fungicida, de tal modo que se evaluó el grado de infección de la enfermedad en las condiciones que se realizó el ensayo.

Tabla 3. Relación de fungicida utilizados en el ensayo de control químico.

Trat.	Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis/ Ha	Frecuencia	Aplicaciones
T ₁	Testigo * absoluto	-	-	-	-
T ₂	Propamocarb	PROMESS *	1,0 L	15 días	3
T ₃	Fluazinam + Cymoxanil	EFFECTUS	0,8 L	15 días	3
T ₄	Ametoctradín + Dimetomorf	ZAMPRO DM	1,0 L	15 días	3
T ₅	Oxathiapiprolin + Famoxadona	ZORVEC ENCANTIA	0,51 L	15 días	3
T ₆	Mandipropamid + Clorotalonil	REVUS OPTI	1,0 L	15 días	3
T ₇	Cyazofamid	RANMAN	0,5 L	15 días	3

*Testigo del agricultor

3.3.2. Unidad experimental

Galindo et al. (2015), propuso que para llevar a cabo un ensayo con diseño con bloques completos al azar para el control de *P. infestans*, el tamaño de las parcelas debe tener como mínimo 15 m² con cuatro surcos, de tal manera que, se puedan evaluar los dos surcos centrales. En base a esta recomendación, la unidad experimental consta de parcelas de 40 parcelas de 40 m² (8 m largo x 5 m ancho), es decir, diez surcos de 5 m de largo, con una distancia de siembra 0,4 m entre planta y 0,8 m entre surco, 11 plantas por surco y una densidad de siembra de 110 plantas. Se cogieron 33 plantas de la parte central de las unidades experimentales.

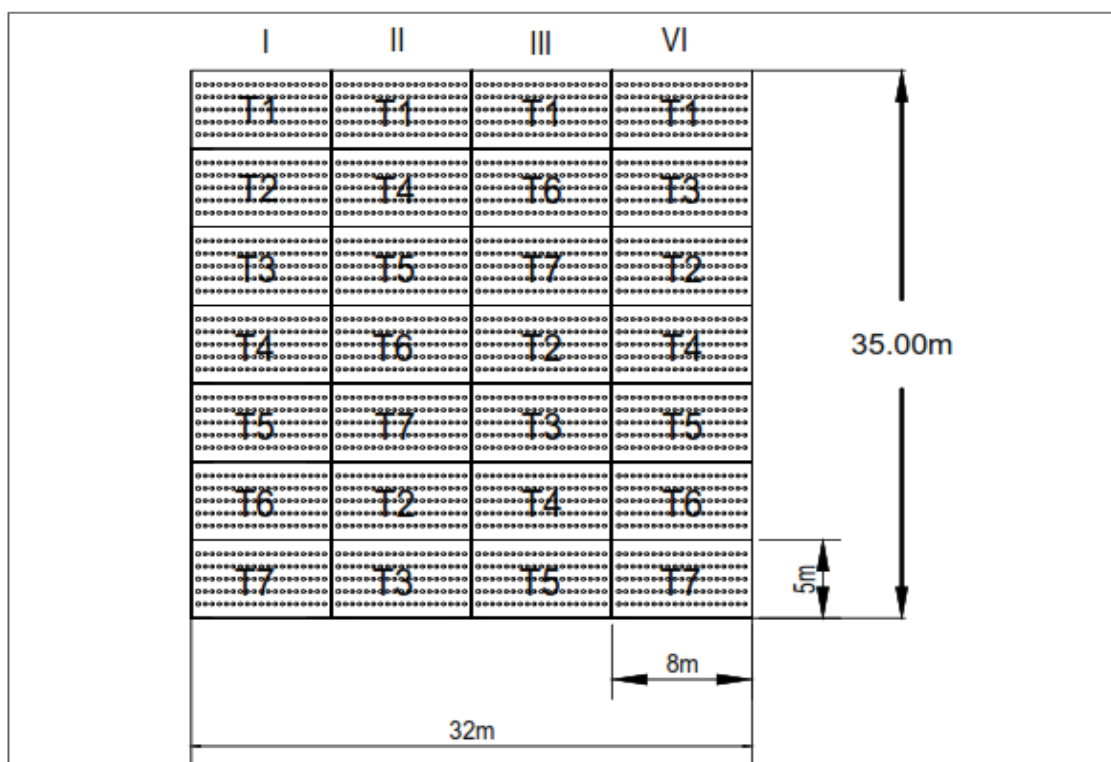
3.3.3. Características del campo experimental

Se empleó Diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con siete tratamientos (05 fungicidas + 01 testigo del agricultor + 01 testigo absoluto) y 4 repeticiones por tratamiento.

Tabla 4. Características del campo experimental

Cultivo	Papa
Variiedad	Capiro
Diseño Experimental	DBCA
Tratamientos	7
Distanciamiento entre plantas	0,40 cm
Distanciamiento entre surco	0,80 m
N° de surcos/ unidad experimental	5
Longitud de surco	5 m
N° de plantas /surcos	19
Largo de parcela	8 m
Ancho de la parcela	5 m
Área de unidad experimental	40 m ²
Área total del ensayo	960 m ²
Número de plantas a evaluar	50
Fecha de siembra	06 de enero
Fecha de cosecha	23 de julio

3.3.4. Disposición de los tratamientos en campo

**Figura. 1** Croquis del campo experimental.

3.3.5. Disposición de cada unidad experimental

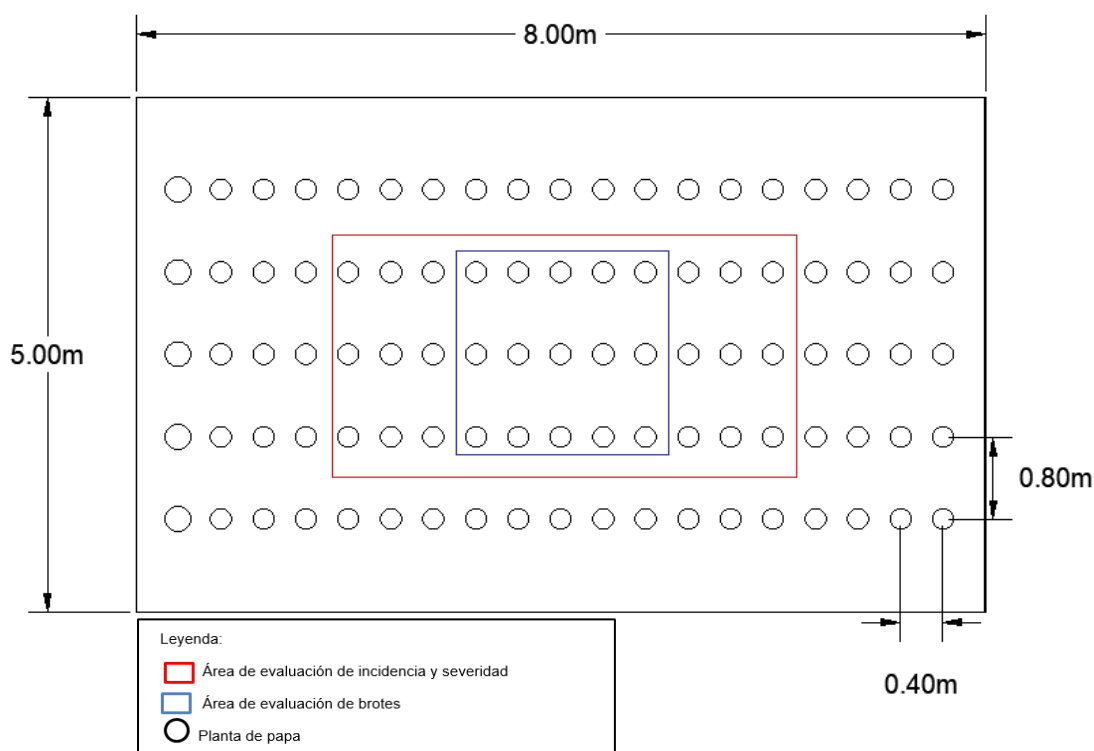


Figura. 2. Croquis de la disposición de cada unidad experimental

3.3.6. Diseño estadístico del campo experimental

Se utilizó un diseño de bloques completas al azar (DBCA), con 4 repeticiones, para los tratamientos en estudio. Donde cada unidad experimental es una parcela de 5 surcos de 8 m de largo, tomando los surcos centrales (evaluándose 33 plantas). Para el caso de las diferencias significativas con un valor de $P \leq 0.05$, se efectuaron en comparaciones múltiples empleando la prueba de Tukey al 5 % para la separación de medias de los tratamientos cuando se establece la diferencia significativa.

a. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (Tratamientos)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (Bloques)

Y_{ij} = Resultados del i -ésimo tratamiento del j -ésimo bloque.

