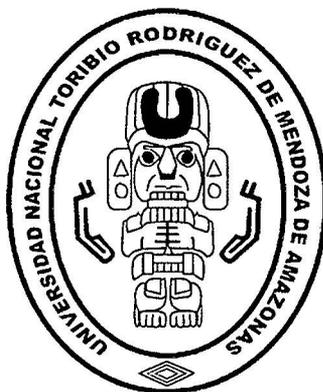


**UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA
DE AMAZONAS"**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**"RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE PAPA, A
Phytophthora infestans FRENTE A DIFERENTES
TRATAMIENTOS DE CONTROL QUÍMICO, EN LA
JALCA, CHACHAPOYAS"**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR : Bach. EYNER HUAMÁN HUAMÁN

ASESOR : Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA

CO-ASESOR : Mblga.Mg. Sc.NORA YESSENIA VERA OBANDO

18 MAR 2016

**CHACHAPOYAS - AMAZONAS
2015**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**“RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE PAPA, A
Phytophthora infestans FRENTE A DIFERENTES
TRATAMIENTOS DE CONTROL QUÍMICO, EN LA
JALCA, CHACHAPOYAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

AUTOR : Bach. EYNER HUAMÁN HUAMÁN

ASESOR : Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA

CO-ASESOR : Mblga. Mg. Sc. NORA YESSENIA VERA OBANDO



**18 MAR 2016
CHACHAPOYAS - PERÚ**

2015

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Papá Genaro H. y Mamá Matea H.

A mis profesores y amigos de la universidad que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

Eyner Huamán Huamán

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de la presente tesis, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Mis sinceros agradecimientos están dirigidos hacia Mblga. Mg.Sc. Nora Yessenia Vera Obando, Co-asesor de esta tesis, quien con su ayuda desinteresada, me brindó información relevante, además por el apoyo incondicional en la elaboración del proyecto de tesis; por sus constantes orientaciones, aportes y recomendaciones que fueron principales en la ejecución y elaboración del informe de tesis.

A mi Asesor Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza, quien a pesar de sus inmensas responsabilidades me obsequió su tiempo para ejecutar y revisar esta tesis.

A la Ing. Norma A. Bustamante Huamán, quien desde un inicio depositó su confianza en mi persona brindándome los fungicidas de la empresa FARMEX, para ser usados en el desarrollo de mi tesis.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG), por ayudarme en el análisis de suelo.

Al proyecto “Creación del Servicio de Laboratorio de Entomología y Fitopatología” PROFITEN, por brindarme todo el apoyo en la parte metodológica y estadística de este trabajo de tesis.

A mis padres por brindarme sabios consejo y ayudarme el trabajo en campo, A mi tía pascuala Huamán Guiop por prestarme su parcela para realizar los trabajos en campo.

Eyner Huamán Huamán

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**PH.D.JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR**

**DR. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DRA. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**ING. Ms. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO
DECANO(e) DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

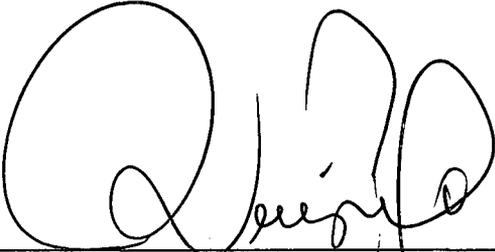
VISTO BUENO DEL ASESOR

El **Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza**, Docente de la escuela profesional de agronomía de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), deja constancia que ha asesorado el proyecto de investigación y la realización de la tesis titulada: **“Respuesta de dos Variedades de Papa, a *Phytophthora infestans* Frente a Diferentes Tratamientos de Control Químico, en la Jalca, Chachapoyas”**

Asimismo, avala al **Bach. Eyner Huamán Huamán**, Egresado de la escuela profesional de agronomía de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas 22 de febrero del 2016



Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza
Docente auxiliar a tiempo completo de la UNTRM

VISTO BUENO DEL Co -ASESOR

La **Mblga. Mg. Sc. Nora Yessenia Vera Obando**, Especialista del PROFITEN, INDES-CES-UNTRM-A, deja constancia que ha asesorado el proyecto de investigación y la realización de la tesis titulada: “**Respuesta de dos Variedades de Papa, a *Phytophthora infestans* Frente a Diferentes Tratamientos de Control Químico, en la Jalca, Chachapoyas**”

Asimismo, avala al **Bach. Eyner Huamán Huamán**, Egresado de la escuela profesional de agronomía de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

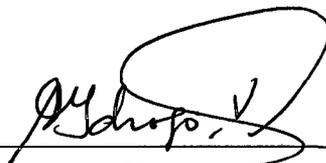
Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas 22 de febrero de 2016.



Mblga. Mg. Sc. Nora Yessenia Vera Obando
Especialista del PROFITEN, INDES-CES-UNTRM-A

JURADO EVALUADOR DE TESIS



ING. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ
PRESIDENTE



ING. ERIK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA
SECRETARIO



ING. Ms. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO
VOCAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR	vi
VISTO BUENO DEL Co -ASESOR	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo principal.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
III. MARCO TEÓRICO	3
3.1. El cultivo de papa y su importancia	3
3.2. Taxonomía, morfología y distribución	3
3.2.1. Taxonomía.....	3
3.2.2. Morfología.....	4
3.2.3. Distribución	4
3.3. Factores que influyen en el cultivo de la papa.....	5
3.4. Utilización y valor nutritivo.	5
3.5. Variedades en estudio.....	6
3.5.1. Variedad canchan INIAA.....	6
3.5.1.1. Características de la variedad	6
a. Apariencia general:.....	7
b. Tubérculos:.....	7
c. Rendimiento	7
d. Resistencia a enfermedades.....	8

e.	Periodo vegetativo	8
f.	Requerimientos.....	8
g.	Resistencia a la racha o tizón tardío	8
3.5.2.	Variedad amarilis INIA	9
3.5.2.1.	Características morfológicas	9
3.5.2.2.	Características agronómicas	9
3.5.2.3.	Reacción a factores adversos.....	9
3.6.	La racha o tizón tardío de la papa.....	9
3.6.1.	Origen de la racha <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) de Bary.....	10
3.6.1.1.	Taxonomía.....	10
3.6.1.2.	Morfología.....	11
3.6.2.	Ciclo de vida.....	11
3.6.2.1.	Asexual.....	11
3.6.2.2.	Sexual	12
3.6.3.	Epidemiología.....	12
3.6.4.	Resistencia	13
3.6.4.1.	Resistencia específica	13
3.6.4.2.	Resistencia general	14
3.6.5.	Síntomas	14
3.6.5.1.	Síntomas en las hojas.....	15
3.6.5.2.	Síntomas en los tallos y peciolo.....	15
3.6.5.3.	Síntomas en los tubérculos	15
3.7.	Manejo integrado de la racha <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary.	16
3.7.1.	Control cultural.....	16
3.7.2.	Control biológico	17
3.7.3.	Control genético	17
3.8.	Control químico de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary.....	18
3.8.1.	Tipos de fungicidas utilizaos para el control químico de <i>P. infestans</i>	18
3.8.1.1.	Fungicidas de contacto	18
a.	Cúpricos.....	19
b.	Ditiocarbamatos.....	19
3.8.1.2.	Fungicidas sistémicos.....	20
a.	Ciano-acetamida oximas.....	21

b.	Carbamatos	21
c.	Derivados del ácido cinámico.....	21
d.	Fenilamidas.....	22
e.	Fosfonatos.....	22
3.9.	Resistencia a fungicidas.....	23
3.10.	Estrategias de manejo de la resistencia.....	24
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS	26
4.1.	Materiales	26
4.1.1.	Ubicación del área en estudio	26
4.1.1.1.	Ubicación geopolítica.....	26
4.1.1.2.	Ubicación geográfica.....	26
4.1.2.	Análisis de suelo	27
4.1.3.	Variedades de papa.....	27
4.1.4.	Tratamientos	27
4.2.	Métodos y procedimientos	30
4.2.1.	Características del campo experimental	30
4.2.2.	Población y muestra	30
4.2.3.	Área del terreno, y distribución de las parcelas experimentales.....	31
4.2.4.	Diseño estadístico del campo experimental.....	34
4.2.5.	Conducción del experimento	34
4.2.5.1.	Instalación del experimento.....	34
4.2.5.2.	Muestreo de suelo.....	35
4.2.5.3.	Preparación del terreno.....	35
4.2.5.4.	Abonamiento	35
4.2.5.5.	Siembra del cultivo.....	35
4.2.5.6.	Fertilización	36
4.2.5.7.	Labores culturales:.....	36
4.2.5.8.	Riego.....	36
4.2.5.9.	Control fitosanitario.....	36
4.2.5.10.	Cosecha.....	36
4.2.5.11.	Selección y clasificación.	37
4.3.	Aplicación de productos químicos para control de <i>Phytophthora infestans</i>	37
4.3.1.1.	Aplicación para <i>Phytophthora infestans</i>	37

4.4.	Inicio y frecuencia de aplicaciones.....	38
4.5.	Evaluación	40
4.5.1.1.	Evaluación de severidad (%).....	40
4.5.1.2.	Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (%- día)	42
4.5.1.3.	Rendimiento por hectárea.....	42
V.	RESULTADOS	44
5.1.	Severidad de la enfermedad (%).....	44
5.2.	Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) % - días.....	46
5.3.	Rendimiento de tubérculos por planta (kg)	48
5.4.	Rendimiento de tubérculos a nivel experimental (t/ha.).....	50
5.5.	Rendimiento neto ajustado al 10 % (tn/ha.)	51
5.6.	Comparativo entre ABCPE y el rendimiento (quintales /ha.)	51
5.7.	Número total de tubérculos por tratamiento (tubérculos/planta).....	53
5.8.	Número total de tubérculos de primera categoría.....	55
5.9.	Número total de tubérculos de segunda categoría	57
5.10.	Número total de tubérculos de tercera categoría	59
5.11.	Número total de tubérculos de cuarta categoría	61
VI.	DISCUSIÓN.....	64
VII.	CONCLUSIONES.....	67
VIII.	RECOMENDACIONES	68
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	ANEXOS.....	73
a.	GALERÍA FOTOGRÁFICA.....	73
b.	RESULTADOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Las especies cultivadas de papa en Latinoamérica.....	4
Tabla 2. Principales componentes bromatológicos de los tubérculos de papa.....	6
Tabla 3. Fungicidas utilizados en el control de la rancha según FRAC 2006.....	23
Tabla 4. Análisis de suelo del lugar de experimento.....	27
Tabla 5. Relación de productos químicos utilizados en el experimento.....	30
Tabla 6. Cálculo del tamaño de la muestra.....	30
Tabla 7. Características del campo experimental.....	31
Tabla 8. Fuente de variación y grados de libertad.....	34
Tabla 9. Secuencia y número de aplicaciones químicas.....	37
Tabla 10. Número y fechas de aplicaciones de fungicidas en la investigación.....	39
Tabla 11. Escala de evaluación en campo para el tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	41
Tabla 12. Clasificación de tubérculos empleada por los agricultores.....	43
Tabla 13. Promedios de porcentajes de severidad por cada tratamiento.....	44
Tabla 14. Promedio de ABCPE obtenidos con datos de la severidad.....	46
Tabla 15. Análisis de varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad.....	47
Tabla 16. Prueba de Tukey para el (ABCPE) en los tratamientos evaluados.....	47
Tabla 17. Promedio del rendimiento por planta.....	48
Tabla 18. Análisis de varianza para rendimiento de tubérculos por planta.....	49
Tabla 19. Prueba de Tukey para el rendimiento por planta (Kg).....	49
Tabla 20. Promedio de número total de tubérculos por planta.....	53
Tabla 21. Análisis de varianza para el número total de tubérculos por planta.....	54
Tabla 22. Prueba de Tukey para el número total de tubérculos por planta.....	54
Tabla 23. Promedio del número de tubérculos de primera calidad.....	55
Tabla 24. Análisis de varianza para el número de tubérculos de primera.....	56
Tabla 25. Prueba de Tukey para el número de tubérculos de primera calidad.....	56
Tabla 26. Promedio de n° de tubérculos de segunda calidad.....	57
Tabla 27. Análisis de varianza para el número de tubérculos de segunda calidad.....	58
Tabla 28. Prueba de Tukey para el número de tubérculos de segunda calidad.....	58
Tabla 29. Promedio de n° de tubérculos de tercera calidad.....	59
Tabla 30. Análisis de varianza para el n° de tubérculos de tercera calidad por planta.....	60
Tabla 31. Prueba de Tukey para el número de tubérculos de tercera calidad.....	60

Tabla 32. Promedio de n° de tubérculos de cuarta calidad.....	61
Tabla 33. Análisis de varianza para el n° de tubérculos de cuarta calidad.....	62
Tabla 34. Prueba de Tukey para el n° de tubérculos de cuarta calidad.....	62
Tabla 35. Evaluación de severidad de la ranca y el ABCPE en la investigación.....	82
Tabla 36. Rendimiento, número de tubérculos según calidad por bloques y tratamiento..	83
Tabla 37. Promedios del rendimiento y n° de tubérculos según calidad.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geopolítica del distrito la Jalca	26
Figura 2. Croquis de la distribución de parcelas en campo experimental	32
Figura 3. Distribución de las plantas en la unidad experimental.....	33
Figura 4. Diagrama patrón propuesto para evaluación de la rancha en plantas de papa	40
Figura 5. Tratamiento 7 en comparación con el testigo absoluto (T5).....	44
Figura 6. Curva del progreso de la enfermedad en los diferentes tratamientos.....	45
Figura 7. Tratamiento 3 en comparación con el testigo absoluto (T1).....	45
Figura 8. ABCPE por tratamientos en el ensayo realizado en la Jalca.....	46
Figura 9. Rendimiento total de tubérculos (Kg / planta) por tratamiento.....	48
Figura 10. Rendimiento total de tubérculos a nivel experimental (Tn / ha).....	50
Figura 11. Rendimiento de tubérculos a nivel experimental.....	50
Figura 12. Rendimiento neto ajustado al 10% a nivel comercial (Tn /ha).	51
Figura 13. Comparativo del ABCPE con el rendimiento (quintales/ha)	52
Figura 14. Número total de tubérculos por planta	53
Figura 15. Número total de tubérculos de primera categoría en los trat.evaluados	55
Figura 16. Número total de tubérculos de segunda categoría.....	57
Figura 17. Número total de tubérculos de tercera categoría.....	59
Figura 18 Número total de tubérculos de cuarta categoría.....	61
Figura 19. Comparativo del número de tubérculos según calidad entre tratamientos.....	63

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se estableció en la localidad de la Jalca (2891 m.s.n.m) donde se evaluó dos paquetes tecnológicos de control químico de la ranca (*Phytophthora infestans* Mont. de bary) en las variedades de papa Canchan INIAA (susceptible) y Amarilis INIA (resistente), con el objetivo de evaluar y determinar la eficacia de estas propuestas en comparación con la práctica del agricultor bajo las condiciones agroecológicas de la misma zona. El diseño experimental utilizado fue DBCA con ocho tratamientos y tres repeticiones. En el ensayo se propuso paquetes tecnológicos basados en el uso alternado de fungicidas sistémicos y de contacto, frecuencia de aplicaciones de acuerdo a las condiciones climáticas y la no utilización de un fungicida sistémico del mismo ingrediente activo en más de tres oportunidades en las dos variedades. Los tratamientos fueron: T₁ y T₅ = Testigos absolutos, T₂ y T₆ = Criterio del agricultor, en ambas variedades; T₃ y T₇ = Paquete tecnológico propuesto 1, T₄ y T₈ = Paquete tecnológico propuesto 2, en ambas variedades. Las evaluaciones se realizaron cada siete días evaluando el grado de severidad y se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), a la cosecha se tomaron datos de rendimiento y el número de tubérculos según categoría. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey para la comparación de medias, obteniendo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, además las propuestas de paquete tecnológico uno y dos en ambas variedades (T₃, T₄, T₇, T₈) y el tratamiento del agricultor (T₂, T₆) controlaron eficazmente la enfermedad muy por encima de los testigos absolutos (T₁, T₅). Las propuestas de paquetes que se usaron controlaron más el desarrollo de la ranca mientras que el T₂ y T₆ mantuvieron a la enfermedad a niveles más altos que estos. En todos los tratamientos se obtuvieron buenos rendimientos en comparación con los testigos absolutos (T₁, T₅) que solo obtuvieron 0,55 y 0,61 tn/ha respectivamente, en comparación con los demás tratamientos que fueron superiores a 23 tn/ha. Al reducir de 11 ha 4 aplicaciones de fungicidas sistémicos, se disminuye los costos y el riesgo de generar condiciones propicias para el desarrollo de la resistencia a fungicidas.

Se concluye que el T₃, T₇ se constituyeron en la mejor opción para el control de la ranca en las dos variedades de papa en el distrito de la Jalca-Chachapoyas.

Palabras clave: Amarilis, canchan, *Phytophthora infestans*, control químico.

ABSTRACT

The present investigation was established in the locality of the Jalca (2891 m.s.n.m.) where were evaluated two technological packages of chemical control of potato late blight (*Phytophthora infestans* Mont. de bary) in the potato varieties Canchan INIAA (capable) and Amaryllis INIA (resistant), with the aim to evaluate and determine the efficiency of these packages in comparison with the farmer practice under the environmental conditions of the same zone. The experimental design was DBCA with eight treatments and three repetitions. In the test there proposed technological packages based on the alternated use of systemic and contact fungicides, applications frequency of agreement to the climatic conditions and not utilization of a systemic fungicide with the same active ingredient in more than three opportunities in both varieties. The treatments were: T1 and T5 = without application, T2 and T6 = farmer practice, in both varieties; T3 and T7 = technological Package proposed 1, T4 and T8 = technological Package proposed 2, in both varieties. The evaluations of degrees of severity were realized every seven days, and the area under the curve disease progress (AUDPC) was determinate. Crop yield and the number of tubers according to category was evaluated too. The analysis of variance and Tukey's test for the comparison of averages was realized, obtaining that the technological packages one and two in both varieties (T3, T4, T7, T8) and the treatment of the farmer (T2 and T6) controlled effectively the disease in contrast to the absolute witnesses (T1 and T5). The packages controlled the development of the potato late blight whereas T2 and T6 show the disease up to the crop. In all the treatments good crop yield were obtained in comparison with the absolute witnesses (T1 and T5) who obtained 0.55 and 0,61 tn/ha, in comparison with other treatments that were superior to 23 tn/ha. On having reduced of 11 to 4 applications of systemic fungicides its reduce the costs and the risk of generating propitious conditions for the development of resistance to fungicides. The T3 and T7 treatments were the best option for the control of potato late blight in both varieties in the district of the Jalca-Chachapoyas.