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = efecto del error experimental

b. El análisis de varianza y las pruebas de medias

Tabla 5. Análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grados de libertad (GL)
Bloques (R)	4
Tratamientos (T)	7
Error	18
Total	27

3.3.7. Conducción del experimento

a. Instalación del experimento

El experimento se instaló en temporada lluviosa y húmeda, adversidades climáticas que contribuyen el desarrollo de la enfermedad, lo cual se inició entre los meses de noviembre y enero; siendo la primera semana donde se realizó la siembra.

b. Preparación del terreno

Se preparó el sustrato con dos aradas, primero para introducir los residuos antes de la campaña anterior y la segunda después de 15 días. Después de este proceso se refinó la tierra arada de 10 a 15 cm de profundidad, finalmente se marcan hileras cada 0,80 m.

c. Pre tratamiento de semilla

Antes de siembra se obtuvo semillas que previamente fueron almacenadas en un lugar que cumpla con las condiciones adecuadas: iluminación natural, ventilación natural y temperatura adecuada. Además, para promover el crecimiento y uniformizar la siembra se realizó un brotamiento de las semillas.

d. Siembra

Una vez surcado se procedió a colocar la semilla con una ligera cantidad de tierra; el peso de semilla fue entre 80 a 120 g. La cual se coloca cada 40 cm entre golpe y golpe en todos los surcos; seguidamente se procede a tapar las semillas de tal manera que quedan a 10 cm de profundidad del suelo y cubierta (la semilla no recibió un tratamiento previo a la siembra).

e. Abonamiento y fertilización

Pasado los 25 días de la siembra, a 80 % de emergencia del cultivo se procedió a realizar el abonamiento mediante derrame a chorro de la gallinaza encima de la planta sin exagerar la cantidad previniendo el quemado de las plantas.

20 días después del abonamiento, se realizó la fertilización uniforme aproximadamente 180 – 160 – 100 de N, P₂O₅, K₂O.

Cámara et al. (2000), recomendó que la distribución de nutrientes debe realizarse de la siguiente manera, la fertilización debe ser 15 días después del abonamiento, seguido de la raspa o deshierbo que realiza en el campo.

f. Labores culturales

Control de malezas: 15 días después de la siembra, se aplicó Herbacil (Metribuzina 1 ml/l de agua). 45 días después de la siembra realizó un rascadillo.

Aporque: Se efectuaron dos aporques; el primero se realizó a los 75 días después de la siembra con la finalidad de reducir malezas y proporcionar un mayor soporte mecánico a la planta. El segundo aporque se realizó a los 30 días después del primero.

g. Control fitosanitario

La aplicación de ingredientes activos se realizó de acuerdo a las circunstancias ambientales, en promedio fue cada 15 día.

h. Cosecha

Se cosechó de forma manual empleándose como herramienta “Zapa”, cuando la papa haya alcanzó la madurez fisiológica, seguidamente se clasificó de acuerdo a categoría (comercial y descarte).

3.3.8. Aplicación de productos químicos

a. Aplicación sanitaria después de siembra.

Los tres primeros meses del cultivo se realizaron tres aplicaciones de fungicidas comerciales a todas las unidades experimentales por igual.

A los 25 días después de siembra, se realizó aplicación a cuello de planta: se aplicó Oxamilo (Vydate) 1,5 L/200 L para el control de nematodo; Fipronil (Famoss) 0,5 L/ 200 L para el control de Gorgojo y Cobre (Phyton) 0,4 L/200 L para el control de chupadera y rizonctonia. 04 días después para el control de *P. infestans* se aplicó Propineb 70 % (antracol) a la dosis de 500 kg/200 L

Así mismo, para asegurar la uniformidad del brotamiento libre de *P. infestans*, se realizaron dos aplicaciones de Propineb 70 % (antracol) y Clorotalonil + Dimetomorph (Maker) a la dosis de 500 kg/200 L a los 41 y 56 días después de la siembra para lograr uniformidad en sanidad de plantas.

3.3.9. Aplicación fungicidas por tratamiento para el control de *P. infestans*

Dentro del programa de aplicaciones sanitarias, la frecuencia de las 3 aplicaciones de los tratamientos se realizó cada 15 días después de 71 días de siembra, posterior a ello se realizó otras aplicaciones con productos conocidos a todas las unidades experimentales por igual.

La frecuencia de aplicaciones de los productos comerciales a todas las unidades experimentales se realizará como se muestra en la Tabla 6. Y en la Tabla 7 se muestra la aplicación de los tratamientos de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo.

Tabla 6. Frecuencia de aplicación productos comerciales para control de *P. infestans*

	Frecuencia	
	Aplicaciones sanitarias	15 días
Fungicidas	Sistémico	Contacto

Dependiendo de las condiciones de lluvia se ajustó la frecuencia

Tabla 7. Aplicación de fungicidas por tratamiento según la etapa fenológica.

Fecha De Aplicación	Fenología	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Día 1	Siembra	-	-	-	-	-	-	-
Día 21	Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Día 29	Rápido Crecimiento Del Cultivo		Propineb	Propineb	Propineb	Propineb	Propineb	Propineb
Día 41			Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf
Día 56			Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf	Propineb + clorotalonil + dimetomorf
Día 71	Tuberización		Propamocarb	Fluazinam + Cymoxanil	Ametoctradin + Dimetomorf	Oxathiapiprolin + Famoxadona	Clorotalonil + Mandipropamid	Cyazofamid
Día 86			Propamocarb	Fluazinam + Cymoxanil	Ametoctradin + Dimetomorf	Oxathiapiprolin + Famoxadona	Clorotalonil + Mandipropamid	Cyazofamid
Día 101			Propamocarb	Fluazinam + Cymoxanil	Ametoctradin + Dimetomorf	Oxathiapiprolin + Famoxadona	Clorotalonil + Mandipropamid	Cyazofamid
Día 116	Floración		(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)
Día 126	Llenado		(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)	(cymoxanil + mancozeb) + (clorotalonil + dimetomorf)
Día 180	Cosecha	-	-	-	-	-	-	-

3.3.10. Evaluación de los ensayos de eficiencia con fungicidas

Para la evaluación, se utilizó el Manual para la Elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con PQUA (Galindo, 2015).

a. Incidencia: Se realizó un muestreo 33 plantas por unidad experimental, en el cual se evaluó plantas según el periodo de desarrollo del cultivo, para así calcular el porcentaje de incidencia.

$$I(\%) = \frac{\text{Nro. plantas afectadas}}{\text{Nro. total plantas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

b. Severidad: Se evaluó el panorama visual de la parte central de las parcelas (3 surcos), para estimar el valor porcentual del área foliar total afectado (porcentaje de tejido necrótico). Cada planta observada se consideró un 100 % y examinando de arriba hacia abajo se pudo estimar la severidad en porcentaje.

Como herramienta de apoyo se utilizó la escala de severidad según el grado de daño propuesto por la empresa FARMEX S.A., tal como se observa a continuación:

Grado de severidad:

- **Grado 0:** Planta sana.
- **Grado 1:** 1 % - 5 % de la planta con síntomas
- **Grado 3:** 6 % - 10 % de la planta con síntomas
- **Grado 5:** 11 % - 25 % de la planta con síntomas
- **Grado 7:** Más del 25 % de la planta con síntomas

c. Área bajo la curva de progreso (ABCPE): se determinó el área bajo la curva de progreso o avance de la enfermedad con los valores obtenidos de la severidad (expresado en porcentaje), considerando que el tiempo entre una y otra aplicación fue de 15 días, aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde:

t: tiempo de lectura

y: Porcentaje de follaje afectado en cada lectura

n: Numero de lecturas

d. Frecuencia de las evaluaciones: Para 3 aplicaciones de los tratamientos: 4 evaluaciones, así: una previa a la aplicación, 2da evaluación 15 días después de la primera aplicación. 3ra evaluación 15 días después de la 2da aplicación y la 4ta evaluación a los 15 días después de la tercera aplicación.

Finalmente se hicieron 6 evaluaciones, a los 41, 56, **71, 86, 101 y 116** días después de la siembra.

3.3.11. Evaluación de protección de brotes nuevos

Se procedió a marcar los brotes de las plantas a los 3 meses después de la siembra junto con la aplicación de los productos químicos, y luego de dos aplicaciones (40 a 45 días), se procedió a evaluar el porcentaje de infestación de brotes en los tratamientos.

3.3.12. Evaluación efecto de los fungicidas en la producción

Cuando llego a la maduración adecuada del tubérculo se procedió a realizar la cosecha, aproximadamente 7 meses después de siembra. En el cual se cosechó los surcos centrales de la unidad experimental (donde se realizaron evaluaciones durante la campaña) dejando los surcos laterales para evitar el efecto de borde.

Para la evaluación de rendimiento: se sumó en conjunto los tubérculos clasificados como comerciales con los tubérculos de descarte que se obtuvieron en la parcela neta a fin de proyectar el rendimiento (t/ha).

En cuanto al rendimiento por categoría, esta clasificación se hizo de acuerdo al peso en gramos de cada uno, el cual se seleccionó de la siguiente manera:

Tabla 8. Clasificación de los tubérculos por categoría.

Denominación	Peso (gramos)
1era. Comercial (gruesa y Grande)	De 81 -120
2da. Comercial (mediana)	De 61 – 80
Desecho o de 3ra (pequeña)	De 30 – 60

Fuente: Montesdeoca (2005)

Los resultados presentados se adecuaron a la metodología empleada por el agricultor, categoría para la industria o comercial (incluye de primera y de segunda) y desecho o descarte.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incidencia y severidad de *P. infestans* tras utilizar 06 fungicidas para el control de la enfermedad en comparación con la práctica del agricultor.

4.1.1. Incidencia de *P. infestans*.

Del análisis de varianza (ANVA), Tabla 9, existe diferencia significativa estadísticamente entre tratamientos después de utilizar diferentes fungicidas; es decir que uno o algunos de los tratamientos presenta mayor incidencia a partir del día 86 después de la siembra; cabe resaltar que se hicieron 6 evaluaciones, a los 41, 56, 71, 86, 101, y 116 días después de la siembra, del cual la primera y segunda evaluación no se visualizan plantas con síntomas. Sin embargo, Pérez y Forbes (2008) afirman que *P. infestans* afecta al cultivo desde la emergencia hasta después de la floración; Por su parte, Torres (2002) asegura que el oosporas presentes en los residuos de las plantas como en el suelo permanecen activos al menos 2 años, constituyéndose también como un foco infeccioso; tal es el caso que, si el agricultor sembrara en un suelo infectado se expone a tener irreparables pérdidas económicas, ya que esto afectaría su cultivo desde la primera fase de desarrollo.

Al respecto del coeficiente de varianza se muestra que, el experimento está dentro del rango de confianza, mostrando resultados homogéneos de 28,36 %, 25,09 %, 21,75 % y, 12,76 % en la incidencia.

Tabla 9. Análisis de varianza para la incidencia (%) de *P. infestans*.

Fuente De Variación	G.L.	Cuadrados Medios (Días después de la Siembra)			
		71 Días	86 Días	101 Días	116 Días
Bloque	3	5,57 NS	3,93 NS	15,20 NS	22,30 NS
Tratamientos	6	9,84 NS	126,02 S	1061,05 S	4634,44 S
Error	18	3,28	2,15	10,10	16,94
Total	27				
CV (%)		28,36	25,09	21,75	12,76

De acuerdo a la Prueba Tukey 5 % para los tratamientos en la variable incidencia, Tabla 10, resaltan cinco rangos de significancia, donde el testigo absoluto ocupa el primer rango con una media de 88,64 % de incidencia, a comparación del tratamiento T₅ (Oxathiapiprolin + Famoxadona) que presenta menor incidencia con 1,51 %, siendo así el que ejerce mejor control frente a la incidencia de la enfermedad.

Al respecto, Evicent (2018) indica que Oxathiapiprolin es un fungicida novedoso con alta eficiencia intrínseca, un efecto en múltiples etapas del desarrollo de patógenos y sus atributos biológicos permiten que el oxathiapiprolin proporcione un control consistente y confiable de la mayoría de las plagas y el mildiú vellosa. Asegurando que, con un nuevo modo de acción, este activo contribuirá como estrategia para el manejo de resistencia a los fungicidas. Por lo tanto, el oxathiapiprolin se recomendará sistemáticamente en mezcla con un fungicida de oomicetos que tenga un modo de acción diferente para limitar o retrasar el desarrollo de resistencias. Además, existe una propuesta acertada por parte del Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos, donde incentiva el uso en conjunto de ingredientes activos de diferente como de acción, un sistémico combinado con uno de contacto (Cabrera, 2008).

Tabla 10. Prueba Tukey ($\alpha=0,05$) para el % de incidencia de *Phytophthora infestans*.

Trat.	Incidencia de <i>P. infestans</i> días después del trasplante							
	71 Días		86 Días		101 Días		116 Días	
T ₁	6,06	a	13,64	a	48,48	a	88,64	a
T ₆	6,06	a b	12,12	a	20,45	b	69,70	b
T ₂	7,58	a b	8,33	b	13,64	b c	33,33	c
T ₄	5,30	a b	4,55	c	8,33	c d	16,67	d
T ₃	3,79	a b	0,00	c d	6,82	c d e	8,33	d e
T ₇	7,58	a b	2,27	d	3,79	d e	7,58	d e
T ₅	8,33	b	0,00	d	0,76	e	1,51	e

T₁: Tratamiento absoluto, T₂: Propamocarb T₃: Fluazinam + Cymoxanil,
T₄: Ametoctradin + Dimetomorf T₅: Oxathiapiprolin + Famoxadona, T₆: Mandipropamid + Clorotalonil,
T₇: Cyazofamid)

Al analizar los resultados en la Figura 3. Se muestra que conforme acontece el tiempo, la incidencia de la enfermedad también progresa, pero en el caso del tratamiento Fluazinam + Cymoxanil (T₃), Ametoctradin + Dimetomorf (T₄), Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅) y, Cyazofamid) (T₇), en el día 86 después de la siembra se evidencia un retroceso en el avance de la incidencia de la enfermedad y después en las siguientes evaluaciones, el incremento de la incidencia se mostró de forma más lenta. Este suceso no se presenta en el tratamiento absoluto.

Por otra parte, el tratamiento del agricultor (Propamocarb) muestra un avance de la incidencia intermedia a comparación de los demás tratamientos. Cabrera avance (2008) señala que los fungicidas sistémicos, en este caso Propamocarb, son curativos, y tienen la capacidad de ser empleados en situaciones desfavorables, cuando se evidencian los primeros síntomas como cuando la infestación está avanzada, además también en épocas lluviosas; ello difiere de los resultados de la presente investigación, toda vez que Propamocarb no ejerció una función curativa, pero si logra ejercer control regular ante el avance de la incidencia. Por su parte Pumisacho y Sherwood (2002) mencionan que es importante anotar que técnicamente no existen fungicidas "curativos" para muchas enfermedades, en particular para *P. infestans*. En estos casos los fungicidas operan en forma sistémica, es decir solo detienen el avance de infección. Pueden eliminar el patógeno, pero el tejido infectado muere.

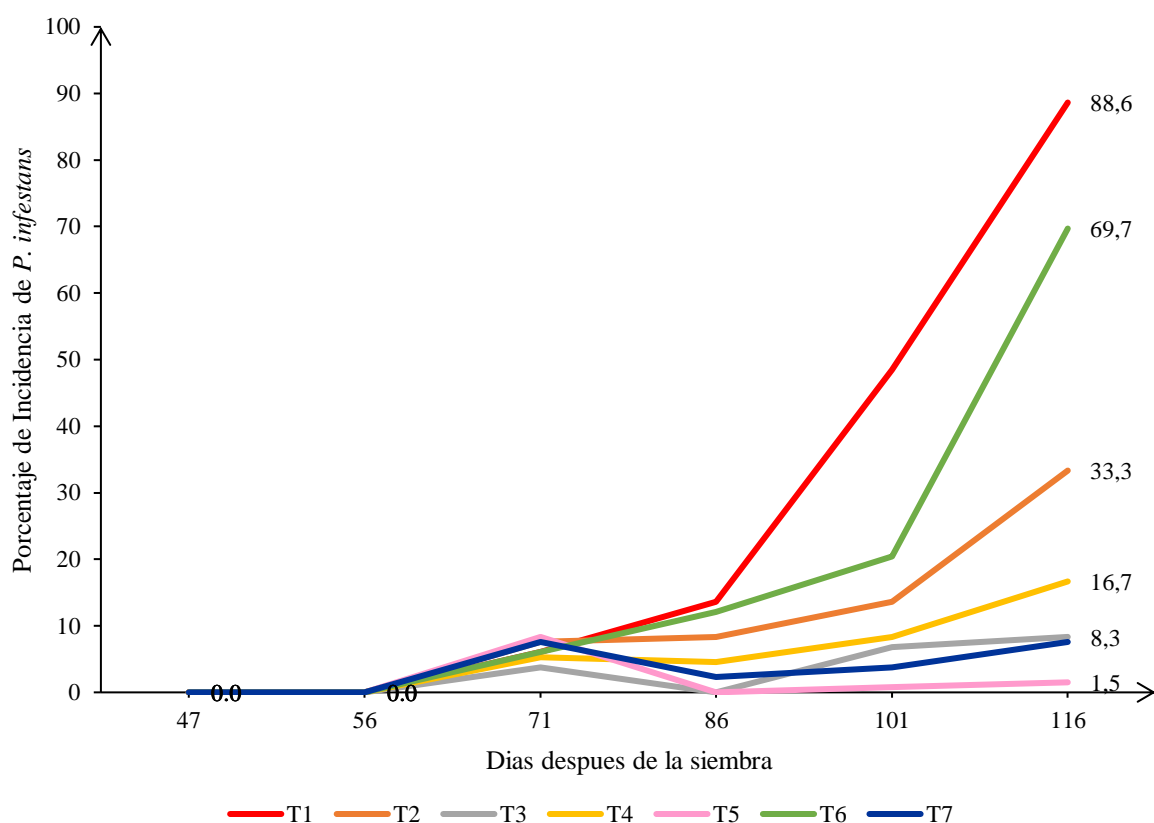


Figura 3. Comportamiento de la incidencia de *P. infestans* en función del tiempo

4.1.2. Severidad de *P. infestans*.

Del análisis de varianza (ANVA), para la severidad de *P. infestans* (Tabla 11), existió diferencia significativa para este parámetro entre los tratamientos a partir del día 86 DDS, cabe mencionar que al día 71 de la siembra se registra plantas con síntomas pero que no muestran aun diferencia significativa entre tratamientos, asimismo en las primeras dos lecturas no se visualizan plantas con daños sobre su estructura.

El coeficiente de variación fue de 26,58 %, 23,54 %, 16,58 % y, 9,37 % a los 71, 86, 101 y 116 días después de la siembra respectivamente, lo que indica que, tras la última evaluación del ensayo experimental, el coeficiente de variabilidad expresa una muy buena homogeneidad, de lo que se infiere que las condiciones que se ejecutó el experimento es aceptable.

Tabla 11. Análisis de varianza para la severidad de *P. infestans*.