Key words: Amaryllis, canchan, *Phytophthora infestans*, chemical control.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la papa es el cuarto cultivo de importancia a nivel mundial, solamente por debajo del trigo, arroz y el maíz (Soto, 2010). El Perú, ocupa el lugar 23 en cuanto a volumen de producción, no obstante que este cultivo es originario de los andes del bajo y alto Perú, y nuestro país posee la mayor riqueza genética a nivel mundial (Soto, 2010), por otra parte León (2015), menciona que el Perú fue el décimo cuarto mayor productor a nivel mundial en el año 2014.

A nivel nacional, la papa ocupa el primer lugar entre los cultivos alimentarios, cuya producción es principalmente dirigida al consumo interno, podemos afirmar que la dieta nacional depende intensamente del consumo de este tubérculo exquisito (Soto, 2010).

La rancha, causada por el oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es el principal problema biótico para la producción de papa a nivel mundial (Forbes, Pérez, & Piedra, 2014); además causa significativas pérdidas de rendimiento en el cultivo (Mantecon, 2002). El desarrollo de la enfermedad es particularmente devastador en zonas húmedas y templadas (Hijmans, Forbes, & Walker, 2000) como en los valles interandinos y costeros del Perú, especialmente cuando hay temperatura moderada durante el día y alta humedad relativa en las noches (Pérez & Forbes, 2007).

El uso de cultivares resistentes y fungicidas permite reducir las pérdidas causadas por esta enfermedad (Forbes & Jarvis, 1994), siendo las aplicaciones de fungicidas la principal medida de control. El manejo indiscriminado de estos productos, sin importar el ciclo de vida del patógeno y las condiciones meteorológicas durante el cultivo, ocasiona efectos perjudiciales en la salud de los productores, los consumidores y el medio ambiente (Yanggen, Cole, Crissman, & Sherwood, 2004). Desafortunadamente, el control químico se está haciendo más difícil debido a la aparición de poblaciones nuevas y más agresivas de *P. infestans* (Fernández, Navia, & Gandarillas, 1999).

Para los agricultores el llegar a controlar la rancha con el solo objetivo de obtener buenas cosechas, ha provocado hoy en día que el patógeno desarrolle resistencia a los fungicidas, especialmente a los sistémicos, un problema que se está afrontando juntamente con la contaminación ambiental y los problemas de salud que acarrear (Bustamante, 2007).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

Determinar el mejor tratamiento para el control de la racha (*Phytophthora infestans*) en las dos variedades de papa Canchan - susceptible y Amarilis - resistente, bajo condiciones climáticas del distrito de La Jalca, Chachapoyas, Amazonas.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Establecer el grado de severidad ocasionada por *Phytophthora infestans* en los tratamientos en estudio.
- ❖ Determinar el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), de la racha (*Phytophthora infestans*) en los tratamientos en estudio.
- ❖ Evaluar el rendimiento alcanzado a la cosecha en los tratamientos en estudio.
- ❖ Determinar la eficacia de los tratamientos de control químico en comparación con la práctica del agricultor local, en las dos variedades de papa.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. El cultivo de papa y su importancia

La papa ha sido y sigue siendo uno de los alimentos más importantes en la lucha contra el hambre y la pobreza en Perú y muchas partes del mundo. Además es el tubérculo más consumido en el mundo (Cerna, 2011).

Hoy en día, la papa representa una de las contribuciones más importantes de la región andina, (especialmente nuestro país) y al mundo entero, por ser uno de los cultivos alimenticios más consumidos y apreciados. De esa manera se contribuye con el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de toda la humanidad, consumidora de dicho producto (Cerna, 2011).

En lo que respecta a nivel mundial, China ocupa el primer lugar en la producción de papa con 89 millones de toneladas, seguido por la India, Rusia, Ucrania, Estados Unidos, Alemania, Francia respectivamente (León, 2015).

El Perú lidera la producción de papa en Latinoamérica y es el décimo cuarto mayor productor a nivel mundial y la producción de papa en nuestro país alcanzó los 4.6 millones de toneladas en el 2014, en una superficie sembrada de 317,648 hectáreas, con un rendimiento promedio de 14.7 toneladas/hectárea (León, 2015). Además, el cultivo de papa representa el 3% del PBI agrícola del Perú, mayor que cualquier otro cultivo alimenticio nacional y es trabajado actualmente por más de 111 mil productores. Asimismo, el consumo per cápita en nuestro país se ha incrementado, de 73 kilos por persona al año en el 2007, pasamos a consumir 86 kilos el 2014 (León, 2015).

3.2. Taxonomía, morfología y distribución

3.2.1. Taxonomía

Reino	: Plantae
Filo	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum
Especie	: <i>Solanum tuberosum L.</i>

3.2.2. Morfología

La papa es una planta dicotiledónea herbácea anual, en su parte aérea presenta: tallos (entre circulares y angulares), hojas (compuestas), flores (cimosa), fruto (baya), conteniendo un promedio de 200 semillas. En su parte subterránea presenta: raíz (adventicia), estolones y tubérculos (tallos modificados). En la mayoría de variedades comerciales la forma del tubérculo varía entre redonda, ovalado y oblonga (Huamán, 1994).

3.2.3. Distribución

Se distribuye desde el sur del Cañón del Colorado, en Estados Unidos de Norteamérica, pasando por todos los países con cordillera andina, hasta el sur de Chile. La mayor variabilidad genética de especies se concentra en el área de la meseta peruano-boliviana (Fano, 1997).

Tabla 1. Las especies cultivadas de papa en Latinoamérica.

Especies	Nº Cromosomas	Origen
<i>S. ajanhuiri</i>	$2x=2n=24$	Perú y Bolivia
<i>S. x curtilobum</i>	$5x=2n=60$	Perú y Bolivia
<i>S. goniocalix</i>	$2x=2n=24$	Perú
<i>S. stenotomun</i>	$2x=2n=24$	Perú y Bolivia
<i>S. x Chaucha</i>	$3x=2n=36$	Perú y Bolivia
<i>S. x juzepczukii</i>	$3x=2n=36$	Perú y Bolivia
<i>S. phureja</i>	$2x=2n=24$	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile
<i>S. tuberosum ssp andigena</i>	$4x=2n=48$	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina, Chile
<i>S. tuberosum ssp tuberosum</i>	$4x=2n=48$	Chile

Fuente: (Fano R. H., 1997)

3.3. Factores que influyen en el cultivo de la papa

La papa se puede producir en un amplio espectro de suelos, siendo ideales los suelos de textura franco-arenosa, sueltos, profundos, drenados, ácidos (pH 4.5-6.5) y ricos en materia orgánica (Chapman & Carter, 1976).

Según (Egúsqüiza, 2000), el cultivo de la papa se adapta a climas fríos y templados, crece en temperaturas entre 12 a 24°C, para la tuberización se requiere temperaturas de 10 a 20°C. La formación de tubérculos o tuberización se realiza en dos etapas consecutivas:

1. Inducción o inicio: ocurre cuando los azúcares se depositan en forma de almidón, los estolones dejan de crecer, y tiene una duración de 2 a 3 semanas.
2. Tuberización o llenado: es la etapa del crecimiento del tubérculo, las células se multiplican radialmente y el tubérculo se expande por acumulación de agua y de sólidos, esta etapa ocurre hasta la muerte del follaje.

El agua es un factor importante en el cultivo de papa, el cual requiere de 400 a 800 mm de agua, dependiendo de las condiciones climáticas y de la duración de la campaña del cultivo, comparada con otros cultivos la papa es sensible tanto a la carencia como al exceso de agua (Hawksworth, Kirk, Sutton, & Pegleer, 1995).

3.4. Utilización y valor nutritivo.

La papa es un tallo subterráneo, suculento, que presenta un alto contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales. Pese al bajo contenido protéico en la papa, este tiene un alto valor biológico. Los tubérculos de papa tienen diversos usos, así en la alimentación humana el producto se consume fresco a procesado. Dentro de los productos procesados se tiene papas para la industria de hojuelas (chips), papas fritas, elaboración de purés y pre cocidos (Egúsqüiza, 2000).

Tabla 2. Principales componentes bromatológicos de los tubérculos de papa.

Componentes	Media %
Agua	75.05
Sólidos totales	23.7
Proteína(Nitrógeno total + 6.25)	2
Glicoalcaloides (Solanina)	3-10(mg/100gr)
Grasa	0.12
Azúcares reductores	0.3
Total Carbohidratos	21.9
Fibra Cruda	0.71
Ácidos Orgánicos	0.6
Ceniza	1.1
Vitamina B1(Tiamina)	0.1(mg/100gr)
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.04(mg/100gr)
Vitamina C	10-25(mg/100gr)
Potasio	560 (mg/100gr)
Fósforo	50 (mg/100gr)
Calcio	9 (mg/100gr)
Sodio	7 (mg/100gr)
Hierro	0.8 (mg/100gr)

Fuente: (Egúsqüiza, 2000).

3.5. Variedades en estudio

3.5.1. Variedad canchan INIAA

3.5.1.1. Características de la variedad

La Variedad Canchan-INIAA fue originada en el Centro Internacional de la Papa (CIP) en el año 1980. Esta nueva variedad (CLON 380389), provino del Proyecto de Resistencia a Tizón tardío del Departamento de Genética del CIP (Pérez, 2001).

En 1982 mediante un proyecto colaborativo entre el CIP y el programa de Investigación de Papa del INIAA (Instituto de Investigación Agraria y Agroindustrial), dicho clon fue sometido a pruebas de resistencia al tizón en condiciones de campo, en la zona

de Moyobamba, ubicada en la Estación Experimental agropecuaria Canchán de Huánuco; en cuyo honor al ser liberada se le denominó Canchan-INIAA en el año 1990 (Pérez, 2001).

Esta Variedad (Clón 380389), proviene del cruzamiento de (BL-1)2 como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de BLACK (*Solanum tuberosum* x *Solanum demisum*) y la Variedad LIBERTAS (*Solanum tuberosum*) y el progenitor masculino MURILLO III-80 que proviene del cruzamiento de dos cultivos nativos (*Solanum ajanhuiri* y *Solanum andigena*) que aporta tolerancia a heladas y resistencia específica (INIAA, 1990).

Según INIAA (1990) esta variedad presenta las siguientes características:

a. Apariencia general:

- ✓ Vigor : Presenta plantas vigorosas
- ✓ Altura media : 90 cm
- ✓ Tallos : De 4-6 por planta, de color verde claro
- ✓ Hojas : Tamaño mediano, verde claro
- ✓ Flores : Color lila, escasa floración
- ✓ Bayas : Escasas
- ✓ Sistema radicular : Bueno con estolones cortos

b. Tubérculos:

- ✓ Forma : Redonda
- ✓ Número : 14-25 por planta
- ✓ Tamaño : Medianos a grandes
- ✓ Ojos : Superficiales
- ✓ Color de Piel : Roja
- ✓ Color de Pulpa : Blanco
- ✓ Peso Específico : 1.1, con 18% Almidón y 25% de M. seca.

c. Rendimiento

- ✓ Hasta 1.5 a 2 Kg /planta y de 40 a 50 t/ha

d. Resistencia a enfermedades

Posee resistencia vertical o específica al tizón tardío, con una infección foliar no mayor de 15%, equivalente a los grados entre 2 y 3 según la escala de evaluación empleada por el CIP (1 al 9). Así mismo muestra una susceptibilidad mediana a *Rhizoctonia* y *Erwinia*.

e. Periodo vegetativo

El periodo de siembra a cosecha comprende 120 días para condiciones de sierra media (2000 a 2700 metros de altitud).

f. Requerimientos

- ✓ Densidad de siembra: 0.90 x 0.30 m.
- ✓ Aporque: 40 días después de la siembra.
- ✓ Zonas recomendadas para su cultivo: Se adapta bien a zonas de sierra central y en general en toda la costa.

g. Resistencia a la rancha o tizón tardío

Según Landeo (1998) la variedad Canchan-INIAA, hasta el año 1997 podía resistir el ataque del tizón tardío y sobrevivir con una mínima aplicación de químicos. Pero dicho año debido al ataque combinado de la humedad producida durante el fenómeno de El Niño y la aparición de una nueva y más agresiva forma del hongo, todo ello sumado a la incapacidad de un fungicida de controlarlo, quebró la resistencia de esta variedad. Pese al fracaso de su resistencia, además manifiesta que los agricultores peruanos la continuarán produciendo debido a su gran demanda en el mercado y su mayor rentabilidad.

La variedad Canchan-INIAA presenta genes de resistencia vertical controlada por genes mayores dominantes. Esta resistencia tiene la desventaja de no ser muy durable porque actúa solamente contra razas no compatibles del patógeno siendo vencidas con relativa facilidad (Fonseca, Labarta, Mendoza, Landeo, & Walker, 1996).

Sin embargo Mori (2006), menciona que en la actualidad estas variedades necesitan aplicaciones de fungicidas sistémicos debido a la fuerte presión del patógeno, describiéndola como susceptible.

Por otro lado Pérez (2001), mencionó que la variedad Canchan-INIAA está perdiendo la característica de resistencia con la que fue liberada debido a la aparición de nuevas poblaciones de patógeno, lo que originaría la pérdida de eficacia de algunos fungicidas.

3.5.2. Variedad amarilis INIA

Según Pérez (2001), esta variedad fue liberada por INIA en la estación experimental Canchan-Huánuco 1993. Y presenta las siguientes características:

Categoría : Variedad mejorada

Origen : (Monserate x Atzimba) x una mezcla de clones precoces.

3.5.2.1. Características morfológicas

Planta : De hábito erguido en la madurez

Tallo : Verde claro con hojas de foliolos anchos.

Flor : Blanca, abundante floración

Tubérculo : Oval chato, ojos superficiales.

Piel : Color crema. Pulpa amarilla.

Brotes : Color crema con jaspeas moradas.

3.5.2.2. Características agronómicas

Periodo vegetativo : Precoz (120 a 130 días).

Rendimiento : Hasta 30 t/ha, tubérculos grandes y pequeños.

Calidad culinaria : Buena, 20-30% de materia seca.

3.5.2.3. Reacción a factores adversos

Resistente a ranca (*P. infestans*), tolerante a verruga (*Synchytrium endobioticum*), roña (*Spongospora subterranea*) y nematodo del quiste (*Globodera pallida*).

3.6. La ranca o tizón tardío de la papa

El tizón tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial. En 1845 en Irlanda causó la destrucción total de los campos de papa, que eran la principal fuente alimenticia de ese país, produciendo la muerte de miles de personas y la

migración de muchos sobrevivientes a otros lugares de Europa y Norte América (Pérez & Forbes, 2008).

Desde esa fecha a la actualidad se han realizado numerosos estudios sobre la etiología, epidemiología y control de la enfermedad, los cuales se han incrementado aún más desde el hallazgo del tipo A2 en Europa en 1984, y el desarrollo de técnicas bioquímicas y moleculares que permitieron mejorar los estudios de la genética de poblaciones del patógeno (Pérez & Forbes, 2008).

Estos estudios permitieron conocer los peligros para la producción de papa que ocurrían después de los procesos de variación genética del patógeno, principalmente debido a la aparición de variantes con mayor resistencia a los fungicidas sistémicos, mayor virulencia y mayor aptitud parasítica, así como a la presencia de oosporas como fruto de la reproducción sexual del patógeno en nuevas zonas agrícolas (Pérez & Forbes, 2008).

3.6.1. Origen de la racha *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary

Se considera que el centro de origen de *Phytophthora infestans* es la sierra central de México (Fry & Goodwin, 1995). Es el primer lugar donde se detectó el tipo de apareamiento A2, donde la población se encuentra en equilibrio gamético, el cual implica la distribución al azar de todos los alelos mediante una reproducción sexual (Goodwin, 1991).

3.6.1.1. Taxonomía

Según Pérez & Forbes (2008), el nombre de *Phytophthora infestans*, se deriva de las palabras griegas *Phyto*=planta, *Phthora*= destructor.

Y su descripción taxonómica es:

Reino	: Cromista
Phylum	: Oomycota
Clase	: Oomycete
Orden	: Peronosporales
Familia	: Pythiaceae.
Género	: <i>Phytophthora</i>
Especie	: <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary.

Este patógeno está relacionado filogenéticamente con las diatomeas y algas pardas, la pared celular de los Oomycetes contiene

principalmente celulosa y β -glucanos antes que quitina y no tienen capacidad de sintetizar los esteroides.

Estas características hacen suponer que los Oomycetes han coevolucionado a partir de líneas diferentes de los hongos superiores como Ascomycetos y Basidiomycetos (Pérez & Forbes, 2008).

3.6.1.2. Morfología

El micelio es cenocítico, es decir no presenta septas o tabiques que separen el micelio; los esporangios son ovoides, elipsoidales a limoniformes, ahusados en la base, caducos, con un pedicelo menor de 3 mm y semipapilados.

Su tamaño varía de 36 x 22 μ m a 29 x 19 μ m. Los esporangióforos son de crecimiento continuo, con un pequeño hinchamiento justo debajo del esporangio (Pérez & Forbes, 2008).

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

3.6.2. Ciclo de vida

3.6.2.1. Asexual

En agua libre y con bajas temperaturas, los esporangios germinan indirectamente produciendo alrededor de 8 - 12 zoosporas uninucleadas y biflageladas.

Las zoosporas se forman dentro del esporangio y son liberadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila, lo cual permite a las zoosporas nadar libremente.

Las zoosporas tienen dos flagelos diferentes: uno de los flagelos es largo y en forma de látigo, en tanto que el otro es más corto y ornamentado, con dos filas laterales de pelos en el extremo (Pérez & Forbes, 2008).

Las zoosporas se enquistan sobre superficies sólidas, es decir, se detienen, adquieren una forma redondeada y forman una pared celular. Luego, en presencia de humedad, pueden desarrollar un tubo germinativo y penetrar a la hoja por las estomas, o formar el apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. Una vez dentro de la planta, el micelio se desarrolla intercelularmente formando haustorios dentro de las células. Ocasionalmente se forman haustorios en forma extracelular (Pérez & Forbes, 2008).

Cuando la temperatura es mayor a 15° C, los esporangios pueden germinar directamente, formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedante (Pérez & Forbes, 2008).

3.6.2.2. Sexual

Los gametangios se forman en dos hifas separadas, por lo que *P. infestans* es heterotálico. Así, ambos tipos de apareamiento A1 y A2, deben estar presentes para que ocurra la reproducción sexual.

La unión de los gametos ocurre cuando el oogonio atraviesa el anteridio y ocurre la plasmogamia. Esto conduce a la fertilización y al desarrollo de una Oospora con paredes celulares gruesas. La Oospora es fuerte y puede sobrevivir en los rastrojos (Pérez & Forbes, 2008).

Bajo condiciones favorables, la oospora produce un tubo germinativo que forma un esporangio apical, el cual puede liberar zoosporas o formar nuevamente un tubo germinativo, los cuales sirven como inóculo primario (Pérez & Forbes, 2008).