Fuente De Variación	G.L.	Cuadrados Medios (Días después De La Siembra)			
		71 días	86 días	101 días	116 días
Bloque	3	0,37 NS	0,27 NS	2,66 NS	6,23 NS
Tratamientos	6	0,6 NS	9,49 S	167,32 S	2666,86 S
Error	18	0,08	0,14	0,71	3,83
Total	27				
CV (%)		26.58	23.54	16.58	9.37

De la prueba Tukey 5% para el parámetro Severidad, Tabla 12, destacan cinco rangos de significación estadística tras la última evaluación del ensayo, donde el tratamiento con Oxathiapiprolin + famoxadona (T₅) tiene el menor rango de severidad con 0,65 %, mientras que el testigo tratamiento absoluto (T₁) el mayor rango de severidad con 66,88 % y el tratamiento del agricultor (T₂) ejerce un nivel de control intermedio frente al grado de severidad de la enfermedad, debido a que se llega a tener un grado de severidad de 22,94 %.; tal como se muestra en el parámetro incidencia, donde se presentan 5 rangos y los tratamientos mostraron el mismo comportamiento. Zapata (2002) sugiere que, si existe alguna relación cuantificable entre incidencia y severidad, entonces, puede ser preferible estimar severidad basado en datos de incidencia, los cuales son más fácilmente obtenidos y más confiables, o simplemente utilizar datos de incidencia como cuantificador de la enfermedad. Este beneficio en las áreas de estimación de la enfermedad y pérdidas en el rendimiento en donde la limitación de recursos previene la obtención de medidas precisas de severidad.

Tabla 12. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para la severidad (%) de *P. infestans*.

Tratamientos	Severidad (%) De <i>P. Infestans</i> Dias Despues De Siembra			
	71 días	86 días	101 días	116 días
T ₁	0,87 b c	3,47 a	18,4 a	66,88 a
T ₆	0,97 a b c	3,57 a	8,01 b	44,81 b
T ₂	1,52 a b	2,27 b	4,98 c	22,94 c
T ₄	0,65 c	1,52 b	1,62 d	6,28 d
T ₃	0,65 c	0,00 c	1,19 d	2,81 d e
T ₇	1,08 a b c	0,32 c	1,30 d	1,95 d e
T ₅	1,62 a	0,11 c	0,21 d	0,65 e

T₁: Tratamiento absoluto, T₂: Propamocarb T₃: Fluazinam + Cymoxanil,
T₄: Ametoctradin + Dimetomorf T₅: Oxathiapiprolin + Famoxadona, T₆: Mandipropamid + Clorotalonil,
T₇: Cyazofamid)

4.1.3. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la curva de progreso de la enfermedad, Tabla 13, nos da un coeficiente de variación de 10,44 % el cual es aceptable para el experimento efectuado en el campo. El análisis indica que existen diferencia significativa entre tratamientos, mas no entre bloques, demostrando así que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada y el desarrollo de la enfermedad fue homogéneo en dicha área.

Tabla 13. Análisis de Varianza para el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

Fuente De Variación	GL	CM	p-valor
Bloque	3	2985,02	0,0318
Tratamiento	6	381267,59	<0,0001
Error	18	813,23	
Total	27		
CV (%)	10,44		

La prueba Tukey 5 % para la curva de progreso de la enfermedad, Tabla 14, detecta la presencia de 5 rangos; el cual identifica como el rango más alto al tratamiento absoluto (T₁) con un valor ABCPE de 842,53 %, como menor rango al tratamiento Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅) con un valor ABCPE de 34,09 %, y el tratamiento del agricultor (T₂) un valor intermedio ABCPE de 303,57 %, estos resultados demuestran que el progreso de la enfermedad incrementa de forma acelerada si no se efectúa ningún tipo de control químico, pero bajo un control químico favorable se puede lograr un mayor control frente al avance progresivo de la enfermedad.

Villodas (2015) y Trujillo (2017) coinciden que la severidad de la enfermedad varía según la época de siembra, en muchos casos la pérdida en la producción llegó a afectar la totalidad del cultivo, especialmente cuando se inicie la fase del cultivo en condiciones húmedas, encontrando con frecuencia parcelas abandonadas por el agricultor, toda vez que el agricultor fue incapaz de controlar el avance de la enfermedad. De acuerdo a esta investigación, para el caso del tratamiento absoluto, evidencia que el grado de infección de la enfermedad avanza de forma significativa y si además de esto las condiciones hubieran sido más adversas (mayor humedad) probablemente las pérdidas habrían sido al 100%, tal como se observa en la Figura 4.

Mientras que, para Cabrera (2008), Para los agricultores la principal practica para frenar la propagación de la racha es el control químico, particularmente en zonas donde no hay cultivares resistentes o donde se siembra en épocas lluviosas. Según su experiencia, los fungicidas reducen el daño causado por la enfermedad.

Tabla 14. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad.

Tratamientos	Medias	Rangos
T ₁	842,53	a
T ₆	524,35	b
T ₂	303,57	c
T ₄	103,90	d
T ₇	55,20	d e
T ₃	48,70	d e
T ₅	34,09	e

T₁: Tratamiento absoluto,

T₂: Propamocarb

T₃: Fluazinam + Cymoxanil,

T₄: Ametocradin + Dimetomorf

T₅: Oxathiapiprolin + Famoxadona,

T₆: Mandipropamid + Clorotalonil,

T₇: Cyazofamid)

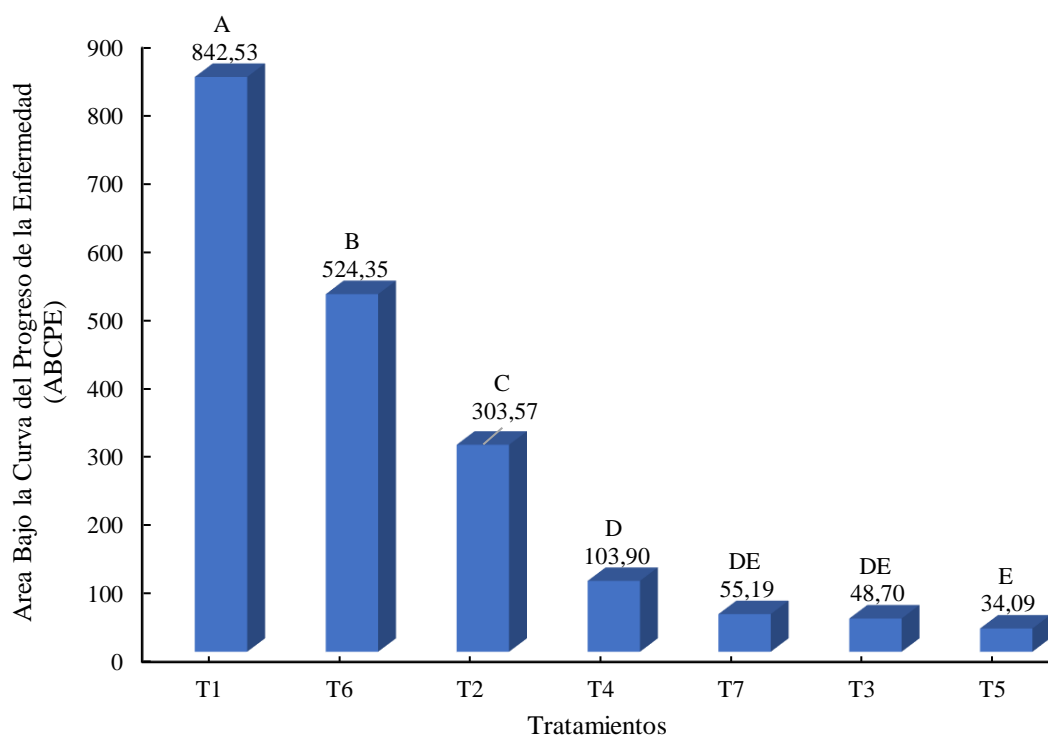


Figura 4. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad

4.2. Efecto sistémico de seis fungicidas en brotes nuevos

4.2.1. Incidencia de *P. infestans* en la protección de brotes nuevos

Según el análisis de varianza efectuado para la incidencia de brotes nuevos, Tabla 15, se observa que existe diferencias significativas en al menos uno de los tratamientos, es decir que alguno de los tratamientos muestra mayor o menor incidencia de la enfermedad en los brotes nuevos, mientras que los bloques no presentaron diferencia significativa entre sí.

El coeficiente de Variación fue de 39,03 %, 25,05 % y 18,85 % a los 86, 101 y, 116 días después de la siembra respectivamente.

Tabla 15. Análisis de varianza para la incidencia de brotes nuevos.

Fuente De Variación	G.L.	Cuadrados Medios (días después de la Siembra)		
		86 Días	101 Días	116 Días
Bloque	3	5,83	5,83	2,12
Tratamientos	6	362,40 S	1068,22 S	4394,39 S
Error	18	8,30	10,76	28,04
Total	27			
CV (%)		39,03	25,05	18,85

De acuerdo a la prueba Tukey 5 % para la incidencia de brotes nuevos, Tabla 16, se registra 4 rangos con diferencia significativa, del cual los tratamientos conformados por Cyazofamid (T7), Fluazinam + Cymoxanil (T3) y Oxathiapiprolin + Famoxadona (T5), no presentan síntomas en los brotes nuevos, lo que indica que dichos ingredientes activos tuvieron un efecto sistémico residual tras su aplicación, todo lo contrario ocurre con el tratamiento absoluto donde se detectó un 80 % de incidencia de la enfermedad en los brotes nuevos. Pérez y Forbes (2008) confirman lo vertido, al referir que los productos sistémicos aplicados en el follaje de la planta, protegen los brotes nuevos que se desarrollen posterior, detienen algunas o varias etapas concretas del desarrollo del patógeno.

Tabla 16. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el % incidencia de brotes nuevos.

Tratamientos	% Incidencia de enfermedad después de tratamientos					
	86 días		101 días		116 días	
T ₁	21,67	a	40,00	a	80,00	a
T ₆	13,33	a b	30,00	b	66,67	b
T ₂	16,67	b	16,67	c	28,33	c
T ₄	0,00	c	5,00	d	21,67	c
T ₇	0,00	c	0,00	d	0,00	d
T ₅	0,00	c	0,00	d	0,00	d
T ₃	0,00	c	0,00	d	0,00	d

T₁: Tratamiento absoluto, T₂: Propamocarb T₃: Fluazinam + Cymoxanil,
T₄: Ametoctradin + Dimetomorf T₅: Oxathiapiprolin + Famoxadona, T₆: Mandipropamid + Clorotalonil,
T₇: Cyazofamid)

4.2.2. Severidad de *P. infestans* en brotes nuevos

Para el análisis de varianza (ANVA) de la severidad en brotes nuevos, Tabla 17, se registran síntomas de *P. infestans* en las estructuras de los nuevos brotes de *S. tuberosum* a partir del día 86 después de la siembra, presentando variación significativa en al menos uno de los tratamientos, mas no entre bloques, lo que indica que la distribución del experimento fue homogénea.

Con respecto al coeficiente de variación, de acuerdo a los resultados obtenidos (19,06 %, 14,83 y 26,31 %) se destaca que el ensayo experimental fue confiable.

Tabla 17. Análisis de Varianza para la severidad en brotes nuevos.

Fuente De Variación	G.L.	Cuadrados Medios (Días después De La Siembra)		
		86 días	101 días	116 días
Bloque	3	0,21	0,89	12,47
Tratamientos	6	55,98	99,69	2144,77
Error	18	0,16	0,29	19,15
Total	27			
CV (%)		19,06	14,83	26,31

La prueba Tukey 5 % para el parámetro de severidad en brotes nuevos, Tabla 18, tras la última evaluación destacó 4 rangos, donde Fluazinam + Cymoxanil (T₃), Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅) y Cyazofamid (T₇), ninguno evidencia síntomas de severidad en los brotes nuevos (similares estadísticamente); sin embargo, el tratamiento Mandipropamid + Clorotalonil (T₆) y el tratamiento absoluto (T₁), presentan los mayores valores de severidad con 39,29 % y 58,57 % respectivamente. Al respecto, De Liñán (2015) reconoce el efecto residual que ejerce el fungicida conformado por Oxathiapiprolin + famoxadona, donde Oxathiapiprolin por su acción sistémica protege a las nuevas formaciones después de su aplicación, en tal sentido es recomendable su aplicación en el fase de mayor desarrollo vegetativo de los cultivos; por otra parte refiere que Famoxadona posee acción translimitar, teniendo también efectos residuales, actuando particularmente contra patógenos del grupo de los Ascomycetos, Basidiomicetos y Deuteromicetos.

Tabla 18. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para la severidad de brotes nuevos.

Tratamientos	Severidad de <i>P. infestans</i> después Del Tratamiento (%)					
	86 días		101 días		116 días	
T ₁	3,54	a	12,86	a	58,57	a
T ₆	1,00	b	7,62	b	39,29	b
T ₂	1,00	b	4,29	c	11,19	c
T ₄	0,00	c	0,71	d	7,38	c d
T ₇	0,00	c	0,00	d	0,00	d
T ₅	0,00	c	0,00	d	0,00	d
T ₃	0,00	c	0,00	d	0,00	d

T₁: Tratamiento absoluto, T₂: Propamocarb T₃: Fluazinam + Cymoxanil,
T₄: Ametocradin + Dimetomorf T₅: Oxathiapiprolin + Famoxadona, T₆: Mandipropamid + Clorotalonil,
T₇: Cyazofamid)

4.2.3. Análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) en brotes nuevos

El análisis de varianza (ANVA) para curva de progreso de la enfermedad en los brotes nuevos, Tabla 19, se observa que existe diferencia significativa en al menos uno de los tratamientos, mientras que en los bloques experimentales se observa homogeneidad.

En cuanto al coeficiente de variación es de 16,72 %, lo que indica que los resultados obtenidos son aceptables (confiables).

Tabla 19. Análisis de varianza para (ABCPE) en brotes nuevos.

Fuente de Variación	GL	CM	p-valor
Bloque	3	400,27	0.8084
Tratamientos	6	357931,62	<0,0001
Error	18	1237,72	
Total	27		
CV (%)	16,72		

En la prueba Tukey 5 % para el progreso de la enfermedad, Tabla 20, destacaron cuatro rangos de significancia estadística, donde el tratamiento absoluto presenta el rango más alto en cuanto al valor ABCPE 785,72 %, mientras que el rango menor lo ocupan los tratamientos conformados por Ametoctradin + Dimetomorf (T₄), Cyazofamid (T₇), Fluazinam + Cymoxanil (T₃) y Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅), los mismos que son similares estadísticamente, destacando estos cuatro tratamientos como los más eficientes frente al control del avance de la enfermedad en los brotes nuevos.

Por otra parte, el tratamiento del agricultor (testigo absoluto) muestra un avance de la enfermedad intermedia en los brotes nuevos con un valor ABCPE 183,83 %. al respecto Freire (2018) refiere que Propamocarb es un producto muy eficiente, gracias a sus cualidades residuales y su capacidad de soportar el lavado por las lluvias, más aún por sus efectos biológicos protege las estructuras de las plantas como los brotes nuevos.

Tabla 20. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la curva de progreso de la enfermedad en brotes.

Tratamientos	Medias	Rangos
T ₁	785,72	a
T ₆	437,5	b
T ₂	183,93	c
T ₄	66,07	d
T ₇	0,00	d
T ₃	0,00	d
T ₅	0,00	d

T₁: Tratamiento absoluto, T₂: Propamocarb T₃: Fluazinam + Cymoxanil,
 T₄: Ametoctradin + Dimetomorf T₅: Oxathiapiprolin + Famoxadona, T₆: Mandipropamid + Clorotalonil,
 T₇: Cyazofamid)

4.3. Producción del cultivo después de la aplicación de los seis fungicidas.

4.3.1. Rendimiento total

El análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento total, Tabla 21, se observa que existió diferencia significativa entre tratamientos, pero no entre bloques, lo que demuestra la buena repartición de las muestras.

El coeficiente de variación es de 4,9 %, lo que representa una excelente confianza de los resultados obtenidos.

Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento total (t/ha)

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	4,9	3	1,63	1,22	0,3322
Tratamiento	699,91	6	116,65	86,9	<0,0001*
Error	24,16	18	1,34		
Total	728,98	27			
CV (%)	4,9				

Del análisis comparativo mediante la prueba Tukey 5 %, Tabla 22, destacan 5 rangos que se diferencian entre sí, siendo el tratamiento Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅) el que presenta mayor producción total con 29,9 t/ha, mientras que el tratamiento absoluto obtiene menor producción con 14,14 t/ha y el tratamiento del agricultor un rango intermedio con una producción total de 22,74 tn/ha.

Al respecto Romo (2016) sostiene que el rendimiento de papa Capiro en circunstancias propicias es superior a 40 t/ha; sin embargo, Rojas y Gilmer (2017) refirieron que el Perú el 2010 logró una producción de 32,10 t/ha en la región de Arequipa situándola como la región de mayor producción de papa por hectárea. Mientras que el departamento de Huánuco tiene un rendimiento de 13,40 t/ha. Sin embargo, la producción de papa capiro por hectárea fue de 15,13 t/ha en el año 2006 a 19,81 t/ha para el año 2014. Estos cambios no se

notan tan marcadamente en las otras comunidades que siembran y cosechan otras variedades de papa como papa blanca y amarilla. La producción de este tubérculo industrial cuenta ya con un programa sólido, gracias a que ya existe la fiabilidad entre los productores y las empresas agroindustriales.

Según la literatura antes citada y los resultados obtenidos, primero se evidencia que en la actualidad el rendimiento de papa Capiro por hectárea ha mejorado notoriamente pese al desafío de lograr controlar *P. infestans*, también se demuestra que los nuevos fungicidas que ingresaron al mercado peruano para control de *P. infestans*, son eficientes en diferentes rangos o niveles, siendo el Oxathiapiprolin + famoxadona (T₅) el que obtiene los mejores resultados.

Tabla 22. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el rendimiento total.

Tratamientos	Medias	Rango
T ₅	29,90	a
T ₄	26,80	b
T ₇	26,57	b
T ₃	26,23	b
T ₂	22,74	c
T ₆	19,23	d
T ₁	14,14	e

T₁: Tratamiento absoluto,

T₂: Propamocarb

T₃: Fluazinam + Cymoxanil,

T₄: Ametoctradin + Dimetomorf

T₅: Oxathiapiprolin + Famoxadona,

T₆: Mandipropamid + Clorotalonil,

T₇: Cyazofamid)

4.3.2. Producción por categoría (t/ha)

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) según la categoría de clasificación para la producción de *S. tuberosum* variedad capiro, Tabla 23, Se presentan dos categorías, donde no existe diferencia significativa entre bloques, pero si entre tratamientos.

El coeficiente de variación para los tubérculos obtenidos en la categoría primera o comercial fue de 6,87 % y 8,27 % para los tubérculos de descarte, obteniendo en ambos casos resultados confiables.

Tabla 23. Análisis de varianza para *Solanum tuberosum* variedad capiro según categoría de clasificación.