3.6.3. Epidemiología

Donde no hay un ciclo sexual, la sobrevivencia del patógeno ocurre en forma de micelio en tubérculos de plantas voluntarias, tubérculos semilla o tubérculos desechados cerca a campos de cultivo. Los esporangios también pueden sobrevivir varios días e incluso semanas en suelo húmedo, sin embargo no sobreviven temperaturas de congelación. Los brotes desarrollados a partir de los tubérculos infectados constituyen el inóculo

inicial, el micelio crece a través del tallo y llega a la superficie del suelo (Pérez & Forbes, 2008).

Cuando el micelio alcanza las partes aéreas de la planta, se forman los esporangios y estos son dispersados por el viento o salpicaduras a las plantas vecinas. Los esporangios son producidos durante las noches húmedas y en la mañana son dispersados hacia las hojas para reiniciar el ciclo (Pérez & Forbes, 2008).

Al cabo de unos cuantos días (4 días en condiciones óptimas: temperaturas moderadas y alta humedad) después de haberse producido la infección, emergen nuevos esporangióforos a través de los estomas y producen numerosos esporangios que infectarán otras plantas. En una sola campaña de cultivo pueden producirse varias generaciones asexuales del patógeno (Pérez & Forbes, 2008).

En condiciones de humedad, los esporangios que se encuentran en hojas y tallos son lavados y arrastrados hacia el suelo, donde pueden producir zoosporas e infectar los tubérculos que se encuentran cerca de la superficie del suelo. La infección se realiza a través de heridas o lenticelas. Una vez dentro de las células del tubérculo, se forman los haustorios, de la misma manera que en las hojas, y utilizan el contenido de las células como alimento (Pérez & Forbes, 2008).

3.6.4. Resistencia

El consenso general es que la mayor resistencia a *P. infestans* puede clasificarse en dos fenotipos en el campo.

3.6.4.1. Resistencia específica

También conocido como la resistencia de genes mayores, como resistencia vertical, resistencia de genes R, resistencia específica de raza, resistencia inestable y resistencia completa (Pérez & Forbes, 2008)

Es gobernado por un solo gen dominante (gen R) con efectos mayores y una clara segregación discontinua de la progenie generada por un genotipo resistente y otro susceptible (Collinge & Slusarenko, 1987).

Por lo tanto es efectiva contra una determinada raza de patógeno y se rompe fácilmente por una evolución rápida, por lo que hace poco durable en el campo (Bustamante, 2007).

3.6.4.2. Resistencia general

También conocida como resistencia horizontal, resistencia poligénica, resistencia cuantitativa, resistencia no específica de raza, resistencia estable, resistencia parcial, resistencia de campo y resistencia reductora de la tasa de infección (Forbes, 2012).

Es gobernado por varios o muchos genes, llamados genes menores, con pequeño efecto acumulativo y una continua distribución de genotipos resistentes en la progenie que resulta del cruce de un genotipo resistente con otro susceptible (Forbes, 2012).

Trabajos de mejoramiento genético están dirigidos hacia la obtención de cultivares con niveles altos de resistencia general, los cuales pueden usarse con cantidades reducidas de fungicidas y aun sin fungicidas en áreas menos húmedas (Bustamante, 2007).

El ambiente físico influye en el desarrollo de una epidemia a través de sus efectos sobre varias fases del ciclo de vida del patógeno a medida que este interactúa con las diferentes fases del desarrollo de la planta (Forbes, 2012).

El clima frío, húmedo, con lluvia y humedad relativa ambiental de más de 90%, y temperaturas de 7 a 21°C favorecen el desarrollo del tizón tardío. Las epidemias naturales de *P. infestans* en el campo pueden ser usadas ventajosamente para seleccionar grandes poblaciones de genotipos de papa por su resistencia a esta enfermedad (Gopal & Singh, 2003).

3.6.5. Síntomas

P. infestans afecta a las hojas tallos y tubérculos, donde la primera manifestación de la enfermedad se presenta en las hojas. En días húmedos y calurosos se pueden sentir un fuerte olor pasto fermentado, como consecuencia de la muerte de los tejidos de la parte aérea de la planta (Herbas, 1981).

En climas secos las funciones del patógeno se inhiben y las lesiones existentes dejan de extenderse, se ennegrecen, enrollan y marchitan, de ahí que el patógeno ya no se desarrolla más en el envés de las hojas (Bustamante, 2007).

3.6.5.1. Síntomas en las hojas

Al inicio, la enfermedad se manifiesta con manchas húmedas irregulares de color verde claro, mayormente cerca del ápice y los márgenes de las hojas. Estas lesiones crecen rápidamente hasta formar manchas grandes de color marrón oscuro. Durante las primeras horas de la mañana, se puede observar en la cara inferior de las hojas infectadas, especialmente en los márgenes de las lesiones necróticas, una eflorescencia blanquecina formada por esporangios del patógeno (Pérez & Forbes, 2008).

Las lesiones jóvenes son pequeñas (entre dos y 10 mm) y de forma irregular, y pueden estar rodeadas por un pequeño halo (tejido verde claro alrededor de la lesión necrótica oscura). A medida que crecen, las lesiones se vuelven más circulares hasta que son delimitadas por los márgenes del foliolo. Por lo general, no están delimitadas por nervaduras, y las lesiones viejas están rodeadas por un halo clorótico (Forbes, Pérez, & Piedra, 2014).

3.6.5.2. Síntomas en los tallos y peciolo

Cuando el tizón tardío ataca al tallo puede causar su estrechamiento y las hojas que están por encima del punto de infección se marchitan (Forbes, Pérez, & Piedra, 2014). Las lesiones son necróticas, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta, presentan consistencia vítrea (Pérez & Forbes, 2008).

Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, éstas se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o de vientos fuertes (Pérez & Forbes, 2008).

3.6.5.3. Síntomas en los tubérculos

Los tubérculos infectados muestran áreas irregulares, de coloración marrón rojiza a negruzca ligeramente hundidas que se extienden

profundamente en el tejido interno de los tubérculos. Los tubérculos infectados son inicialmente duros, secos y compactos, pero pueden ser invadidos por otros patógenos, principalmente bacterias que ocasionan pudrición blanda. A menudo va asociado a un olor penetrante y pútrido en los campos muy infectados; sin embargo, dicho olor se debe a la pudrición de tejido muerto y no es consecuencia directa del tizón tardío (Forbes, Pérez, & Piedra, 2014).

3.7. Manejo integrado de la ranca *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.

El manejo integrado es el empleo de diferentes métodos de control de las enfermedades. se realiza con la finalidad de disminuir o evitar las pérdidas que ocasionan, de tal manera que el agricultor logre una mayor rentabilidad, además de evitar daños a la salud humana y al medio ambiente. Es necesario tener en consideración que los distintos métodos de control no se excluyen entre sí. Los principales componentes del manejo del tizón tardío comprenden controles culturales, biológicos, genético y químico (Pérez & Forbes, 2008).

3.7.1. Control cultural

Según Pérez & Forbes (2008), se debe tener en cuenta:

- ❖ Época de siembra
- ❖ Eliminación de plantas voluntarias y malezas
- ❖ Selección de variedad
- ❖ Selección de semilla
- ❖ Distancia entre plantas y entre surcos
- ❖ Aporques
- ❖ Nutrición de las plantas
- ❖ Corte del follaje
- ❖ Riegos
- ❖ Saneamiento
- ❖ Cosecha oportuna
- ❖ Eliminación de tubérculos descartados
- ❖ Almacenamiento adecuado

3.7.2. Control biológico

Es la reducción de la enfermedad por interacción de uno o más organismos vivos con el patógeno causante de la enfermedad. Numerosos trabajos han reportado el efecto antagonista de varios microorganismos contra *P. infestans*, entre los que se mencionan *Serratia* spp., *Streptomyces* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Myrothecium* spp. Entre otros, el uso del control biológico no es común y los reportes de control exitoso son raros (Pérez & Forbes, 2008).

El uso de extractos o infusiones de ajos, cebolla o fermentos de algunos vegetales como cebada, trigo, arroz, ajos, tara, etc. también han dado resultados exitosos bajo condiciones de laboratorio e invernadero, pero no hay claras evidencias de su eficacia en el campo (Pérez & Forbes, 2008).

3.7.3. Control genético

Consiste en utilizar la habilidad que tienen algunas variedades o especies vegetales para impedir el desarrollo de la enfermedad debido a sus características intrínsecas. La susceptibilidad del hospedante implica su incapacidad para defenderse del ataque del patógeno (Pérez & Forbes, 2008). Existen dos formas de expresión de resistencia de la planta de papa a *P. infestans*. La primera se caracteriza por desencadenar una respuesta de hipersensibilidad (HR) en forma de pequeñas lesiones necróticas y se denomina resistencia específica, resistencia vertical, resistencia cualitativa, resistencia no estable o resistencia completa. Está gobernada por genes R con un efecto mayor que interactúan con los genes de avirulencia (Avr) del patógeno. La mayoría de los genes mayores conocidos a la fecha provienen principalmente de *S. demissum* (Pérez & Forbes, 2008).

El segundo tipo de resistencia está gobernado por genes menores de efecto aditivo y se denomina resistencia general, resistencia cuantitativa, resistencia poligénica, resistencia no específica, resistencia parcial, resistencia horizontal o de campo. Su herencia es de tipo cuantitativo y al ser gobernada por muchos genes es más estable y efectiva, teóricamente, contra todas las razas del patógeno. En las variedades con resistencia horizontal, el inicio y el

desarrollo de la enfermedad son mucho más lentos que en las variedades susceptibles (Pérez & Forbes, 2008).

La integración de la resistencia genética y el control químico permiten reducir el uso de fungicidas, reducir el costo de producción y reducir daños a la salud humana y al medio ambiente (Pérez & Forbes, 2008).

3.8. Control químico de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.

Involucra la utilización de productos químicos capaces de prevenir la infección o realizar algún tipo de control posterior a la infección. Los productos usados para controlar el tizón tardío son clasificados como de contacto, sistémicos y translaminares. Un gran número de estos productos son usados en el control del tizón tardío o rancho (Pérez & Forbes, 2008).

3.8.1. Tipos de fungicidas utilizados para el control químico de *P. infestans*.

3.8.1.1. Fungicidas de contacto

Según Pérez & Forbes (2008), los fungicidas actúan sobre la superficie de la planta y evitan la germinación y penetración del patógeno, disminuyendo las fuentes iniciales de la enfermedad. Son conocidos como fungicidas protectantes, residuales o de contacto. Entre los más importantes se encuentran los cúpricos y los ditiocarbamatos. Sólo protegen las zonas donde se deposita el fungicida, las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno.

Según Fernández, Navia, & Gandarillas (1999), los fungicidas de contacto afectan las estructuras del patógeno en la superficie de la planta actuando en sus fases de germinación y penetración. Una vez que el patógeno ha entrado en la planta estos fungicidas no lo afectan. Como los brotes nuevos y las partes de la planta que desarrollan luego de una aplicación deben ser protegidos y si acaso lloviera luego de la aplicación esta debería repetirse, un buen control del tizón con este tipo de fungicidas solo se logra con aplicaciones frecuentes y a intervalos cortos entre las aplicaciones lo que lleva a tener que realizar entre 16 a 20 aplicaciones. Con los fungicidas de contacto es muy importante mantener una capa apropiada del fungicida en el follaje

tanto en el haz (cara superior) como en el envés (cara inferior) de la hoja. Se necesita bañar toda la parte aérea de la planta. Su acción será efectiva mientras persistan en la hoja y mientras no sean lavados por la lluvia, es decir tengan buena tenacidad (Fernández, Navia, & Gandarillas, 1999).

a. Cúpricos

Los fungicidas cúpricos fueron los primeros en ser utilizados comúnmente para el control del tizón. Los más utilizados son el caldo bordalés y en tiempos recientes los fungicidas a base de oxiclورو de cobre y de óxido cuproso. Entre los fungicidas de contacto los cúpricos tienen la ventaja de tener una buena tenacidad según, Melgarejo 2002 citado por (Bustamante, 2007). Tienen la desventaja de tender a retrasar el desarrollo vegetativo de la planta por ello se recomienda su utilización después de empezada la floración según, Melgarejo 2002 citado por (Bustamante, 2007).

b. Ditiocarbamatos

Los ditiocarbamatos son compuestos orgánicos azufrados derivados del ácido bisditiocarbámico. Sus sales vienen a ser 1,2-bisditiocarbamatos dependiendo el nombre químico común del fungicida del grupo químico (metil, etil, etc.) y del metal involucrado. Los ditiocarbamatos más comúnmente utilizados en el control del tizón son el zineb (tiene etileno y zinc), maneb (tiene etileno y manganeso), mancozeb (tiene etileno, zinc y manganeso), metiram (tiene etileno y zinc) y propineb (tiene propileno y zinc) según, Melgarejo 2002 citado por (Bustamante, 2007).

En comparación a los cúpricos los ditiocarbamatos no son fitotóxicos por lo que pueden ser utilizados en todo el desarrollo de la planta, sin embargo tienen la desventaja de tener baja tenacidad es decir son fácilmente lavados por la lluvia según, Melgarejo 2002 citado por (Bustamante, 2007).

Los ditiocarbamatos son los fungicidas más ampliamente utilizados al presente en el control del tizón. Aunque el bajo costo facilita su utilización, las estrategias de control basadas en gran parte o exclusivamente en ellos, no son convenientes al presente en zonas muy tizoneras debido a que la necesidad de aplicaciones frecuentes incrementa su exposición al agricultor y al medio ambiente Aventis & Franco 2000 citado por (Pérez, 2001).

Dentro de este grupo también se encuentra los Cloronitrilos (Phtalonitrilos), Fenil-Piridinaminas y Estáñicos pero que en la actualidad no son muy usados y conocidos Aventis & Franco 2000 citado por (Pérez, 2001).

3.8.1.2. Fungicidas sistémicos

Según Pérez & Forbes, (2008) estos productos son absorbidos a través del follaje o de las raíces. La translocación se realiza en forma ascendente, y a veces descendente, por vía interna a través del xilema y floema. Tienen la capacidad de proteger las hojas producidas después de la aplicación. Inhiben algunas o varias etapas específicas del metabolismo del patógeno. Con ciertos productos, su uso continuo ha generado la aparición de cepas resistentes a estos fungicidas.

Según Fernández, Navia, & Gandarillas (1999) los fungicidas sistémicos penetran en la planta y se movilizan translaminarmente del haz al envés o viceversa y luego del punto donde cayeron hacia arriba de la planta es decir tienen un movimiento acropétalo. Solo uno de los fungicidas sistémicos que se utilizan para el control del tizón y que no es propiamente un fungicida, el fosetil-aluminio, se moviliza también basipétalmente es decir de donde penetra hacia abajo de la planta. En el caso de los fungicidas sistémicos una aplicación constante y uniforme no es tan importante como cuando se trata de los fungicidas de contacto, luego de su aplicación el fungicida sistémico penetra en la planta y se moviliza acropetalamente aún hacia partes de la planta en donde no hubo depósitos de la aplicación.

El intervalo entre aplicaciones puede ser alargado, poco después de su aplicación no son lavados por las lluvias. Estas son las grandes

ventajas de los fungicidas sistémicos sobre los fungicidas de contacto especialmente en las zonas muy tizoneras de los países en vías de desarrollo. Las desventajas de los fungicidas sistémicos son su mayor costo y la selección e incremento de resistencia en el patógeno cuando se les utiliza inapropiadamente (Pérez, 2001).

a. Ciano-acetamida oximas

Cimoxanil pertenece a este grupo de fungicidas. Su movimiento en la planta es solo translaminar, no tiene movimiento acropétalo. Su persistencia en la planta está limitada a unos pocos días por lo que los intervalos para su aplicación apropiada es similar a la de los fungicidas de contacto. Cimoxanil afecta la síntesis de ADN y en menor grado la de ARN (Ziogas & Davidse, 1987). Se ha reportado un efecto sinérgico cuando se usa cimoxanil en mezcla con mancozeb. La mezcla controla mejor el tizón que cuando se usa cimoxanil o mancozeb solos cimoxanil es de bajo riesgo para el desarrollo de resistencia en el patógeno (Evenhuis, Schepers, Bus, & Stegeman, 1996).

b. Carbamatos

Propamocarb pertenece a este grupo. Es un fungicida básicamente translaminar. Tiene poca acción en la germinación del esporangio. Actúa en el micelio joven afectando la permeabilidad de la membrana celular no siendo efectivo cuando el micelio ya ha desarrollado, propamocarb no es efectivo cuando se le aplica en plantas ya infectadas, y no ejerce control cuando estas tienen tres días de infectadas (Pérez, 2001).

c. Derivados del ácido cinámico

El dimetomorf es uno de los fungicidas más recientes. Se le comercializa desde 1990. Es básicamente un fungicida translaminar reportándosele una excelente actividad antiesporulante previniendo la producción de esporangios y oosporas. El dimetomorf afecta la formación de la pared celular promoviendo su lisis y la muerte de la célula. Se le considera de

bajo riesgo como promovedor del desarrollo de resistencia en el patógeno (Leroux, Chabane, & Bompeix, 1993).

d. Fenilamidas

Metalaxil el primer fungicida de este grupo fue introducido al mercado en 1977. Posteriormente otras fenilamidas se han desarrollado: ofurace, benalaxil, oxadixil, furalaxil y mefenoxam (metalaxil-m). Estos fungicidas crearon una gran expectativa por su acción post-infeccional, y actividad sobresaliente bajo condiciones muy favorables para la enfermedad (Pérez, 2001).

El uso extensivo e intensivo de metalaxil como único fungicida en el control del tizón a lo largo de la campaña y además frecuentemente utilizado cuando ya se observaban síntomas de la enfermedad, creó una presión para la aparición de variantes de *P. infestans* resistentes al metalaxil a los tres años de su introducción (Davidse, Looijen, Turkensteen, Wal, & Vander, 1981).

e. Fosfonatos

El fosetil-aluminio pertenece a este grupo. Tiene una acción directa propiamente como la de un fungicida pero además actúa indirectamente activando mecanismos de defensa propios de la planta. Otra ventaja de este compuesto es de que se moviliza en la planta tanto acropetalamente como basipetalamente, es decir de donde penetra a la planta tanto ascendentemente como descendentemente, por lo que con este producto se puede lograr un excelente control de la infección en tubérculos modificado de (Pérez, 2001).