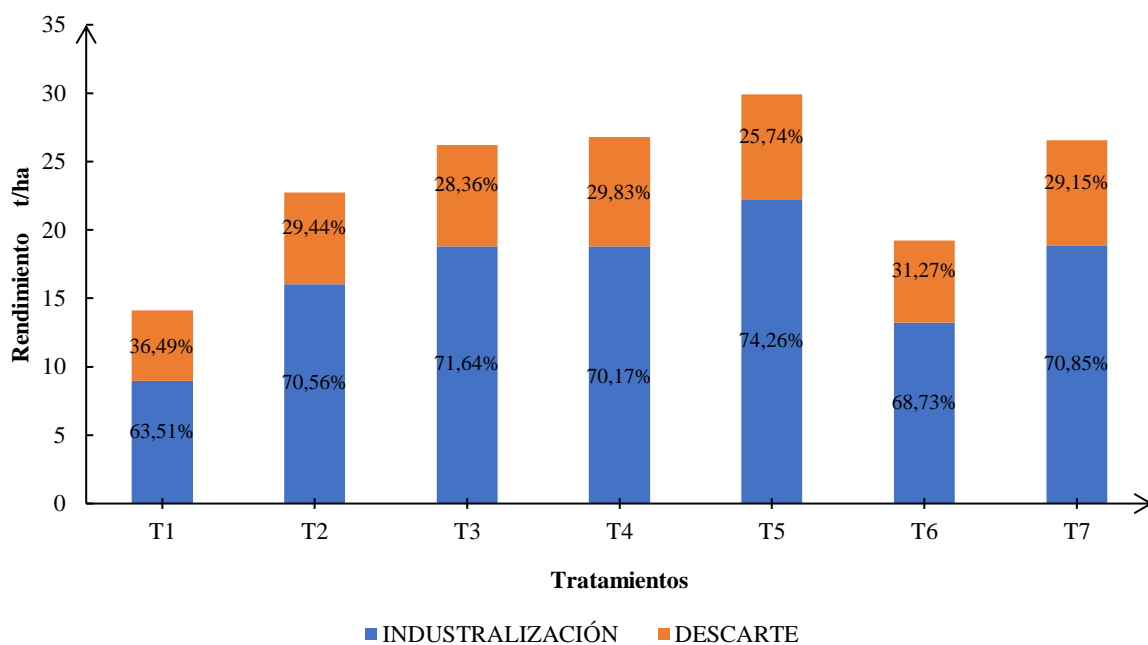
Categoría De Clasificación (t/ha)					
Fuente de variación	Primera			Descarte	
	GL	CM	P- valor	CM	P- valor
Bloque	3	1,09	0,4952	0,75	0,116
Tratamiento	6	77,17	<0,0001	4,45	<0,0001
Error	18	1,32		0,33	
Total	27				
CV (%)			6,87		8,27

La prueba Tukey 5 % para la producción se clasifica en dos categorías, producción comercial y la producción de descarte, Tabla 24, Cabe mencionar que para la producción COMERCIAL se incluye los tubérculos de primera y segunda; en esta clasificación se detecta la presencia de 5 rangos de significancia, ocupando el primer rango el tratamiento Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅) con un rendimiento de 22,2 t/ha y el tratamiento absoluto como menor rango con un rendimiento de 8,98 t/ha. En el caso de la producción considerada DESCARTE destacan 3 rangos, siendo el tratamiento absoluto el menor rango en esta producción, mientras que la mayor producción de descarte son los tratamientos T₅, T₇, T₄ y T₃, además similares estadísticamente.

Tabla 24. Prueba Tukey 5 % para el rendimiento por categoría.

Categoría de clasificación				
Tratamiento	Primera		Descarte	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
T ₅	22,20	a	7,70	a
T ₇	18,82	b	7,75	a
T ₄	18,81	b	8,00	a
T ₃	18,79	b	7,44	a
T ₂	16,05	c	6,70	a b
T ₆	13,22	d	6,02	b c
T ₁	8,98	e	5,16	c

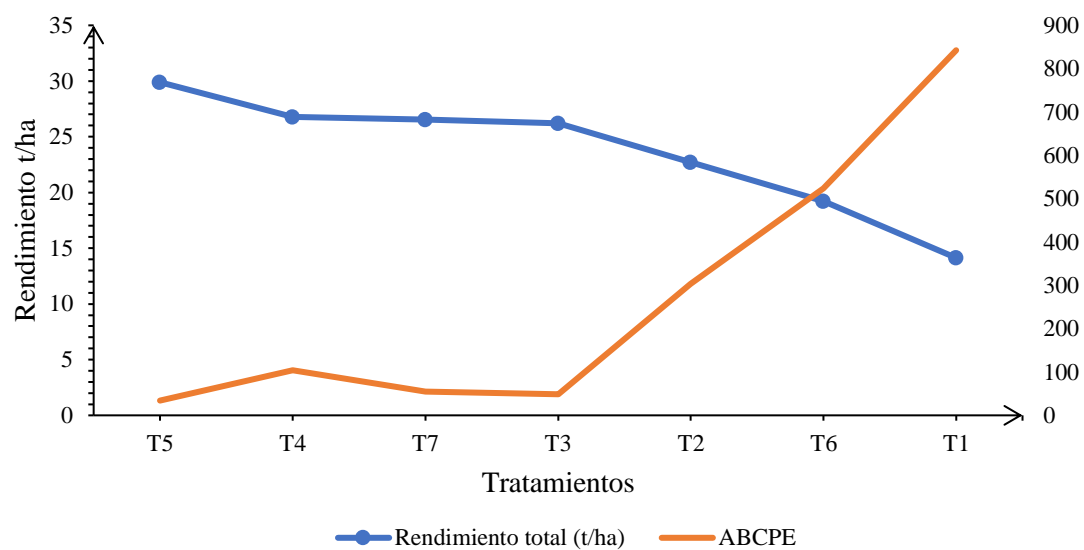
Al analizar los resultados en la Figura 5, respecto del porcentaje de tubérculos que terminan siendo aprovechados en la industria del procesamiento del total de producción por cada tratamiento, en general, se resalta que todos los tratamientos obtuvieron más del 60 % de papa comercial, siendo el tratamiento Oxathiapiprolin + Famoxadona (T5) el que obtiene el mejor rendimiento comercial con 74,27 % del total producido.



T1: Tratamiento absoluto, T2: Propamocarb T3: Fluazinam + Cymoxanil,
 T4: Ametoctradin + Dimetomorf T5: Oxathiapiprolin + Famoxadona, T6: Mandipropamid + Clorotalonil,
 T7: Cyazofamid)

Figura 5. Porcentaje de tubérculos comerciales del total de la producción

En la Figura 6, se observa la severidad de la infección versus el rendimiento total del cultivo, lo que muestra que los tratamientos aplicados no solo ejercen control sobre la enfermedad sino también influyen en que el rendimiento sea mayor. Al respecto, Forbes, Perez y Andrade (2014), indican que la vulnerabilidad del clon o variedad incrementará en conjunto con el progreso de la enfermedad.



T1: Tratamiento absoluto, T2: Propamocarb T3: Fluazinam + Cymoxanil,
 T4: Ametoctradin + Dimetomorf T5: Oxathiapiprolin + Famoxadona, T6: Mandipropamid + Clorotalonil,
 T7: Cyazofamid)

Figura 6. Severidad de la infección (%) vs Rendimiento total (t/ha)

V. CONCLUSIONES

1. La secuencia de aplicación de los 06 fungicidas, tienen un efecto diferencial en el control de *Phytophthora infestans*. a partir de los 86 días después de la siembra de *S. tuberosum* cultivar Capiro.
2. Para el parámetro incidencia se determinó que, el Tratamiento testigo absoluto (T₁) alcanzó el valor más alto de incidencia con 88,64%; mientras que, el tratamiento del agricultor (T₂) la incidencia fue del 33,33%; sin embargo, el tratamiento Oxathiapiprolin + famoxadona (T₅) obtuvo los mejores resultados con una incidencia del 1,51%. Para el parámetro severidad se halló que, el Tratamiento absoluto (T₁) presentó el mayor grado de severidad con 68,88%, el tratamiento del agricultor (T₂) severidad fue del 22,94%, no obstante, el mayor control de severidad fue dado por el tratamiento Oxathiapiprolin + famoxadona (T₅) con un 0,65% de severidad.
3. Se determinó que los tratamientos Cyazofamid (T₇), Fluazinam + Cymoxanil (T₃) y Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅) mostraron el mayor efecto residual al proteger los brotes hasta 116 días después de la aplicación, donde no se evidenciaron en los nuevos brotes síntomas de la infección de *P. infestans*.
4. El rendimiento obtenido después de la aplicación de 06 tratamientos fúngicos Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅), Ametoctradin + Dimetomorf (T₄), Cyazofamid (T₇), Fluazinam + Cymoxanil (T₃), Propamocarb (T₂), Mandipropamid + Clorotalonil (T₆), fueron de 29,89 t/ha, 26,8 t/ha, 26,56 t/ha, 26,23 t/ha, 22,74 t/ha, 19,23 t/ha, en tanto, el Testigo absoluto (T₁) solo alcanzó 14,13 t/ha.

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Realizar ensayos de aplicación en campos comerciales del cultivo de *Solanum tuberosum* de Oxathiapiprolin + Famoxadona (T₅), Ametoctradin + Dimetomorf (T₄), Cyazofamid (T₇), Fluazinam + Cymoxanil (T₃) a fin de validar los resultados obtenidos en este ensayo.
2. Realizar programas de control químico, evitando el uso de excesivo de fungicidas.
3. Incentivar la producción de la variedad capiro, a fin de crear una economía agroindustrial.
4. Llevar un manejo integrado del cultivo, controles culturales, biológicos, químicos y genéticos, ya que ninguno de estos se excluye entre sí.

VII. REFERENCIAS

1. Alonso, J. (2020). Fortalecimiento técnico de la multiplicación de semillas de papa (*Solanum tuberosum*) en la empresa “SemiGral” en Turmequé. Boyacá. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/37171>.
2. Bernet, T., Lara, M., Urday, P., & Devaux, A. (2002). El reto de vincular a los pequeños productores de papa con la Agroindustria. *Revista Latinoamericana de la papa*, 13(1), 1-23.
3. Cabrera, H. (2008). La rancha de la papa en Cajamarca, *Phytophthora infestans*. Informe Técnico; n.1-08 INIA. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/745>.
4. Canqui, F y Morales, F. (2009). Conocimiento local en el cultivo de la papa. Fundación PROINPA.
5. Chila, J., Espinoza, M., y Martínez, E. (2017). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *Gestión Ingenio y Sociedad*, 2(2), 140-152.
6. Devaux, A., Ordinola, E., Hibon, A., y Flores, A. (2010). *El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. International Potato Center. CPAD.
7. Dreinert, A., Wolf, A., Mentzel, T., Meunier, B., & Fehr, M. (2018). *The cytochrome bcl complex inhibitor Ametocradin has an unusual binding mode. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 1859 (8), 567-576. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2018.04.008>
8. Eguíllor, P. (2010). El Mercado de la papa 2009 - 2010. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – Odepa. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2385>
9. Estación experimental Agraria Santa Ana. (2011). *Papa INIA 318-Xauxa: Nueva variedad con resistencia a rancho y calidad para procesamiento industrial*. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/537/1/Trip-Papa_xauxa_INIA318.pdf

10. Freire, C. (2018). Evaluación de la eficacia de siete fungicidas para el Control de Tizón Tardío (*phytophthora infestans* mont de bary) en Papa variedad Capiro, en la estación experimental santa catalina–iniap, 2017–2018 [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5745>
11. Forbes, G., Pérez, W., y Andrade-Piedra, J. (2014). Procedimiento para evaluación estándar y manejo de datos de clones avanzados de papa. Módulo 3: Evaluación de la resistencia en genotipos de papa a *Phytophthora infestans* bajo condiciones de campo. Guia para colaboradores internacionales. Lima (Perú). *Centro Internacional de la Papa* (CIP).50p.
12. Galindo, R., Soriano, J., Quevedo, J., y Rodríguez, M. (2015). Manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con PQUA. Bogotá DC, Colombia. 110p. <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/manual-protocolos-ensayos-eficacia-pqua-1.aspx>
13. Hollomon, W. (2015). Fungicide resistance: facing the challenge-a review. *Plant protection science*, 51(4), 170-176. https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/42_2015-PPS.pdf
14. Jiménez, M., y Aguilar, A. (2016). Estudio etnobotánico de la papa de aire (*Dioscorea bulbifera* L.) en Donoso (Colón, República de Panamá). *Luna Azul*, (42), 54-67. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.42.6>
15. Kromann, P., y Cuasapaz, P. (2017). *Libro de memorias*. VII Congreso Ecuatoriano de la Papa. Adaptación al cambio climático.
16. Melgarejo, T. (2002). Curso de toxicología-fungicidas. UNALM. Curso de postgrado de la especialidad de fitopatología y entomología. Perú.
17. Miao, J., Dong, X., Lin, D., Wang, Q., Liu, P., Chen, F., Du, Y., y Liu, X. (2016). *Activity of the novel fungicide oxathiapiprolin against plant-pathogenic oomycetes*. *Pest management science*, 72(8), 1572-1577. <https://doi.org/10.1002/ps.4189>
18. Miranda, Y., y Lanzas W. (2007). Evaluación de alternativas químicas y biológicas en el manejo del tizón tardío (*Phitophthora infestans*,(Mont.) de Bary) en el cultivo de

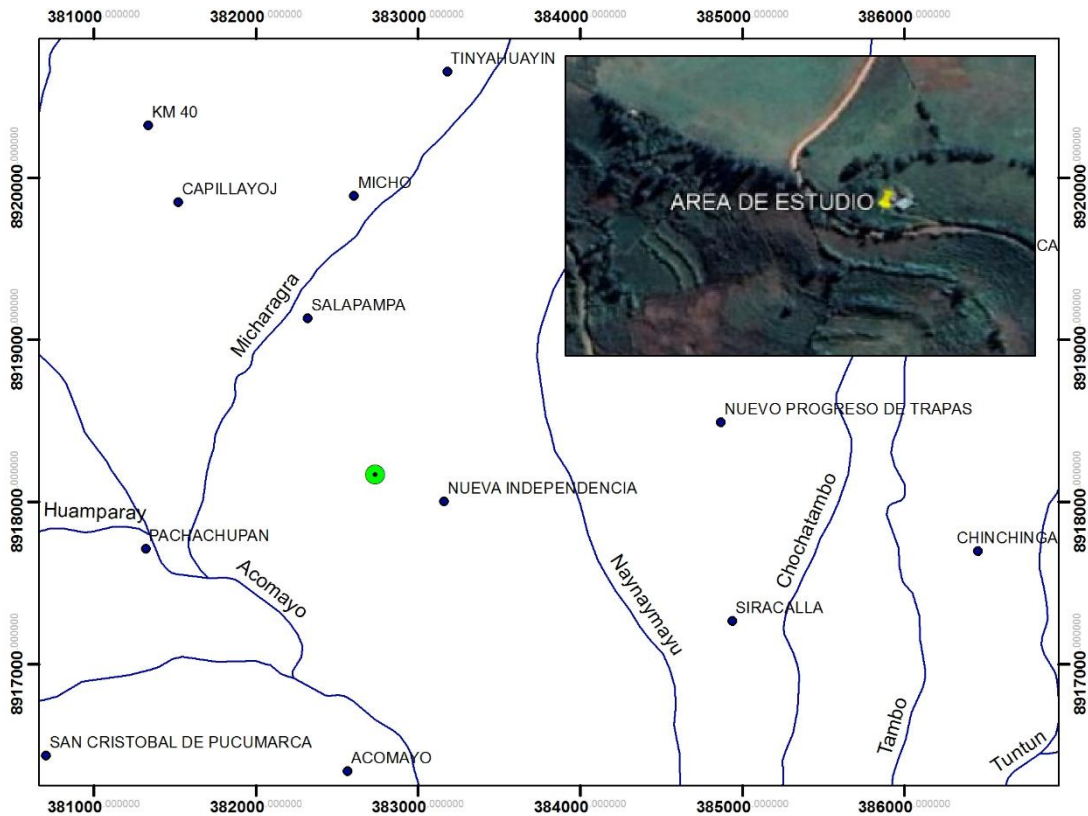
- papa (*Solanum tuberosum*). [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2024>.
19. Mitani, S., Araki, S., Yamaguchi, T., Takii, Y., Ohshima, T. & Matsuo, N. (2001). Antifungal activity of the novel fungicide cyazofamid against *Phytophthora infestans* and other plant pathogenic fungi in vitro. *Pesticide biochemistry and physiology*, 70(2), 92-99. <https://doi.org/10.1006/pest.2001.2541>
 20. Montesdeoca, F. (2005). *Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad*. Quito. PNRT-INIAP-Proyecto Fortipapa. https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Guia_produccion_uso_semilla.pdf
 21. Ochoa, C. M. (1999). *Las papas de sudamerica: Peru*. International Potato Center. Allen Press.
 22. Ortiz, O., Winters, P., y Fano, H. (1999). La Percepción de los Agricultores sobre el Problema del Tizón Tardío o Rancho (*Phytophthora infestans*) su Manejo: Estudio de Casos en Cajamarca, Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 11(1), 97-120.
 23. Orrego, R., Manrique, K., Quevedo, M., y Ortiz, O. (2012). *Mejorando la calidad de nuestra semilla de papa mediante la selección de las mejores plantas. Selección positiva. Guía de Campo para Agricultores*. Centro Internacional de la Papa. CPAD.
 24. Otazú, V. (2000). Orientación en el uso del control químico de *Phytophthora infestans* a los productores de semilla de papa de Huasahuasi-Perú. In *Memorias XIX Congreso de la ALAP*.
 25. Parrado, A., Pereiro, A., y Rodríguez, A. (2014). Efectividad del formulado ametoctradin 30 %+ dimetomorf 22, 5 % para el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). *Fitosanidad*, 18(1), 41-43.
 26. Perez, W. (2008). Monitoreo del tizón tardío de la papa. *Manual de capacitación*. Centro Internacional de la Papa (CIP).
 27. Pérez, W., y Forbes, G. (2008). El tizón tardío de la papa (No. H20 P41-F). *Manual de capacitación*. Centro Internacional de la Papa (CIP).
 28. Pumisacho, M., y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Editorial Abya Yala.

29. Pumisacho, M., y Velásquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Quito. INIAP, COSUDE. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/840>
30. Rodríguez, E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 9-17. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000100002
31. Rojas, T., y Gilmer, E. *El vínculo de la agroindustria con los productores de papa capiro de la Región Huánuco 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Alicia. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_b008e7cc5b69501ff2b659649f8a6712
32. Romo, J. (2016). *Evaluación agronómica y calidad de siete variedades y clones promisorios de papa (solanum tuberosum l.) en la Granja La Pradera, Chaltura, Antonio Ante, Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6885>
33. Rosales, V., y Osorio J. (2010). Nuevas Alternativas Para El Control Químico De La Ranca De La Papa (Phytophthora infestans (Mont.) de Bary)". Fase II. *Investigación Valdizana*, 4(1),9-15.
34. Sotelo, S., y Velazquez, J. (1995). Descripción botánica de las especies vegetales principales del Estado de Jalisco con importancia económica.
35. Taipe, A., Kromann, P., y Andrade-Piedra, J. L. (2017, del 29 al 30 de junio). Eficiencia de nuevos fungicidas para el control del tizón tardío de la papa. *Libro de Memorias. VI Congreso Ecuatoriano de la Papa*. Tulcán, Carchi, Ecuador. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/83526/Conference%20paper.pdf?sequence=1>
36. Toledo, M. (2021). *Manejo de la enfermedad "tizón tardío" (Phytophthora infestans) de la papa*. SAG DICTA. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/14306/BVE21021270e.pdf?sequence=1>
37. Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades mas importantes de la papa en el Peru*. Centro internacional de la papa.