Tabla 3. Fungicidas utilizados en el control de la rancha según FRAC 2006

GRUPO DE FUNGICIDAS	GRUPO QUÍMICO	INGREDIENTES ACTIVOS	MODO DE ACCIÓN	ACTIVIDAD
Fenilamidas	Acetalaninas	Benalaxyl	Interfiere con la síntesis del RNA ribosomal	Sistémico
		Furalaxyl		
		Metalaxyl		
		Metalaxyl-M (mefenoxam)		
	Butyrolactone	Ofurace		
	Oxazolidine	Oxadixyl		
Benzamidas	Metilbenzamidas	Zoxamide	Inhíbe el ensamblaje de la B-tubulina en la mitosis	Contacto
Fungicidas Qo1 3	Imidazolinona	Fenamidone	Inhíbe la respiración en lugar Qo	Traslaminar
	Strobilurina	Azoxystrobin		
Fungicidas Qi1 4	Cyanoimidazol	Cyazofamid	Inhíbe la respiración en lugar Qi	Contacto
Fungicidas C5 5	Diarylamina	Fluazinam	Detiene la producción de energía celular	Contacto
Carbamatos	Carbamato	Propamocarb	Afecta la permeabilidad de la membrana celular	Sistémico
Fungicidas CAA 6	Ácido cinámicoamida	Dimetomorph	Afecta la síntesis de la pared celular	Traslaminar
	Valinamida carbamato	Iprovalicarb		
Fosforotiolatos & Ditiolanos	Dithiolano	Isoprothiolane	Afecta la síntesis de la membrana celular y fosfolípidos	Sistémico
Cobre inorgánicos	Cobre	Caldo Bórdales		Contacto
		Hidróxido de cobre		
		Oxicloruro de cobre		
		Oxido de cobre		
Dithiocarbamatos	Dithiocarbamato	Ferbam	Inhibidores multisitio	
		Mancozeb		
		Maneb		
		Propineb		
		Zineb		
		Ziram		
Phthalimidas	Phthalimida	Captan		
		Folpet		
Chloronitrilos	Phthalonitrilo	Chlorothalonil		
Sulfamidas	Fenilsulfamida	Tolyfluand		
Cianoacetamida-oximas	Acetamidas	Cymoxanil	Desconocido	Traslaminar
Fosfonatos	Organofosfato	Fosetyl-Al	Actividad multisitio	Sistémico
U 9	Acylicolide	Fluopicolide	Modificación de la localización celular de proteínas semejantes a la espectrina	Traslaminar

2 Clasificación de fungicidas en sistémicos, traslaminares y de contacto.

3 Fungicidas Qo1 = (Quinone outside Inhibitors)

4 Fungicidas Qi1 = (Quinone inside Inhibitors)

5 Fungicidas C5 = (Uncouplers of oxidative phosphorylation)

6 Fungicidas CAA = (Carboxylic acid amides)

Fuente: (Pérez & Forbes, 2008)

3.9. Resistencia a fungicidas

La resistencia a fungicidas significa una menor sensibilidad que la normal a dichos productos en una población del patógeno. Esta resistencia es el resultado de mutaciones estables y heredables. La resistencia al ingrediente activo metalaxyl es uno de los ejemplos más claros y que ha sido reportada dentro de poblaciones de *P. infestans* a escala mundial, constituyéndose en un factor



limitante en el uso de este fungicida. La disminución temporal de la sensibilidad a un determinado fungicida vendría a ser una adaptación del patógeno, sin embargo por no ser heredable puede ser revertida por cambios en las estrategias de control químico (Pérez & Forbes, 2008).

Se han reportado dos tipos de riesgo de resistencia en los fungicidas: riesgo inherente al fungicida y riesgo inherente al patógeno. Las características químicas del ingrediente activo y su modo de acción frente al patógeno son los elementos determinantes del riesgo inherente al fungicida (Pérez & Forbes, 2008).

Existen, por lo tanto, fungicidas de alto, medio y bajo riesgo de generar resistencia. La duración del ciclo de vida del patógeno y su potencial de mutación están asociadas al riesgo inherente al patógeno. La presión de selección de aislamientos resistentes del patógeno a un determinado fungicida en extensas áreas de cultivo está relacionada al riesgo inherente al patógeno. Existen por lo tanto patógenos de alto, medio y bajo riesgo de generar problemas de resistencia (Pérez & Forbes, 2008).

La combinación de ambos tipos de riesgo nos indicará el riesgo real de aparición de resistencia a los fungicidas. Un caso muy especial es el de *P.infestans* que desarrolló resistencia rápidamente a fungicidas de la clase fenilamidas (metalaxyl, metalaxyl-M (mefenoxam), furalaxyl, oxadixyl, benalaxyl y ofurace), pero no a dimetomorf, iprovalicarb, fluazinam, cimoxanil, azoxistrobina y fenamidone (fungicidas QoI), propamocarb y organotinas. Por ello, el Comité de Acción para la Resistencia a Fungicidas (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC por sus siglas en inglés) ha clasificado a *P. infestans* como un patógeno de alto riesgo para fungicidas del tipo fenilamidas y sólo como un patógeno de riesgo medio para fungicidas con otros modos de acción (Pérez & Forbes, 2008).

3.10. Estrategias de manejo de la resistencia

Según Pérez & Forbes (2008), las estrategias son:

- ✓ Limitar el número de aplicaciones de un fungicida de alto riesgo.
- ✓ Mezclar un fungicida de alto riesgo con uno de bajo riesgo para asegurarse de que las esporas no sobrevivan.
- ✓ Alternar las aplicaciones de fungicidas de alto riesgo con otros de bajo riesgo incluyendo el uso de fungicidas con diferente modo de acción.

- ✓ Implementar otras prácticas de manejo integrado diferentes a las del componente químico para impedir el desarrollo de la enfermedad.

También Cáceres, Pumisacho, Forbes, & Piedra (2007), mencionan que las estrategias de manejo de la resistencia son:

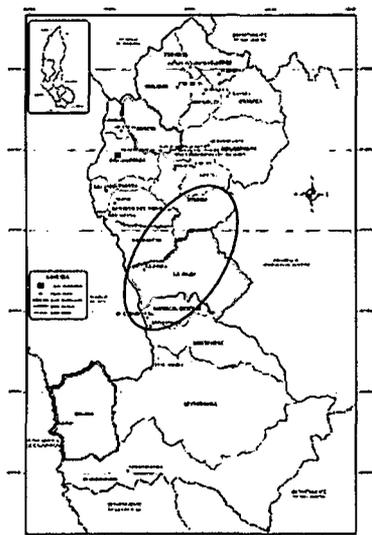
- **Usar variedades** de papa resistentes a la enfermedad.
- **Evitar el uso** de un solo tipo de fungicida especialmente sistémico.
- **Procurar el uso** de fungicidas de distinto tipo e incluso alternar fungicidas de contacto y luego sistémicos o usar mezclas de fungicidas de ambos tipos.
- **Complementar el control** del tizón tardío con prácticas de manejo integrado de la enfermedad.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Ubicación del área en estudio

4.1.1.1. Ubicación geopolítica



LUGAR : El Toche
DISTRITO : La Jalca
PROVINCIA : Chachapoyas
DEPARTAMENTO : Amazonas

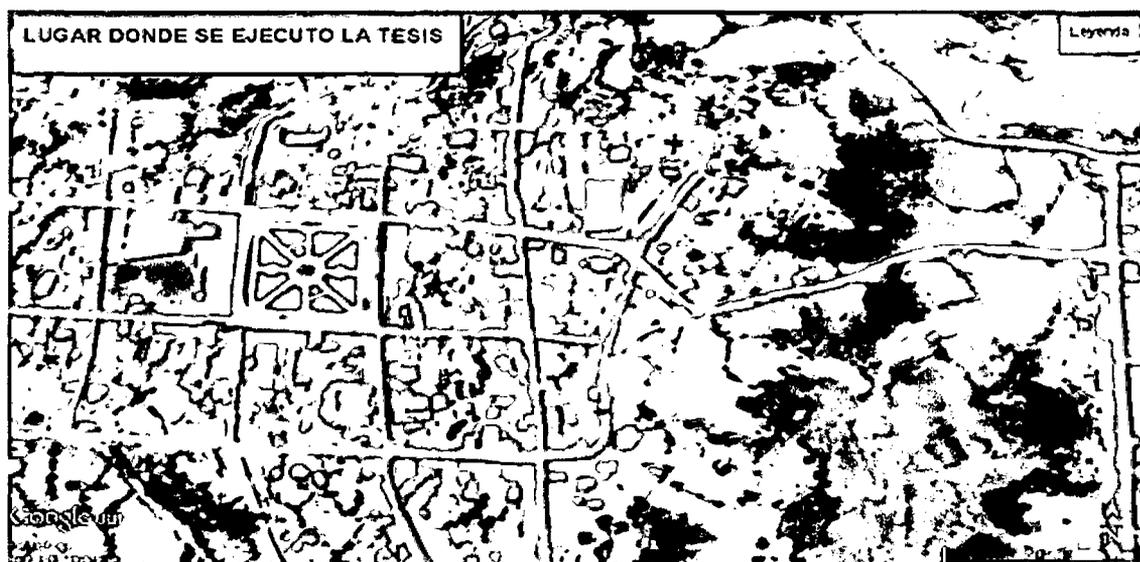


Figura 1. Ubicación geopolítica del distrito la Jalca

4.1.1.2. Ubicación geográfica

Según Google Earth Pro v7.1, la parcela se ubica a:

Longitud Occidental : 77°48'43''
Latitud Sur : 06°29'02''
Altitud : 2820 m.s.n.m.

Así como también se encuentra a una distancia de 70 Km, de la ciudad de Chachapoyas en la región Amazonas. Parcela de propiedad de la Sra. Pascuala Huamán Guiop, el cultivo anterior fue maíz, para uso en grano.

4.1.2. Análisis de suelo

Para efectuar el análisis del suelo se tomaron muestras a una profundidad de 0-30 cm, el cual se envió al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas del INDES-CES de la "Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas" (UNTRM).

Los resultados son tal como se muestra en la tabla:

Tabla 4. Análisis de suelo del lugar de experimento

Clase Textural	C.E. (1:1)	pH (1:1)	K	P	M.O	C	N	Cationes Cambiabiles
	(mS/cm)		Ppm		%	%	%	Meq/100 g
Franco Arenoso	0.06	5.6	73	3.33	3.65	2.12	0.18	4.5

Fuente: Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas del INDES-CES UNTRM, Chachapoyas.

4.1.3. Variedades de papa

Para el desarrollo del experimento se utilizaron dos variedades de papa: Amarilis INIA (Resistente) y Canchan (Susceptible).

4.1.4. Tratamientos

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron dos variedades de papa (susceptible y resistente) a rancho y diferentes fungicidas.

Se consideró un testigo sin aplicación (Testigo absoluto) para cada variedad, lo cual nos ayudó a conocer el potencial de infección de la enfermedad en las condiciones en la que se realizó el ensayo y un tratamiento estándar utilizado por los agricultores (Criterio del agricultor) en cada variedad. En todas las aplicaciones se adicionó un adherente (SILWET), excepto en el Testigo absoluto (T1, T5) y Criterio del agricultor (T2, T6).

Los tratamientos son descritos a continuación:

T₁= Testigo absoluto, en la variedad Canchan INIAA (Susceptible): No se realizó aplicaciones de fungicidas para el control de la rancho.

T₂= Criterio del agricultor, aplicado a la variedad Canchan INIAA (Susceptible): Se realizó aplicaciones de fungicidas cada 8 días, realizando 11 aplicaciones, los fungicidas más usados fueron sistémicos.

Se usó el fungicida Sistémico: ATTACK (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%), que cuenta con mayor distribución comercial y es muy solicitado por los agricultores en el distrito, cabe mencionar que se usó en todas las aplicaciones hasta terminar campaña.

T₃=Paquete tecnológico propuesto 1, aplicado a la var. Canchan INIAA (Susceptible):

Se realizó aplicaciones teniendo en cuenta:

- ❖ La alternancia del uso de los diferentes tipos de fungicidas (Sistémico y Contacto) considerando el mecanismo de acción que tienen para el control de *P.infestans*.
- ❖ La no utilización de fungicidas sistémicos del mismo ingrediente activo en más de tres oportunidades en el control de *Phytophthora infestans*.
- ❖ La aplicación de fungicidas de acuerdo al grado de avance de la enfermedad y la resistencia que presentan las variedades.

La frecuencia de aplicaciones para los fungicidas se realizó de acuerdo a las evaluaciones de incidencia y severidad, estas evaluaciones se realizó cada 3 y 4 días. Según los porcentajes de incidencia y severidad se decidió en que momento aplicar.

1. S: CORBAT (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)
2. S: EQUATION PRO (Famoxadone 22.5%+Cimoxanil 30%)
3. C: ANTRANEB (Propineb 70%)
4. S: CORBAT (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)
5. C: ANTRANEB (Propineb 70%)
6. S: CORBAT (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)
7. C: ANTRANEB (Propineb)
8. S: HIELOXIL (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)

Dónde:

(S): Fungicidas sistémicos

(C): Fungicidas de contacto

T₄: Paquete tecnológico propuesto 2, aplicado a la variedad Canchan INIAA (Susceptible):

Se realizó aplicaciones teniendo en cuenta los mismos principios del anterior tratamiento (T₃), donde se emplearon los siguientes fungicidas en el orden que se muestra.

1. **S:** HIELOXIL (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)
2. **C:** ANTRANEB (Propineb 70%)
3. **S:** EQUATION PRO (Famoxadone 22.5%+Cimoxanil 30%)
4. **C:** ANTRANEB (Propineb 70%)
5. **S:** CORBAT (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)
6. **C:** ANTRANEB (Propineb 70%)
7. **S:** HIELOXIL (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)
8. **S:** ANTRANEB (Propineb 70%)

Dónde:

(S): Fungicidas sistémicos
contacto

(C): Fungicidas de

T₅ = Testigo absoluto, de la variedad Amarilis INIA (Resistente): No se realizó aplicaciones de fungicidas para el control de la ranca.

T₆ = Criterio del agricultor, aplicado a la variedad Amarilis INIA (Resistente): Se realizó aplicaciones de fungicidas cada 8 días al igual que el T₂.

T₇ = Paquete tecnológico propuesto 1, aplicado a la variedad Amarilis INIA (Resistente): Se realizó aplicaciones alternadas de fungicidas sistémicos, y de contacto, teniendo en cuenta los mismos principios del T₃ y las mismas secuencias de aplicación.

T₈ = Paquete tecnológico propuesto 2, aplicado a la variedad Amarilis INIA (Resistente): Se realizó aplicaciones alternadas de fungicidas sistémicos, y de contacto, teniendo en cuenta los mismos principios del T₄, y las mismas secuencias de aplicación.

Tabla 5. Relación de productos químicos utilizados en el experimento

FUNGICIDAS SISTÉMICOS			
NOMBRE COMERCIAL	FORMA DE ACCIÓN	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
Attack	S+C	Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	500g/200L
Corbat	S+C	Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%	500g/200L
Hieloxil	S+C	Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%	600g/200L
Equation pro	S	Famoxadone 22.5%+Cimoxanil 30%	200gr/200L
FUNGICIDAS DE CONTACTO			
Antraneb	C	Propineb	750gr/200L
SURFACTANTE			
Silwet		Trisiloxano Etoxilato	50mL/ 200 L
INSECTICIDA			
S-kemata	S	Methamidophos	500mL/ 200 L

S = Sistémico

C = Contacto

Fuente: Elaboración propia

4.2. Métodos y procedimientos

4.2.1. Características del campo experimental

En esta investigación se trabajó con un Diseño en Bloque Completamente al Azar (DBCA) con 8 tratamientos y 3 bloques, cada bloque estaba constituido por 8 parcelas (unidad de experimentación) de 20 m² cada uno.

4.2.2. Población y muestra

Población: Plantas de papa de las dos variedades variedad Amarilis INIA (Resistente), Canchan (Susceptible), cultivadas bajo las condiciones del distrito de La Jalca provincia de Chachapoyas, Amazonas.

Muestra: La muestra fue de 25 plantas por cada unidad experimental.

El tamaño de la muestra se determinó por el método de proporciones donde:

Tabla 6. Cálculo del tamaño de la muestra

Tamaño de Población objetivo	N	33
Probabilidad de acierto	P	0.5
Probabilidad de error	Q	0.5
Error	D	10%
Tamaño de muestra	n	25

Fuente: Elaboración propia

Y fueron ubicadas en los tres surcos centrales por efecto borde (Figura 3).

4.2.3. Área del terreno, y distribución de las parcelas experimentales

El área total del terreno que se usó fue de 861 m², se consideró 3 bloques de experimentación, los cuales estaban conformados por 8 parcelas demostrativas con una distancia de separación entre bloques de 1.5 m y 1m entre parcelas o unidad experimental que tuvo un área de 20 m² (5x4 m) (Ver tabla 7).

En la Figura 2 se ve detalladamente el área y la distribución de las parcelas experimentales.

Tabla 7. Características del campo experimental

Cultivo	Papa
Variedad (1) Resistente	Amarilis INIA
Variedad (2) Susceptible	Canchan INIAA
Diseño experimental	DBCA
Tratamientos	8
Bloques	3
Distanciamiento entre plantas	0.40 m
Distanciamiento entre surcos	0.9 m
Nº de surcos/unidad experimental	5
Longitud de surco	5 m
Nº de plantas/surco	13
Nº de plantas experimentales por surco	8,9,8
Largo de la parcela	5 m
Ancho de la parcela	4 m
Área de la unidad experimental	20 m ²
Área total del ensayo	861 m ²
Área efectiva del ensayo	480 m ²
Distanciamiento entre U. E	1 m
Distanciamiento entre bloques	1.5 m
Número de plantas a evaluar / U. E	25
Fecha que se sembró	12/04/2015

Fuente: Elaboración propia

CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS EN CAMPO EXPERIMENTAL

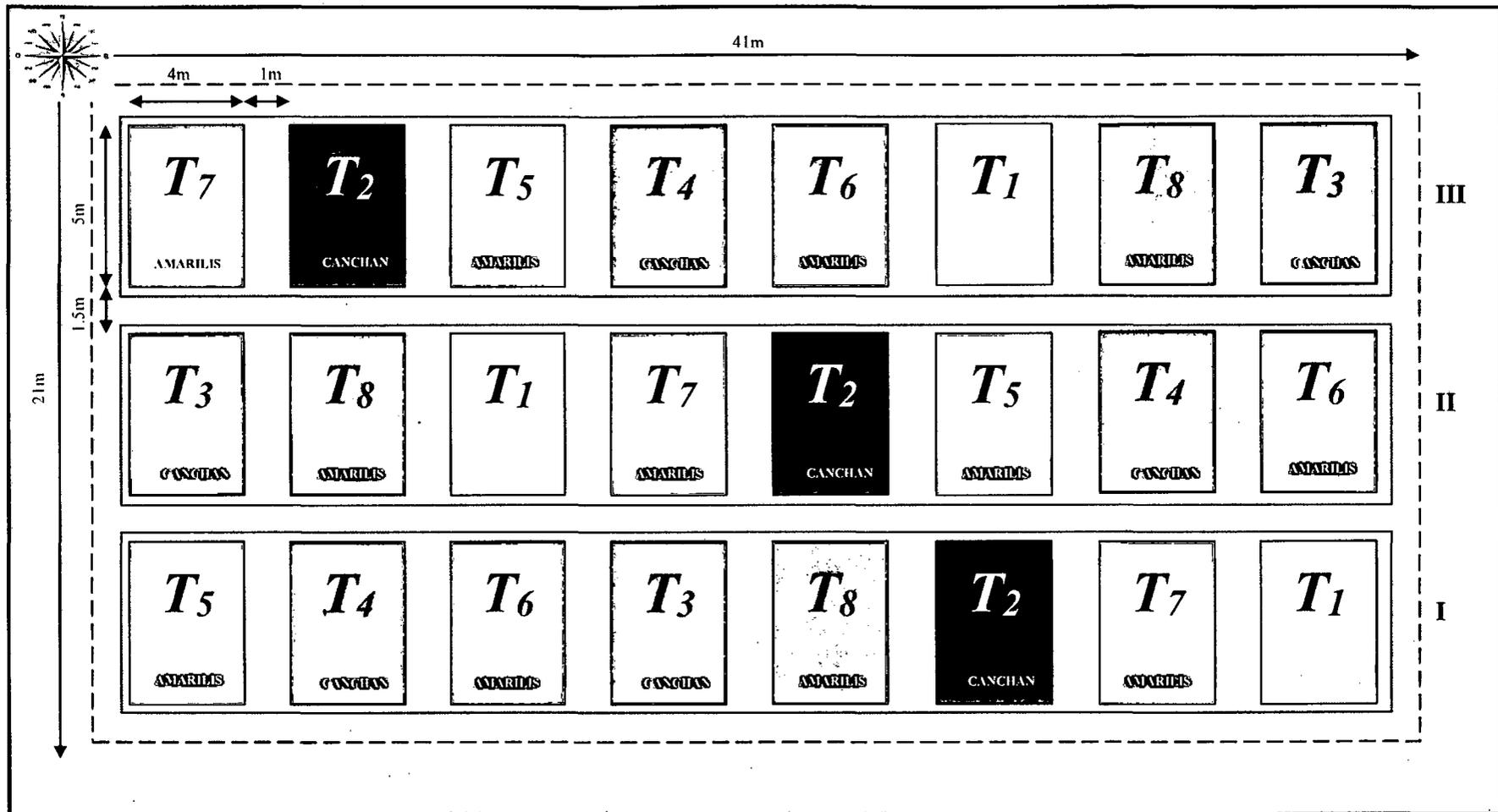


Figura 2. Croquis de la distribución de parcelas en campo experimental

Para obtener datos válidos y poder responder la hipótesis de la investigación se randomizó (Consiste en la determinación al azar de los tratamientos en el área de experimento o parcelas) la precisión puede resultar más baja, pero el valor "real" es más acertado (Arning , 2001).

La distribución de los tratamientos se realizó por sorteos.

Distribución de las plantas en la unidad experimental

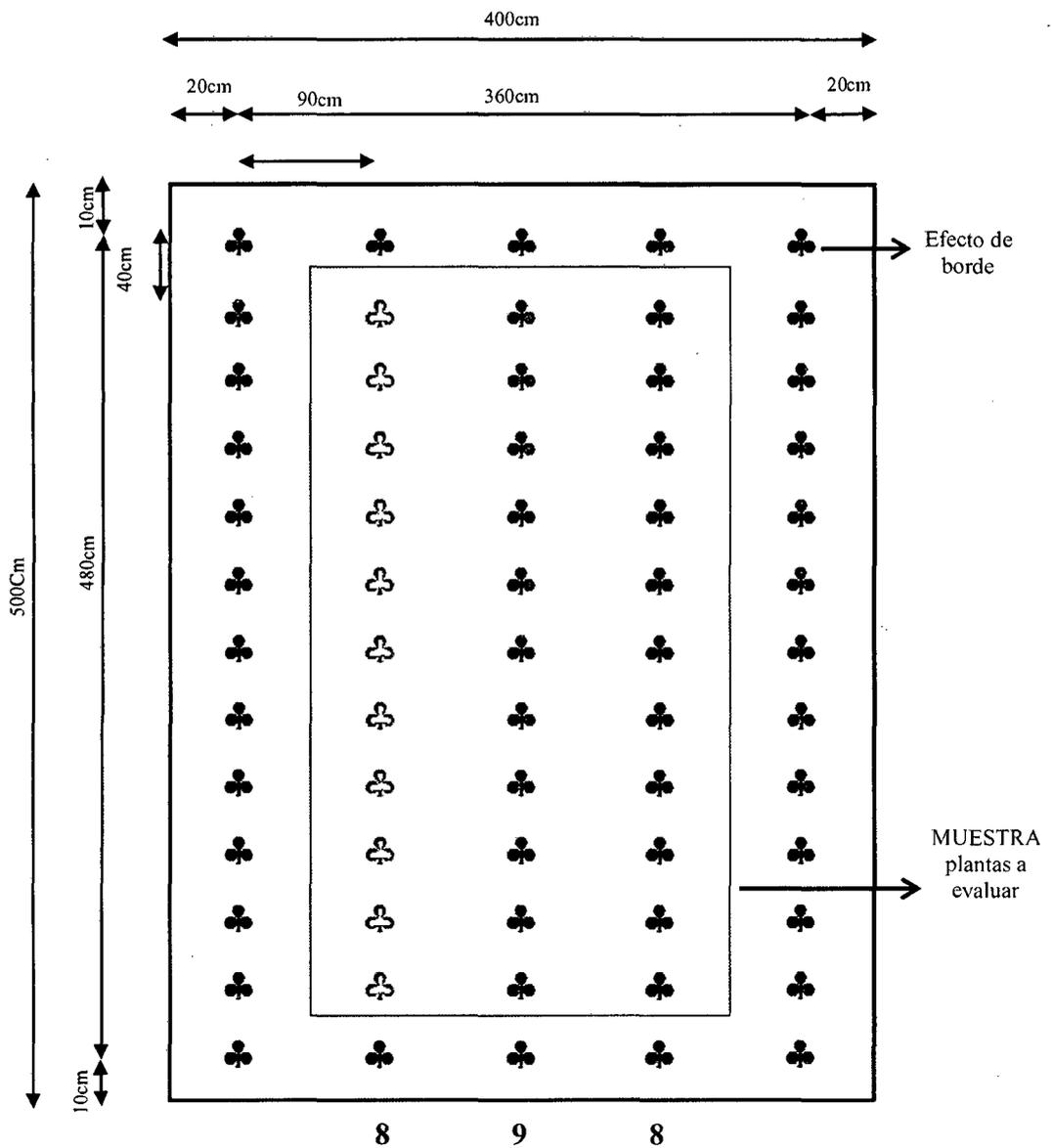


Figura 3. Distribución de las plantas en la unidad experimental

4.2.4. Diseño estadístico del campo experimental

Cada unidad experimental fue una parcela de 5 surcos de 5 m de largo, donde se evaluó 25 plantas de acuerdo a la muestra calculada.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + E_{ij}$$

Para $i = 5$ tratamientos $j = 4$ bloques

Dónde:

- Y_{ij} = Resultados del i-esimo tratamiento del j-esimo bloque.
 μ = Efecto de la media general
 t_i = Efecto del i-esimo tratamiento.
 β_j = Efecto del j-esimo bloque.
 E_{ij} = Efecto del error experimental

Tabla 8. Fuente de variación y grados de libertad

Fuente de variación (FV)	Grados d libertad(GL)
BLOQUES	2
TRATAMIENTOS	7
ERROR	14
TOTAL	23

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza y las pruebas de media se realizó utilizando el programa estadístico SPSS versión 15.

4.2.5. Conducción del experimento

4.2.5.1. Instalación del experimento

El experimento se instaló cuando las condiciones climáticas fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad (épocas de lluvias y alta humedad) épocas de Diciembre - Mayo. Por ello se instaló la quincena de abril donde se presentaron estas condiciones.

4.2.5.2. Muestreo de suelo

Un mes antes de la instalación se realizó una recolección de muestra de suelo utilizando el método de Zig-Zag, tratando de cubrir todo el área de investigación, de forma mecánica con la ayuda de una palana, a través de una calicata, con la finalidad de conocer la condición del suelo como: textura, pH, conductividad eléctrica y macro nutrientes (nitrógeno: N, fósforo: P y potasio: K), con el objetivo de realizar una aplicación de fertilizante de acuerdo al requerimiento del cultivo, cuyas muestras de suelo fueron analizadas en el Laboratorio de investigación en suelos y aguas del INDES-CES UNTRM.

4.2.5.3. Preparación del terreno

Para la preparación del terreno, lo primero que se realizó fue el reconocimiento del terreno, la limpieza de malezas, se procedió al arado del terreno usando tracción animal o yunta debido a la topografía del terreno, luego se dejó unos 22 días para descomposición de los desechos vegetales.

Seguidamente se hizo el desmenuzado del suelo, delimitación y trazado del terreno, de acuerdo al diseño en bloques determinado en el proyecto de investigación.

4.2.5.4. Abonamiento

Antes de la siembra se aplicó materia orgánica (Estiércol de vacuno) al fondo del surco por golpes, a razón de 10 Tn /ha.

4.2.5.5. Siembra del cultivo.

Las semillas de papa Var. Amarilis INIA (resistente) y canchan (susceptible) que se utilizó fueron de 30 a 60 gr, procedente de los propios agricultores de la zona.

Y la siembra se realizó teniendo en cuenta el sistema de siembra en surcos a un distanciamiento de 0.90 cm entre surco y 0.40 cm entre plantas y una profundidad aprox. de 5 cm, empleando 01 semilla por golpe.

4.2.5.6. Fertilización

La fertilización, se realizó de acuerdo a los resultados del análisis de suelo y se determinó las cantidades adecuadas para el desarrollo óptimo del cultivo (N=308.94; P₂O₅=140.68; K₂O=101.57), que fueron compensados con urea, fosfato di amónico y cloruro de potasio, que fueron fraccionados y aplicados al momento de la siembra y al deshierbo.

4.2.5.7. Labores culturales:

Deshierbo.- A los 40 días después de la siembra se realizó esta labor con el fin de eliminar las malezas.

Aporque.- A los 60, se realizó esta labor con el objetivo de airear el suelo y controlar malezas existentes y así como también evitar que los estolones entren en contacto con la luz.

4.2.5.8. Riego

Debido a la ubicación del terreno y a la inexistencia de una fuente de agua para riego los riegos dependieron de la precipitación pluvial (por secano).

4.2.5.9. Control fitosanitario.

Entomológicos.- La única aplicación que se realizó fue para la pulguilla saltona (*Epitrix spp.*) y cigarritas (*Empoaska spp.*) que fueron los más comunes en el lugar, para su control se aplicó un S-k mata (Metamidophos).

Nematológico.- Se realizó un análisis nematológico del suelo para ver si hay presencia pero no se encontraron poblaciones de afecte nuestro cultivo, por tal motivo no se realizó ninguna acción pertinente.

Fitopatológico.- Cuando se presentaron enfermedades como *Alternaria solani*, no se tomaron ninguna medida ya que no era de mucha incidencia, cabe mencionar que la aplicaciones para *P. infestans* ayudaron a controlar.

4.2.5.10. Cosecha.

La cosecha se realizó en forma manual, utilizando un pico conocido como “racuana”, “lampita”, “pushana” etc. Esta labor consistió en la extracción de los tubérculos de las plantas.

4.2.5.11. Selección y clasificación.

La selección consistió en la separación de los tubérculos dañados y la clasificación se realizó de acuerdo a los calibres de comercialización que utilizan los agricultores en dicha zona. Primera de consumo, medianas, acapas (pequeñas), descarte (ver tabla 12).

4.3. Aplicación de productos químicos para control de *Phytophthora infestans*

4.3.1.1. Aplicación para *Phytophthora infestans*

El desarrollo de la investigación se fundamenta en la aplicación de diferentes tratamientos de control químico en una zona donde la racha causa grandes pérdidas económicas, y se basan en:

- La alternancia del uso de los diferentes tipos de fungicidas (Sistémico y Contacto) siguiendo el mecanismo de acción que tienen para el control de *Phytophthora infestans*.
- La no utilización de fungicidas sistémicos del mismo ingrediente activo en más de tres oportunidades en el control de *Phytophthora infestans*.
- La aplicación de fungicidas de acuerdo al grado de avance de la enfermedad y la resistencia que presentan las variedades.

Tabla 9. Secuencia y número de aplicaciones químicas

	VARIEDAD	TRATAMIENTO QUIMICO	Nº DE APLICACIONES
T1	Canchan	No se realizó ninguna aplicación	0
T2	Canchan	S-S-S-S-S-S-S-S-S-S	11
T3	Canchan	S-S-C-S-C-S-C-S	8
T4	Canchan	S-C-S-C-S-C-S-C	8
T5	Amarilis	No se realizó ninguna aplicación	0
T6	Amarilis	S-S-S-S-S-S-S-S-S-S	11
T7	Amarilis	S-S-C-S-C-S-C-S	7
T8	Amarilis	S-C-S-C-S-C-S-C	8

C= Fungicida de contacto

S=Fungicida sistémico

Fuente: Elaboración propia

4.4. Inicio y frecuencia de aplicaciones

El inicio de las aplicaciones para el control de la ranca *P. Infestans* fueron realizadas a los 28 días después de la siembra (d.d.s). cuando se presentaron el 80 % de semillas brotadas.

La tabla 10, nos indica el número de aplicaciones efectuadas en cada tratamiento durante todo el ciclo del cultivo.

En los testigos absolutos de las dos variedades (T₁, T₅), no se realizaron ninguna aplicación química para *P. Infestans*, constituyéndose en una valiosa fuente de información sobre la epidemia de ranca en las dos variedades cuando no se controla la enfermedad. Las condiciones climáticas durante todo el experimento fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Las aplicaciones de fungicidas se iniciaron el mismo día para todos los tratamientos; donde los tratamientos del agricultor en ambas variedades (T₂, T₆), basado en el control químico efectuado por el agricultor de la zona, recibió 11 aplicaciones, los cuales todos fueron con un fungicida sistémico Cymoxanil más Mancozeb, principalmente con nombre comercial ATTACK, o también otros productos con diferentes nombres comerciales pero con el mismo ingrediente activo.

En los tratamientos realizados en las variedades susceptible (T₃, T₄) y resistente (T₈), se realizaron 8 aplicaciones, con fungicidas de contacto alternados con fungicidas sistémico, pero en T₇ variedad resistente, solamente se realizaron 7 aplicaciones, ya que de acuerdo a las evaluaciones realizadas ya no era necesario más aplicaciones

Tabla 10. Número y fechas de aplicaciones de fungicidas en la investigación.

NUMERO Y FECHAS DE APLICACION DE FUNGICIDAS											
DDS	28	36	44	52	60	68	76	84	92	100	108
Nº de aplicación	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	9na	10ma	11va
Forma de acción	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico
T1°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T2°	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)
DDS	28	37	49	56	63	70	84	92			
Nº de aplicación	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va			
Forma de acción	Sistémico	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto	Sistémico			
T3°	Corbat (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Equation Pro (Famoxadone 22.5%+Cimoxanil 30%)	Antraneb (Propineb)	Corbat (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Antraneb (Propineb)	Corbat (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Antraneb (Propineb)	Hieloxil (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)			
DDS	28	36	41	54	62	71	80	94			
Nº de aplicación	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va			
Forma de acción	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto			
T4°	Hieloxil (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)	Antraneb (Propineb)	Equation Pro (Famoxadone 22.5%+Cimoxanil 30%)	Antraneb (Propineb)	Corbat (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Antraneb (Propineb)	Hieloxil (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)	Antraneb (Propineb)			
DDS	28	36	44	52	60	68	76	84	92	100	108
Nº de aplicación	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	9na	10ma	11va
Forma de acción	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico
T5*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T6*	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)	Attack (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)
DDS	28	38	50	59	70	80	91				
Nº de aplicación	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma				
Forma de acción	Sistémico	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto				
T7*	Corbata (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Equation Pro (Famoxadone 22.5%+Cimoxanil 30%)	Antraneb (Propineb)	Corbat (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Antraneb (Propineb)	Corbat (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Antraneb (Propineb)				
DDS	28	38	45	54	64	72	83	93			
Nº de aplicación	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va			
Forma de acción	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto	Sistémico	Contacto			
T8*	Hieloxil (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)	Antraneb (Propineb)	Equation Pro (Famoxadone 22.5%+Cimoxanil 30%)	Antraneb (Propineb)	Corbat (Dimetomorf 9% + Mancozeb 60%)	Antraneb (Propineb)	Hieloxil (Metalaxyl 8% + Mancozeb 0.4%)	Antraneb (Propineb)			

DDS: días después de la siembra

° : Var: Canchan

* : Var: Amarilis

Fuente: Elaboración propia

4.5. Evaluación

De cada parcela o unidad experimental se evaluaron 25 plantas, antes de iniciar con los tratamientos, se realizó una evaluación previa, para conocer el nivel de daño con que se da inicio la aplicación de los tratamientos de control químico. Las evaluaciones fueron tomadas cada siete días al igual que (Romero, 2010) en su tesis “Inductores químicos y biológicos de resistencia para el control de *Phytophthora infestans* en papa cultivar Yungay”, para reducir el error en las evaluaciones por cansancio visual se tomó un descanso al finalizar la evaluación de cada bloque tal y como lo menciona (Bustamante, 2007) .

4.5.1.1. Evaluación de severidad (%)

Para evaluar el daño por *Phytophthora infestans* se registró como porcentaje de follaje infectado en plantas individuales, según la escala de Henfling (1987), empleada por el Centro Internacional de la Papa (León, 2015), (Ver tabla 11).

Cada planta evaluada fue considerada como un 100% y observándolo de arriba hacia abajo para estimar la severidad en porcentajes (Bustamante, 2007).

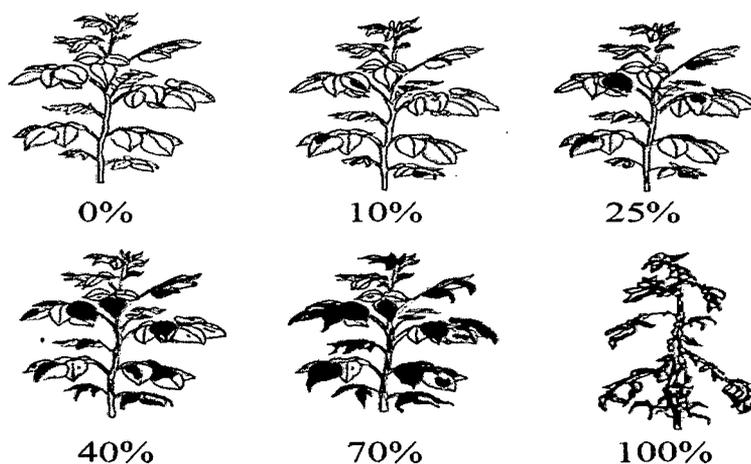


Figura 4. Diagrama patrón propuesto para evaluación de la rancha en plantas de papa

Fuente: Pérez, W. Manual de Capacitación Módulo 1. Fascículo 5. Monitoreo del tizón tardío de la papa.