38. Trujillo, D. (2017). *Factores determinantes de la producción de papa en el Perú para el periodo de años 1990–2013*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621688/Trujillo_SD.pdf?sequence=2&isAllowed=y
39. Villodas, L. (2015, del 11 al 12 de diciembre). *Validación de estrategias de PROINPA para el control químico de la ranca (Phytophthora infestans) de la papa en Huánuco Perú*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/932>
40. Vincent, O. (2018 Zorvec™ (oxathiapiprolin), some news premixes against oomycetes [Conference poster]. *In 12e Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes*. Tours, France. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193089500>
41. Zapata, J. C. (2002). *Principios básicos de fitoepidemiología*. Universidad de Caldas.

ANEXOS

MAPA DE UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL



LEYENDA

- CENTROS POBLADOS
- AREA EXPERIMENTAL
- RIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA		
"Eficiencia y sistemicidad de fungicidas para el control del Tizon tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) de la papa en Chinchao - Huánuco."		
PLANO: UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL AREA EXPERIMENTAL		
	EJECUTOR: Ganz Florido, Jordhan Isaac	PROYECCIÓN DATUM: UTM : WGS 84 ZONA: 18S
	ASESOR: Ing. Cabezas Huayllas, Oscar	
		LAMINA 01

Figura 7. Mapa de ubicación del campo experimental

7.1. Datos para determinar la incidencia y severidad de *P. infestans*

Tabla 25. Promedios para determinar la incidencia

Evaluación		plantas totales							plantas enfermas							Plantas sanas						
Fecha	N°	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
15-Feb	1	33	33	33	33	33	33	33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
23-Feb	2	33	33	33	33	33	33	33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
4-Mar	3	33	33	33	33	33	33	33	2,0	2,5	1,3	1,8	2,8	2,0	2,5	30,3	30,5	31,8	31,3	30,3	31,0	30,5
20-Mar	4	33	33	33	33	33	33	33	4,5	2,8	0,0	1,5	0,0	4,0	0,8	28,5	30,3	33,0	31,5	33,0	29,0	32,3
5-Abr	5	33	33	33	33	33	33	33	16,0	4,5	2,3	2,8	0,3	6,8	1,3	17,0	28,5	30,8	30,3	32,8	26,3	31,8
19-Abr	6	33	33	33	33	33	33	33	29,3	11,0	2,8	5,5	0,5	23,0	2,5	3,8	22,0	30,3	27,5	32,5	10,0	30,5

Tabla 26. Promedios para determinar la severidad

Evaluaciones		Plantas Enfermas							Grado De Severidad (%)						
Fecha	N°	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
15-Feb	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23-Feb	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Mar	3	2,0	2,5	1,3	1,8	2,8	2,0	2,5	0,87	1,52	0,65	0,65	1,62	0,97	1,08
20-Mar	4	4,5	2,8	0,0	1,5	0,0	4,0	0,8	3,46	1,52	0,00	1,52	0,11	3,57	0,32
5-Abr	5	16,0	4,5	2,3	2,8	0,3	6,8	1,3	18,4	1,52	1,2	1,6	0,2	8,0	1,3
19-Abr	6	29,3	11,0	2,8	5,5	0,5	23,0	2,5	66,9	1,52	2,8	6,3	0,6	44,8	1,9

Tabla 27. Promedios de grados de severidad para determinar la curva de progreso de la enfermedad

fecha	17-Feb	4-Mar	19-Mar	3-Abr	18-Abr	3-May	Área bajo la curva de progreso
DDS	41	56	71	86	101	116	
T ₁	0	0	0,87	3,46	18,40	66,88	842,53
T ₂	0	0	1,52	2,27	4,98	22,94	303,57
T ₃	0	0	0,65	0,00	1,19	2,81	48,70
T ₄	0	0	0,65	1,52	1,62	6,28	103,90
T ₅	0	0	1,62	0,11	0,22	0,65	34,09
T ₆	0	0	0,97	3,57	8,01	44,81	524,35
T ₇	0	0	1,08	0,32	1,30	1,95	55,19

7.2. Datos para determinar la incidencia y severidad del tizón tardío en brotes nuevos

Tabla 28. Promedios para determinar la incidencia en brotes nuevos

Evaluaciones		Plantas totales							Plantas enfermas							Plantas sanas							
Fecha	N°	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	
15-Feb	1	15	15	15	15	15	15	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	15	15	15	15	15	15	15
23-Feb	2	15	15	15	15	15	15	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	15	15	15	15	15	15	15
5-Mar	3	15	15	15	15	15	15	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	15	15	15	15	15	15	15
20-Mar	4	15	15	15	15	15	15	15	3,0	2,0	0,00	0,0	0,00	2,0	0,00	12	13	15	15	15	13	15	15
5-Abr	5	15	15	15	15	15	15	15	7,0	3,0	0,00	0,8	0,00	4,0	0,00	9	13	15	14	15	11	15	15
19-Abr	6	15	15	15	15	15	15	15	12,0	4,0	0,00	3,0	0,00	10,0	0,00	3	11	15	12	15	5	15	15

Tabla 29. Promedios para determinar la severidad en brotes nuevos

Evaluaciones		Grado De Severidad							Grado De Severidad						
Fecha	N°	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
15-Feb	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23-Feb	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5-Mar	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-Mar	4	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	10,20	2,40	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00
5-Abr	5	7,00	3,00	0,00	0,80	0,00	4,00	0,00	12,90	4,30	0,00	0,70	0,00	7,60	0,00
19-Abr	6	12,00	4,00	0,00	3,00	0,00	10,00	0,00	58,60	11,20	0,00	7,40	0,00	39,30	0,00

Tabla 30. Promedios de grados de severidad para hallar la curva de progreso de la enfermedad en brotes nuevos

Fecha Tratamientos	17-Feb	4-Mar	19-Mar	3-Abr	18-Abr	3-May	ABCPE
	Día 41	Día 56	Día 71	Día 86	Día 101	Día 116	
T ₁	0	0	0	10,24	12,86	58,57	785,71
T ₂	0	0	0	2,38	4,29	11,19	183,93
T ₃	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
T ₄	0	0	0	0,00	0,71	7,38	66,07
T ₅	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
T ₆	0	0	0	1,90	7,62	39,29	437,50
T ₇	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

ABCPE: Área bajo la curva del progreso de la enfermedad



Figura 8. Ubicación de la parcela y preparación del terreno experimental por el tesista Ganz Florido Jordhan.

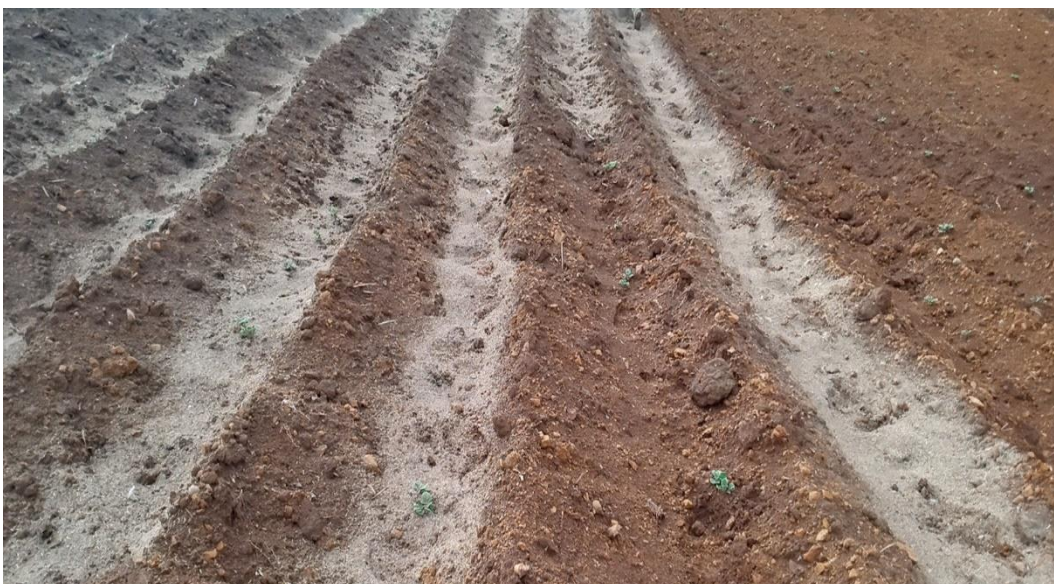


Figura 9. Emergencia del cultivo de papa variedad Capiro y abonamiento 25 días después de siembra



Figura 10. Instalación de las unidades experimentales.



Figura 11. Señalización e identificación de los tratamientos.



Figura 12. Preparación de los tratamientos in situ.



Figura 13. Aplicación de los fungicidas en los diferentes tratamientos.



Figura 14. Evaluación visual del área foliar afectada (incidencia y severidad).



Figura 15. Cosecha de tubérculos para su posterior clasificación.



Figura 16. Clasificación de tubérculos T₃R₃ (industrializable y descarte)



Figura 17. Letrero de instalación de tesis en parcela experimental.