La evaluación se realizó cada 7 días a partir de la primera aplicación durante la campaña se realizó 10 evaluaciones.

Tabla 11. Escala de evaluación en campo para el tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Valores Escala CIP	Tizón (%)		Síntomas
	Media	Limites	
1	0	0	Sano (sin enfermedad).
2	2.5	Trazas - < 5	Tizón tardío presente. Máximo 10 lesiones por planta.
3	10	5 > - 15	Las plantas parecen sanas, pero las lesiones son fácilmente vistas al observar de cerca. Máxima área foliar afectada por lesiones o destruida, corresponde a no más de 20 foliolos.
4	25	15 - < 35	El tizón fácilmente visto en la mayoría de las plantas. Alrededor del 25% del follaje está cubierto de lesiones o destruido.
5	50	35 - < 65	La parcela luce verde pero todas las plantas están afectadas; las hojas inferiores, muertas. Alrededor del 50% del área foliar está destruido.
6	75	65 - < 85	La parcela luce verde con manchas pardas. Alrededor del 75% de cada planta está afectado. Las hojas de la mitad inferior están destruidas
7	90	85 - < 95	La parcela no está predominantemente verde ni pardo. Sólo las hojas superiores están verdes. Muchos tallos tienen lesiones extensas.
8	97.5	95 - < 100	La parcela se ve parda. Unas cuantas hojas superiores aún presenta algunas áreas verdes. La mayoría de los tallos están lesionados o muertos.
9	100	100	Todas las hojas y los tallos están muertos.

Fuente: (Pérez, 2001)

4.5.1.2. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (%- día)

Con los porcentajes de severidad de *P. infestans* de cada parcela experimental y tratamientos se obtuvo el Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) mediante la fórmula de integración trapezoidal (Fry, 1997).

Este parámetro incorpora la velocidad de avance de la enfermedad y la severidad en un solo valor y se ha demostrado que es particularmente adecuado para detectar diferencias entre tratamientos (Fry, 1997).

$$ABCPE = \sum_{i=1}^n \frac{Y_{i+1} + Y_i}{2} [T_{i+1} - T_i]$$

Dónde:

Y_i = Porcentaje del área foliar afectado por *P. infestans* el día i después de la siembra.

Y_{i+1} = Porcentaje del área foliar afectada por *P. infestans* en el día $i + 1$ después de la siembra.

$[T_{i+1} - T_i]$ = Número de días transcurridos de la primera evaluación (del área foliar afectada) a la segunda evaluación.

n = número total de evaluaciones.

i = días después de la siembra.

Asimismo, con estos datos se realizó el análisis de variancia y la prueba de Tukey para la comparación múltiple de medias.

4.5.1.3. Rendimiento por hectárea.

De los 5 surcos que tenía la parcela se cosecharon solo las plantas que están marcadas en los tres surcos centrales (plantas que fueron evaluadas) dejando los surcos laterales para evitar el efecto del borde. Consistió en extraer, contar y colocar los tubérculos en bolsas para ser pesados y finalmente fueron seleccionados por categorías.

Tabla 12. Clasificación de tubérculos empleada por los agricultores.

Categoría	Diámetro (mm)	Peso (gr.)
Papa primera	> 50	> 80
Papa segunda	>40 – 50	60 a 80
Papa tercera	30 – 40	40 a 60
Papa cuarta o descarte	< 30	< 40

Fuente: elaboración propia

El rendimiento en Kg / planta se convirtió a Kg / ha., usando la siguiente fórmula CIMMYT Perrin 1998, mencionado por (Bustamante, 2007).

$$\text{Rdto (Kg / ha)} = \frac{10\ 000}{\text{DS} \times \text{DP}} \times \text{Rdto / planta}$$

Dónde:

DS = Distanciamiento entre surcos.

DP = Distanciamiento entre plantas.

Se evaluó el rendimiento total de tubérculos por parcela experimental ajustándolo en un 10% menos, para reflejar los rendimientos que se podrían esperar en campos comerciales, siguiendo el método CYMMYT Perrin 1998, mencionado por (Bustamante, 2007).

V. RESULTADOS

5.1. Severidad de la enfermedad (%)

La siguiente tabla nos muestra los promedios del porcentaje de severidad obtenidos durante las evaluaciones.

Tabla 13. Promedios de porcentajes de severidad por cada tratamiento

		Promedios del porcentaje de severidad									
Fecha de evaluación		09/05/2015	16/05/2015	23/05/2015	30/05/2015	06/06/2015	13/06/2015	20/06/2015	27/06/2015	04/07/2015	11/07/2015
Días después de la siembra en que realizó la evaluación (d.d.s)		1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	9na	10ma
		28	36	44	52	60	68	76	84	92	100
TRATAMIENTOS	T1	0.03	3.21	57.84	85.32	98.35	99.64	100.00	100.00	100.00	100.00
	T2	0.09	1.56	6.23	7.47	10.37	5.21	9.45	2.57	1.65	1.28
	T3	0.05	0.05	0.57	2.27	1.07	2.68	4.84	0.68	0.32	0.17
	T4	0.01	0.41	1.35	5.36	3.99	2.32	2.41	0.39	0.28	0.28
	T5	0.08	2.43	37.51	73.65	86.96	93.37	100.00	100.00	100.00	100.00
	T6	0.13	0.81	1.71	6.97	2.25	4.43	4.91	1.79	2.04	1.11
	T7	0.28	0.16	0.09	0.43	0.69	1.46	1.49	0.27	0.22	0.21
	T8	0.13	0.37	0.96	1.20	1.65	1.11	1.51	0.55	0.25	0.31

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad como temperatura baja, alta humedad y las constantes precipitaciones condicionaron que los síntomas iniciales de la enfermedad se aparecieran a los 28 días después de la siembra (d.d.s). Al inicio de las evaluaciones de severidad se determinó que había un porcentaje bajo de daño, en todo el área experimental. En los tratamientos T1, T5 (Testigos Absolutos), el desarrollo de la enfermedad fue progresivo hasta los 43 d.d.s., a partir de los cuales la enfermedad se incrementó rápidamente hasta llegar al 100% de severidad.



Figura 5. Tratamiento 7 en comparación con el testigo absoluto (T5)

Curva de progreso de la enfermedad

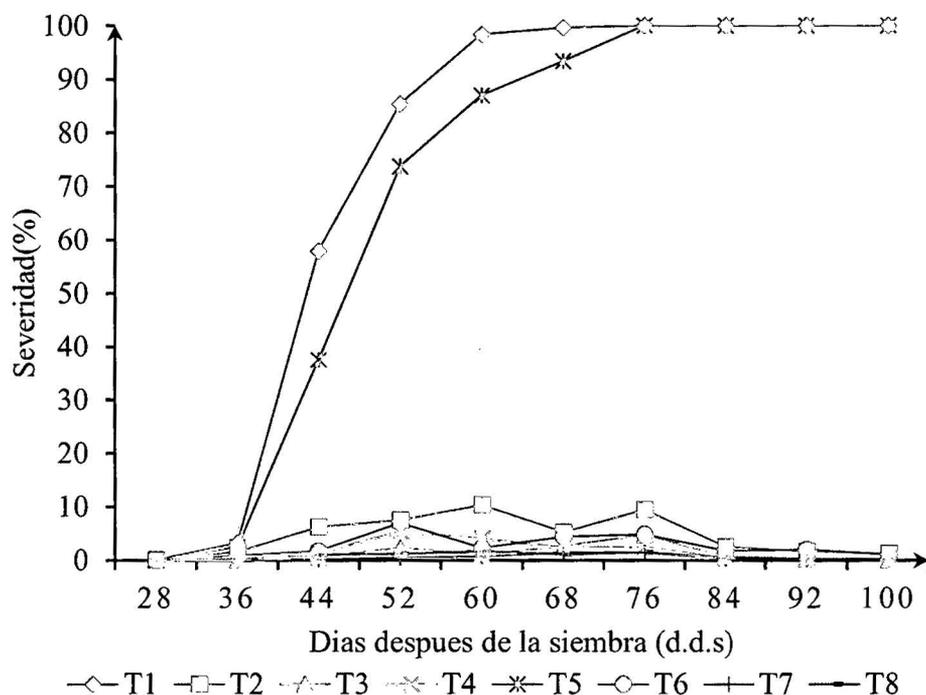


Figura 6. Curva del progreso de la enfermedad en los diferentes tratamientos

La figura 6 indica las curvas de progreso de la enfermedad, donde se observa que en el T2 y T6 la enfermedad se mantuvo controlada pero no en su totalidad, mientras que con los T3, T4, T7 y T8 se logró un mejor control de la enfermedad esto es corroborado por los T1, T5 (Testigos absolutos) en las cuales se observa los mayores valores de severidad.



Figura 7. Tratamiento 3 en comparación con el testigo absoluto (T1)

5.2. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) % - días

La siguiente tabla nos muestra los promedios de Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) que fue calculado mediante la fórmula de integración trapezoidal (Fry, 1997).

Tabla 14. Promedio de ABCPE obtenidos con datos de la severidad

		Promedio de ABCPE	
Tratamientos	T1	Canchan	5554.987
	T2	Canchan	361.653
	T3	Canchan	100.747
	T4	Canchan	133.227
	T5	Amarilis	5151.68
	T6	Amarilis	204.213
	T7	Amarilis	48.991
	T8	Amarilis	62.56

Fuente: Elaboración propia

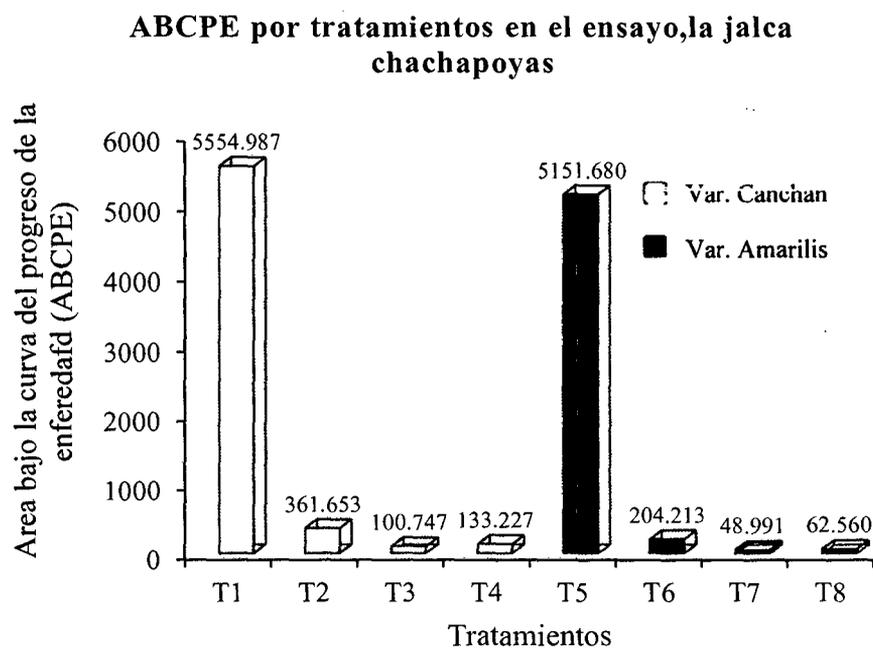


Figura 8. ABCPE por tratamientos en el ensayo realizado en la Jalca

En la figura 8 se observa que la variedad amarilis presentó menor enfermedad que la variedad canchan, esto es corroborado por los T5, T6, T7 y T8 que presentan menores valores de ABCPE. Además el T3 y T7, se constituyeron en los mejores tratamientos para el control de la ranca para canchan y amarilis respectivamente.

El análisis de varianza para esta variable nos da un coeficiente de variación de 1.587%, el cual es aceptable para el experimento efectuado en campo.

El análisis muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, pero no entre bloques, lo cual indica que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada y el desarrollo de la enfermedad fue homogéneo en el área de experimento.

Tabla 15. Análisis de varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Bloques	2	52.848	26.424	4.802	0.026ns
Tratamientos	7	122195955	17456565	3172141	0.00 **
Error	14	77.043	5.503		
Total	23	122196084.9			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 1.587%

Ns = No.significativo

** = Altamente significativo

Al realizar la comparación de medias según Tukey, se pudo comprobar que todos los tratamientos tuvieron menor valor de ABCPE que los testigos absolutos en ambas variedades (T1, T5) con 5554.987 y 5151.680 respectivamente y todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticas.

Tabla 16. Prueba de Tukey para el (ABCPE) en los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Promedio ABCPE	Prueba de TUKEY
T1	5554.987	A
T5	5151.680	B
T2	361.653	C
T6	204.213	D
T4	133.227	E
T3	100.747	F
T8	62.560	G
T7	48.991	H

Fuente: Elaboración propia

5.3. Rendimiento de tubérculos por planta (kg)

La tabla nos muestra los datos obtenidos al cosechar y pesar los tubérculos por planta

Tabla 17. Promedio del rendimiento por planta

Promedio de rendimiento por planta (kg)			
Tratamientos	T1	Canchan	0.022
	T2	Canchan	1.192
	T3	Canchan	2.009
	T4	Canchan	1.764
	T5	Amarilis	0.027
	T6	Amarilis	1.040
	T7	Amarilis	1.631
	T8	Amarilis	1.567

Fuente: Elaboración propia

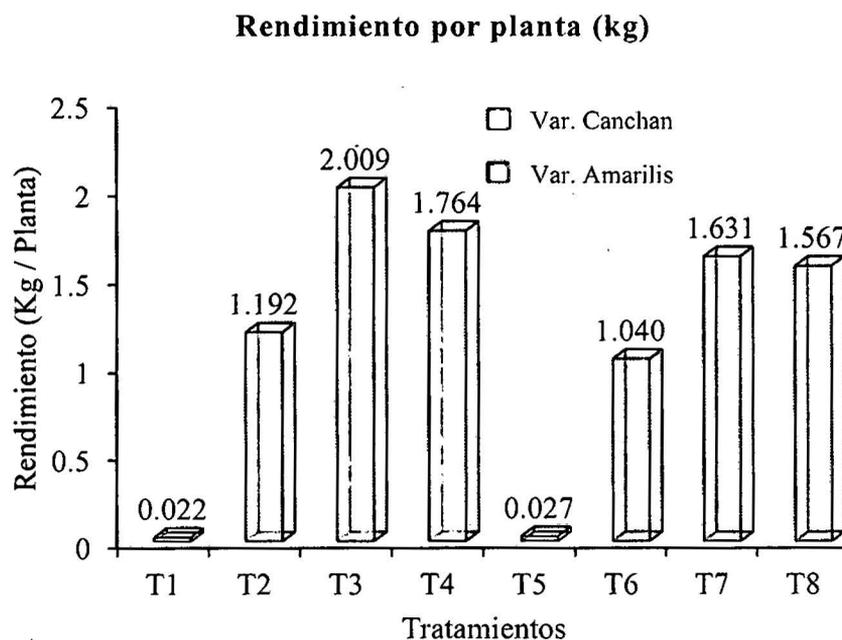


Figura 9. Rendimiento total de tubérculos (Kg / planta) por tratamiento.

En la figura 9 se puede observar que T3 (Paquete tecnológico propuesto 1, aplicado a la variedad Canchan INIAA-Susceptible) y T7 (Paquete tecnológico propuesto 1, aplicado a la variedad Amarilis INIA-Resistente) obtuvieron mayor rendimiento para ambas.

El análisis de varianza realizado para el factor rendimiento nos da un coeficiente de variación de 0.631% el cual es aceptable para el experimento efectuado en condiciones de campo.

Se determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, más no entre bloques, el cual indica que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada.

Tabla 18. Análisis de varianza para rendimiento de tubérculos por planta

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Bloques	2	0.021	0.01	3.561	0.0560 ns
Tratamientos	7	12.202	1.743	596.573	0.000**
Error	14	0.041	0.003		
Total	23	12.264			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 0.631%

Ns = No significativo

** = Altamente significativo

Según la prueba de comparaciones de medias de Tukey para el rendimiento total de tubérculos por planta se determinó que todos los tratamientos tuvieron mayor rendimiento que los testigos absolutos (T1, T5), así como también los tratamientos según el agricultor (T2, T6), poseen menor rendimiento en comparación con los demás.

Tabla 19. Prueba de Tukey para el rendimiento por planta (Kg)

Tratamientos	Promedio rendimiento por planta(Kg)	Prueba de TUKEY
T3	2.009	A
T4	1.764	B
T7	1.631	B C
T8	1.567	C
T2	1.192	D
T6	1.040	D
T5	0.027	E
T1	0.022	E

Fuente: Elaboración propia

5.4. Rendimiento de tubérculos a nivel experimental (t/ha.)

La figura 10 nos muestra los rendimientos alcanzados por cada tratamiento a nivel de experimento

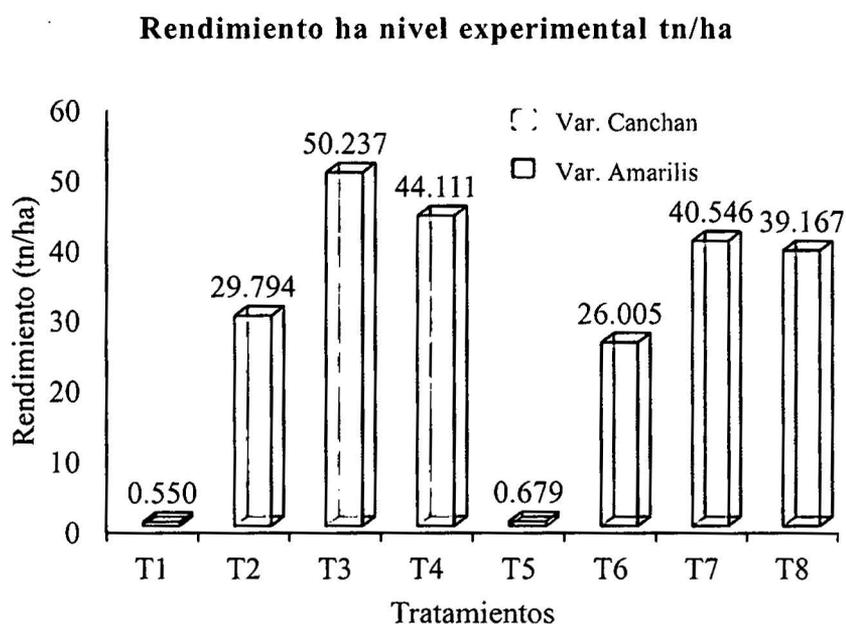


Figura 10. Rendimiento total de tubérculos a nivel experimental (Tn / ha).

En la figura 10 se puede diferenciar los rendimientos obtenidos a nivel experimental por cada tratamiento, donde todos los factores adversos a la investigación son controlados por que son parcelas o áreas pequeñas que fácilmente se manejan.



Figura 11. Rendimiento de tubérculos a nivel experimental.

5.5. Rendimiento neto ajustado al 10 % (tn/ha.)

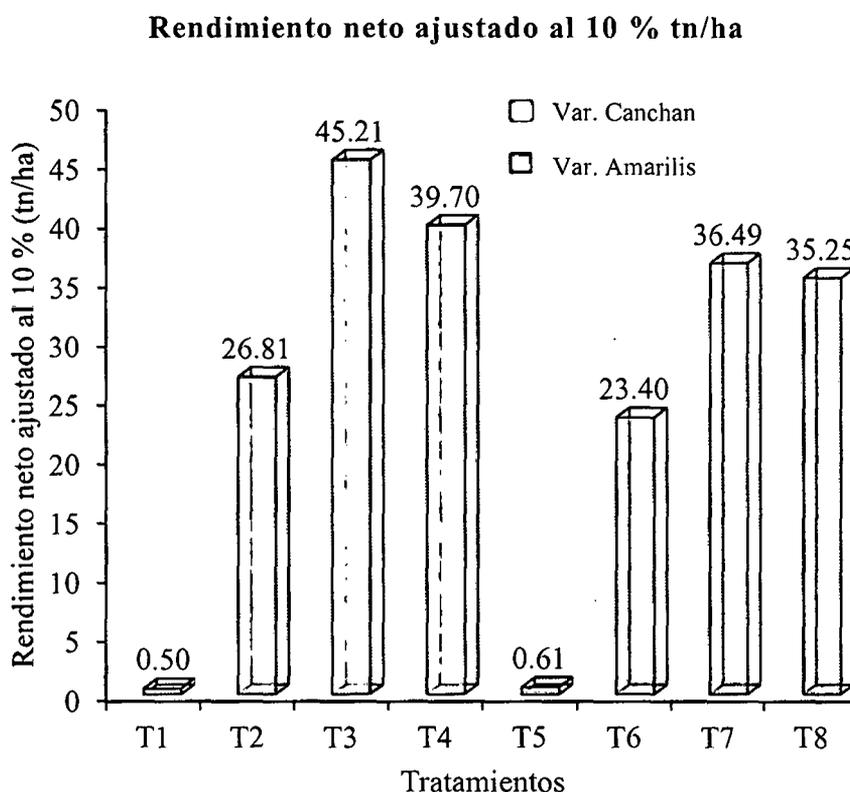


Figura 12. Rendimiento neto ajustado al 10% a nivel comercial (Tn /ha).

En la figura 12 se puede diferenciar los rendimientos obtenidos ha nivel de campo o comercial por cada tratamiento, donde los rendimientos obtenidos fueron ajustados en un 10 %, el 5% por tener más precisión en el manejo de las aplicaciones sanitarias y el 5% restante por que los rendimientos calculados en parcelas pequeñas se sobreestiman al llevarlos a una hectárea, debido a errores cometidos al medir la superficie cosechada de acuerdo al método CYMIYT Perrin 1998 mencionado por (Bustamante, 2007).

5.6. Comparativo entre ABCPE y el rendimiento (quintales /ha.)

En la figura 13 nos muestra la relación que existe entre el ABCPE con los rendimientos por cada tratamiento. Mientras más bajo sea el ABCPE, se tiene mayor rendimiento de acuerdo a cada variedad.

Comparativo del ABCPE y el rendimiento

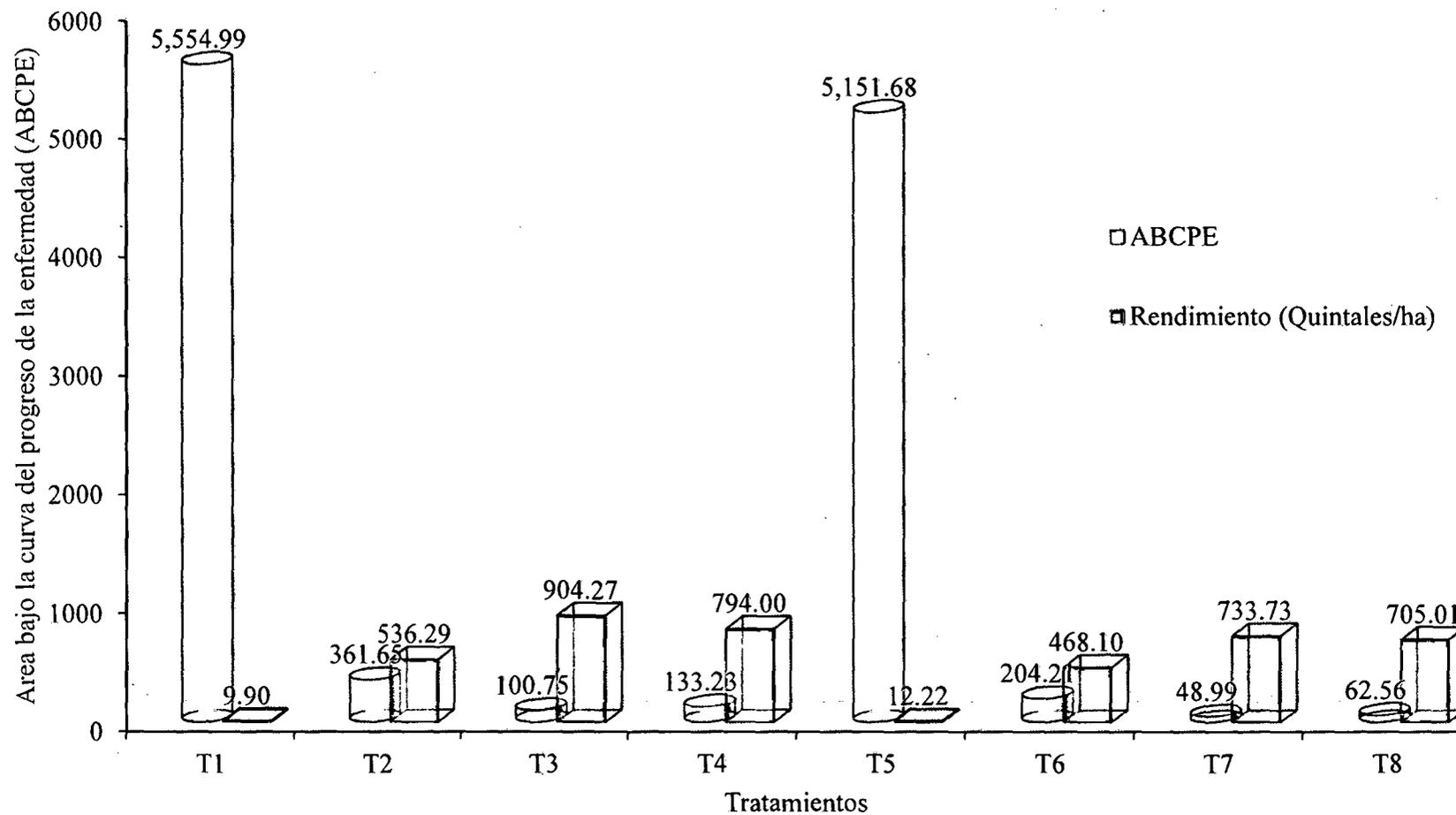


Figura 13. Comparativo del ABCPE con el rendimiento (Quintales/ha)

5.7. Número total de tubérculos por tratamiento (tubérculos/planta)

Tabla 20. Promedio de número total de tubérculos por planta

Promedio de nº total de tubérculos por planta			
Tratamientos	T1	Canchan	2.773
	T2	Canchan	12.013
	T3	Canchan	20.053
	T4	Canchan	17.613
	T5	Amarilis	2.613
	T6	Amarilis	9.893
	T7	Amarilis	16.840
	T8	Amarilis	15.453

Fuente: Elaboración propia

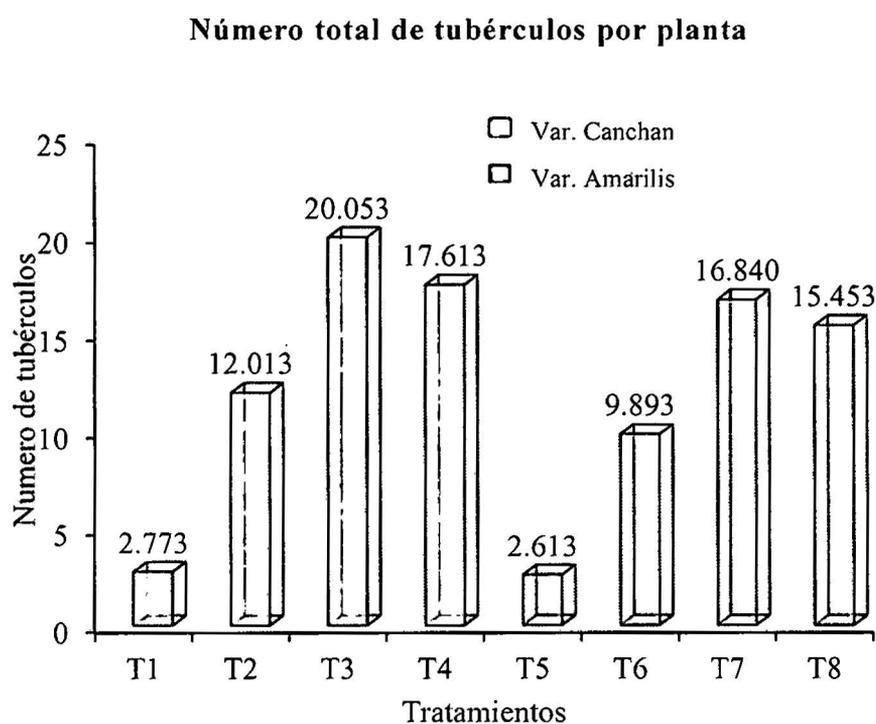


Figura 14. Número total de tubérculos por planta

En la figura 14 se observa que el T3 y T7 presentaron mayor cantidad de tubérculos por planta en cada variedad a comparación de los demás tratamientos, donde los que menor número de tubérculos obtuvieron fueron T1 y T5 para cada variedad respectivamente.

Según el análisis de varianza para esta variable nos da un coeficiente de variación de 0.522 %, el cual es aceptable para el experimento efectuado en campo.

El análisis muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, pero no entre bloques, lo cual indica que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada.

Tabla 21. Análisis de varianza para el número total de tubérculos por planta

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Bloques	2	0.040	0.02	2.323	0.135ns
Tratamientos	7	927.599	132.514	15340.662	0.000**
Error	14	0.121	0.009		
Total	23	927.760			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 0.522 %

Ns = No significativo

** = Altamente significativo

Al realizar la comparación de medias según la prueba Tukey, se pudo comprobar que el mejor resultado obtuvo el T3 cuyo número de tubérculos en promedio fue de 20.053 por planta, seguido por T4, T7, T8, T2, T6 los cuales son significativamente diferentes, pero los tratamientos T1, T5 no registraron diferencias significativas eso quiere decir que se comportaron de manera similar.

Tabla 22. Prueba de Tukey para el número total de tubérculos por planta

Tratamientos	Promedio N° Total Tubérculos por Planta	Prueba de TUKEY
T3	20.053	A
T4	17.613	B
T7	16.840	C
T8	15.453	D
T2	12.013	E
T6	9.893	F
T1	2.773	G
T5	2.613	G

Fuente: Elaboración propia

5.8. Número total de tubérculos de primera categoría

Tabla 23. Promedio del número de tubérculos de primera calidad

Promedio de nº de tubérculos de primera calidad			
Tratamientos	T1	Canchan	0.000
	T2	Canchan	3.693
	T3	Canchan	8.200
	T4	Canchan	7.227
	T5	Amarilis	0.000
	T6	Amarilis	2.947
	T7	Amarilis	6.400
	T8	Amarilis	5.747

Fuente: Elaboración propia

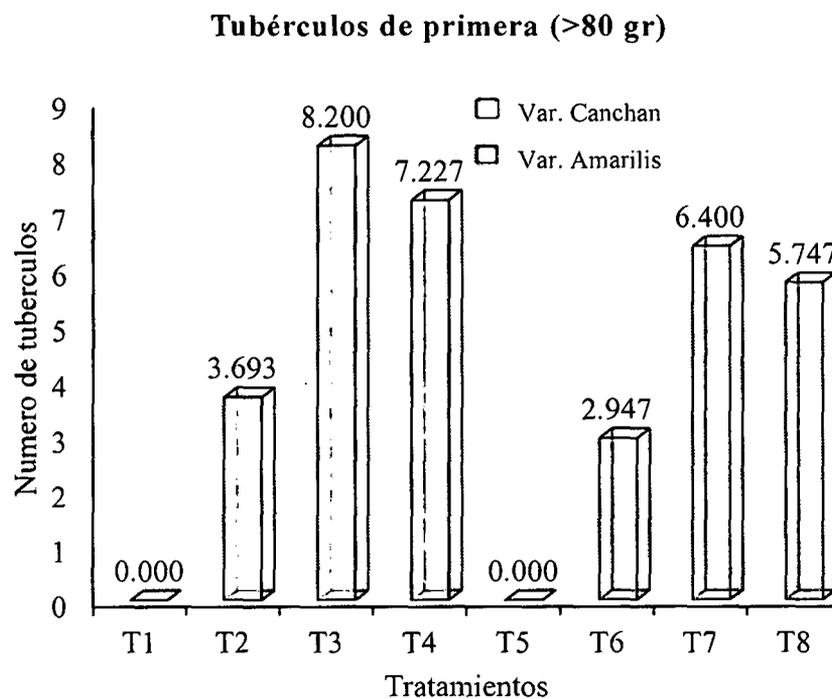


Figura 15. Número total de tubérculos de primera categoría en los trat. evaluados

En la figura 15 podemos observar que el T3 y T7 tiene mayor cantidad de tubérculos de esta categoría, ha comparación de los demás, pero el que no produjo ningún tipo de tubérculo de primera calidad o categoría fue el T1 y el T5 que estadísticamente son iguales.

Según el análisis de varianza para esta variable nos da un coeficiente de variación de 0.704 % el cual es aceptable para el experimento efectuado en campo.

El análisis muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, pero no entre bloques, lo cual indica que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada.

Tabla 24. Análisis de varianza para el número de tubérculos de primera

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Bloques	2	0.012	0.006	1.96	0.178ns
Tratamientos	7	208.360	29.766	9616.628	0.000**
Error	14	0.043	0.003		
Total	23	208.415			

Fuente: Elaboración propia

C.V = 0.704 %

Ns = No significativo

** = Altamente significativo

Al realizar la comparación de medias según Tukey, se pudo comprobar que el mejor resultado obtuvo el T3 cuyo número de tubérculos en promedio fue de 8.200 por planta, seguido por T4, T7, T8, T2, T6 los cuales son significativamente diferentes, pero los tratamientos T1, T5 no registraron diferencias significativas eso quiere decir que se comportaron de manera similar.

Tabla 25. Prueba de Tukey para el número de tubérculos de primera calidad

Tratamientos	Promedio N° Tubérculos de primera calidad por planta	Prueba de TUKEY
T3	8.200	A
T4	7.227	B
T7	6.400	C
T8	5.747	D
T2	3.693	E
T6	2.947	F
T1	0.000	G
T5	0.000	G

Fuente: Elaboración propia

5.9. Número total de tubérculos de segunda categoría

Tabla 26. Promedio de n° de tubérculos de segunda calidad

Promedio de n° de tubérculos de segunda calidad			
Tratamientos	T1	Canchan	0.000
	T2	Canchan	2.080
	T3	Canchan	2.867
	T4	Canchan	3.720
	T5	Amarilis	0.000
	T6	Amarilis	1.200
	T7	Amarilis	2.427
	T8	Amarilis	2.573

Fuente: Elaboración propia

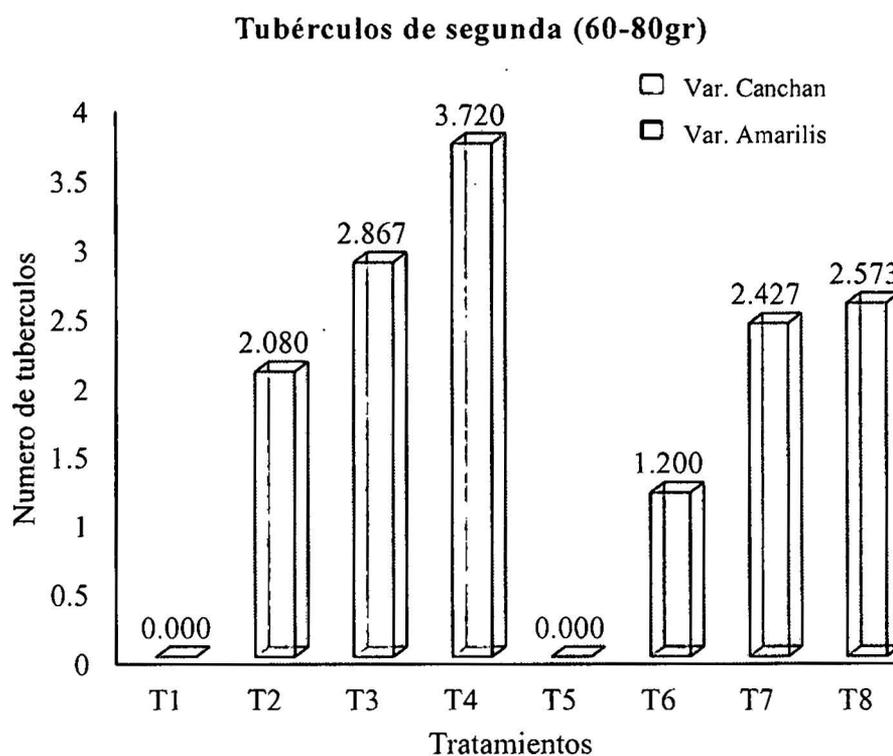


Figura 16. Número total de tubérculos de segunda categoría

En la figura 16 se puede observar que para esta categoría el T4, T3 fueron superiores a los demás mientras que la variedad canchan es superior en la cantidad de tubérculos de esta categoría.

Según el análisis de varianza para esta variable nos da un coeficiente de variación de 0.694 % el cual es aceptable para el experimento efectuado en campo.

El análisis muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, pero no entre bloques, lo cual indica que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada.

Tabla 27. Análisis de varianza para el número de tubérculos de segunda calidad

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Bloques	2	0.018	0.009	1.896	0.187 ns
Tratamientos	7	38.118	5.445	1164.511	0.000**
Error	14	0.065	0.005		
Total	23	38.201			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 0.694 %

Ns = No significativo

** = Altamente significativo

Al realizar la comparación de medias según Tukey, se pudo comprobar que el mejor resultado obtuvo el T4 cuyo número de tubérculos en promedio fue de 3.700 por planta, seguido por T3, pero T8 es significativamente similar a T7, mientras tanto T2, T6, son diferentes y T1, T5 no registraron ningún tubérculo de esta categoría siendo significativamente similares entre ellos.

Tabla 28. Prueba de Tukey para el número de tubérculos de segunda calidad

Tratamientos	Promedio N° Tubérculos de Segunda calidad por planta	Prueba de TUKEY
T4	3.720	A
T3	2.867	B
T8	2.573	C
T7	2.427	C
T2	2.080	D
T6	1.200	E
T1	0.000	F
T5	0.000	F

Fuente: Elaboración propia

5.10. Número total de tubérculos de tercera categoría

Tabla 29. Promedio de n° de tubérculos de tercera calidad

Promedio de n° de tubérculos de tercera calidad			
Tratamientos	T1	Canchan	0.000
	T2	Canchan	0.680
	T3	Canchan	3.08
	T4	Canchan	0.867
	T5	Amarilis	0.000
	T6	Amarilis	0.347
	T7	Amarilis	2.547
	T8	Amarilis	2.253

Fuente: Elaboración propia

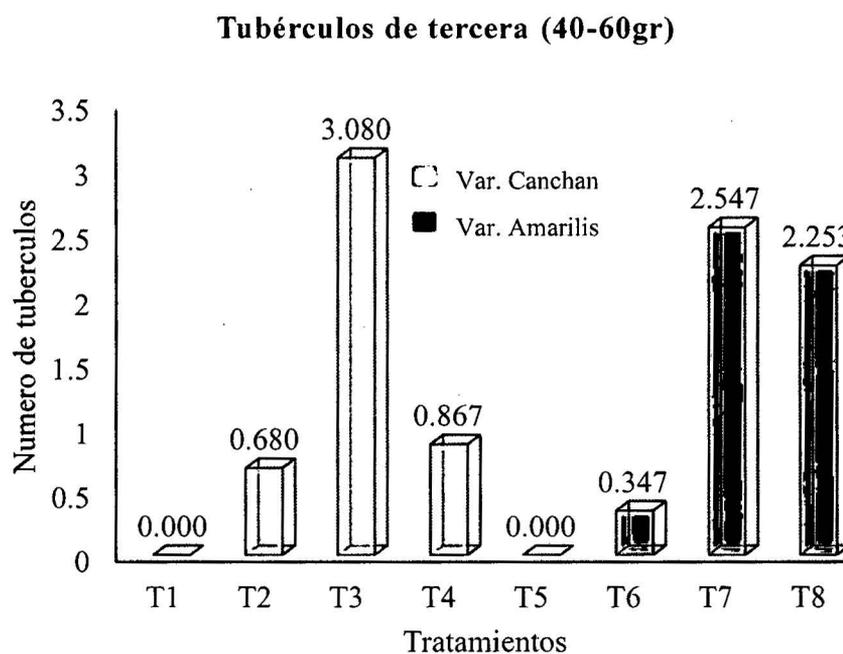


Figura 17. Número total de tubérculos de tercera categoría

La figura 17 nos indica que el T3 obtuvo mayor cantidad de tubérculos de tercera categoría en la variedad canchan con 3.08 y el T7 en la variedad amarilis con 2.54.

Según el análisis de varianza para esta variable nos da un coeficiente de variación de 0.956 % el cual es aceptable para el experimento efectuado en campo.

El análisis muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, pero no entre bloques, lo cual indica que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada.

Tabla 30. Análisis de varianza para el n° de tubérculos de tercera calidad por planta

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Bloques	2	0.012	0.006	2.782	0.096ns
Tratamientos	7	31.33	4.476	2052.188	0.000**
Error	14	0.031	0.002		
Total	23	31.373			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 0.956 %

Ns = No significativo

** = Altamente significativo

Al realizar la comparación de medias según Tukey, se pudo comprobar que el T3, T7, T8, T4, T2, T6 se comportaron estadísticamente muy diferentes mientras que el T1, T5 se comportaron de manare similar.

Tabla 31. Prueba de Tukey para el número de tubérculos de tercera calidad

Tratamientos	Promedio N° Tubérculos de Tercera calidad por planta	Prueba de TUKEY
T3	3.080	A
T7	2.547	B
T8	2.253	C
T4	0.867	D
T2	0.680	E
T6	0.347	F
T1	0.000	G
T5	0.000	G

Fuente: Elaboración

5.11. Número total de tubérculos de cuarta categoría

Tabla 32. Promedio de n° de tubérculos de cuarta calidad

Promedio de n° de tubérculos de cuarta calidad			
Tratamientos	T1	Canchan	2.773
	T2	Canchan	5.560
	T3	Canchan	5.907
	T4	Canchan	5.800
	T5	Amarilis	2.613
	T6	Amarilis	5.400
	T7	Amarilis	5.467
	T8	Amarilis	4.880

Fuente: Elaboración propia

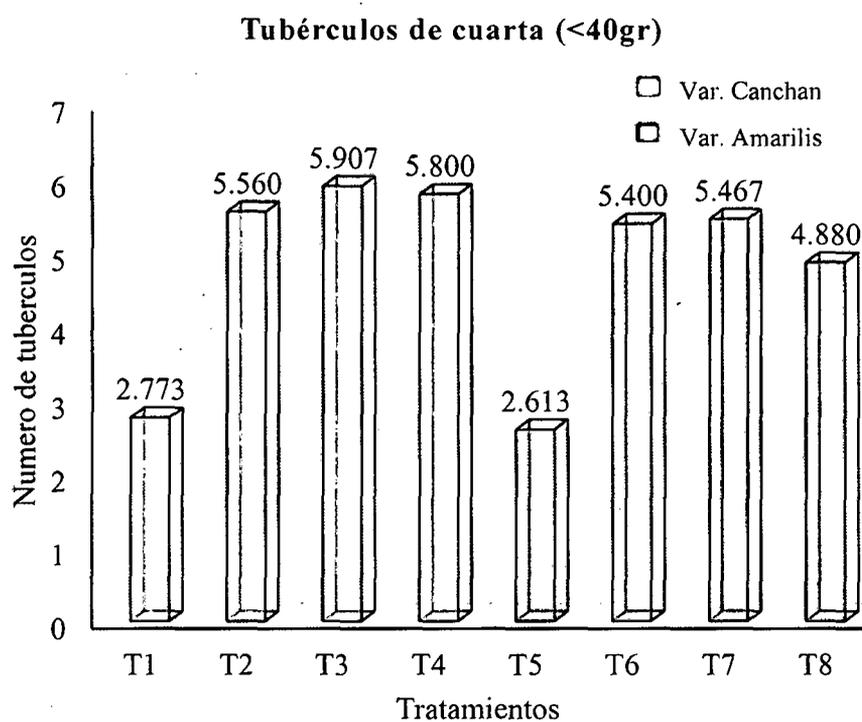


Figura 18 Número total de tubérculos de cuarta categoría

La figura 18 se puede observar que todos los tratamientos presentaron tubérculos de esta categoría, donde los testigos absolutos solamente presentaron tubérculos de esta categoría

Según el análisis de varianza para esta variable nos da un coeficiente de variación de 0.266 % el cual es aceptable para el experimento efectuado en campo.

El análisis muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, pero no entre bloques, lo cual indica que la distribución de los tratamientos en el área experimental fue adecuada.

Tabla 33. Análisis de varianza para el n° de tubérculos de cuarta calidad

Fuente de Variación	G L	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Bloques	2	0.032	0.016	6.033	0.013ns
Tratamientos	7	37.506	5.358	2045.789	0.000**
Error	14	0.037	0.003		
Total	23	37.575			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 0.266 %

Ns = No significativo

** = Altamente significativo

Al realizar la comparación de medias según Tukey, se pudo comprobar que el T3 se comportó similar al T4, y el T2 se comportó estadísticamente igual al T7, mientras que el T7 se comportó similar al T2 y T6, y el T6, T8, T1, T5, se comportaron muy diferentes entre ellos y con los demás tratamientos.

Tabla 34. Prueba de Tukey para el n° de tubérculos de cuarta calidad

Tratamientos	Promedio N° Tubérculos de Cuarta calidad por planta	Prueba de TUKEY
T3	5.907	A
T4	5.800	A
T2	5.560	B
T7	5.467	B C
T6	5.400	C
T8	4.880	D
T1	2.773	E
T5	2.613	F

Fuente: Elaboración propia

Comparativo del número de tubérculos según calidad entre tratamientos

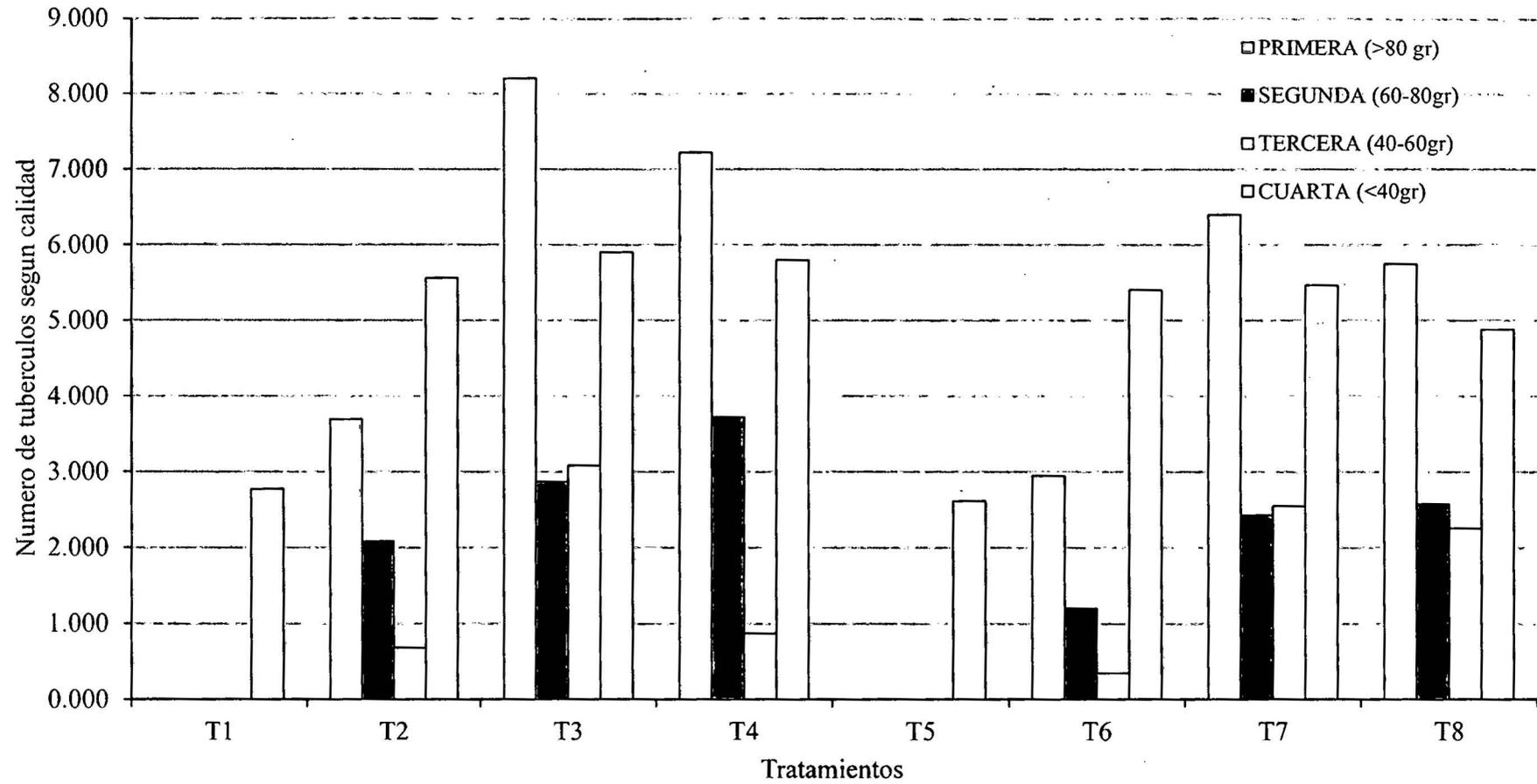


Figura 19. Comparativo del número de tubérculos según calidad entre tratamientos

VI. DISCUSIÓN

La mala práctica de combinar fungicidas e incrementar el número y dosis de aplicaciones con el fin de enfrentar enfermedades en el cultivo de papa, ocasionan muchas veces que el patógeno desarrolle resistencia a los productos sistémicos, como es el caso del uso excesivo de Cymoxanil en toda la campaña por los agricultores de la Jalca, lo cual se pudo comprobar en la presente investigación que no es lo más efectivo y más bien crea resistencia y convivencia con el cultivo, que afecta directamente el rendimiento, coincidiendo con (Otazu, 2000).

El inicio de las aplicaciones por tratamiento y evaluaciones se realizó a los 28 d.d.s, donde las primeras aplicaciones fueron con un fungicida sistémico en todos los tratamientos excepto los testigos absolutos en ambas variedades, debido a que las plantas jóvenes son muy susceptibles a la infección. Este dato comparado con otro trabajo de investigación realizado en Huasahuasi, Junín, las condiciones ambientales fueron diferentes por la precocidad de la aparición de los primeros síntomas que conllevaron a aplicaciones y evaluaciones más tempranas, ya que en dicha investigación se dieron inicio a los 53 d.d.s, pero coincidiendo en la primera aplicación que fue con fungicidas sistémicos (Bustamante, 2007).

Los productores de papa, incluidos los del distrito de la Jalca, reconocen que la aplicación de fungicidas es la principal práctica de control de la ranca, particularmente en una zona donde la siembra se realiza en épocas lluviosas (Ortiz, Thiele, & Forbes, 2001). Por otra parte Egusquiza & Apaza (2001), indican que en la zonas donde la incidencia de la ranca es permanente, los agricultores desarrollan criterios propios respecto a las oportunidades de fumigación y al uso de los fungicidas (solo o en mezclas) y sobre todo los intervalos de aplicación, debido a ello en el experimento realizado en el distrito de la Jalca, en los tratamientos T2 y T6, se realizó aplicaciones de fungicidas de acuerdo a la decisión del agricultor que fue cada 8 días con la justificación de reducir riesgos y controlar la enfermedad.

Los paquetes de control químico propuestos en el presente trabajo de investigación se basan en trabajos realizados en zonas donde la enfermedad es el principal problema tal y como lo mencionan Bustamante (2007), Egusquiza & Apaza, (2001), en trabajos de control químico de la ranca realizado en Junín. Huasahuasi, donde la rotación de fungicidas de diferentes mecanismos de acción, la prolongación del tiempo entre aplicaciones y un máximo de tres

aplicaciones de un fungicida sistémico del mismo ingrediente activo alternado con fungicidas de contacto. Son estrategias o modalidades de uso de los fungicidas que previene el desarrollo de nuevas infecciones, el componente sistémico elimina las infecciones iniciales y de esa manera imposibilita que el patógeno se extienda, lo que permite un excelente control de la enfermedad y evita que un alto número de individuos estén expuestos a la acción del producto sistémico disminuyendo así la resistencia (Ciba, 2005).

Los resultados muestran que con los paquetes tecnológicos de control químico de la ranca se usó menor número de aplicaciones que el agricultor, siendo que se aplicó en menor número en la variedad amarilis la cual demostró su menor susceptibilidad a la ranca. Además se comprobó que la aplicación excesiva (11) de productos comerciales con el mismo ingrediente activo químico (Cymoxanil) por parte del agricultor son innecesarias e ineficientes en comparación con los paquetes de control propuestos. Esta evidencia sugiere que el uso de fungicidas por parte del agricultor no es el adecuado debido a que este generalmente desconoce aspectos sobre diagnóstico y diferencia de ingredientes activos así como los modos de acción, como lo reportan Egusquiza & Apaza (2001).

Los datos obtenidos sugieren que se podría mejorar la eficiencia del uso de fungicidas si se mejora el conocimiento de los agricultores sobre estos aspectos como parte de un programa de manejo integrado, la optimización del manejo de fungicidas permite disminuir el riesgo de generar resistencia a fungicidas empleados constantemente como el Cymoxanil, tal como lo menciona (Bustamante, 2007).

En la presente investigación se puede concluir que el mejor tratamiento, es el tratamiento T7, donde se realizó la aplicación alternada de tres aplicaciones de dimetomorf más mancozeb, una aplicación de Famoxadone más Cymoxanil y tres aplicaciones de propineb para el control de la ranca, esto reduce el número de aplicaciones de fungicidas en la variedad resistente amarilis a 7 aplicaciones en comparación con el T4 variedad susceptible Canchan donde se reduce a 8 aplicaciones, ya que se aumentó una aplicación con un ingrediente activo como es el metalaxil más mancozeb por el mismo hecho de que la enfermedad aún persistía. Pero de igual forma se redujeron el número de aplicaciones en ambas variedades en comparación del agricultor.

Los tratamientos T4 y T8, tuvieron un porcentaje de severidad de la enfermedad mayor que el T3 y T7, se presume que esto se debió a que las Fenilamidas (Metalaxil) han perdido eficacia en el control de las nuevas razas *P. Infestans*. Esto es corroborado con una serie de ensayos y reportes del CIP, como por ejemplo un ensayo realizado en Junín, mostró que la

mezcla de Metalaxil+Mancozeb no controlan de manera eficaz la enfermedad, lo cual podría ser por la presencia de poblaciones más agresivas del patógeno Pérez, (2001) y Meneses, (2004).

El presente trabajo corrobora resultados obtenidos en otros experimentos realizados por (Fernández, Navia, & Gandarillas, 1999) , donde se validó en Huánuco una estrategia de control conocida como estrategia PROINPA, la que está basada en la alternancia de fungicidas sistémicos y de contacto, y así se disminuyó entre el 30-50% las aplicaciones efectivas por los agricultores, que consisten en un total de 12 a 15 aplicaciones durante el periodo vegetativo del cultivo.

En los testigos absolutos T1 y T5 se obtuvieron los valores más altos del porcentaje de severidad, alcanzando un 100% de área dañada y el más alto ABCPE, esto debido que no se realizaron ninguna aplicación durante el desarrollo del cultivo, el que tuvo más alto el ABCPE fue la variedad canchan que ha perdido resistencia a la ranca tal y como lo reporta (Mori, 2006).

Los tratamientos compuestos por los paquetes de control químico de la ranca obtuvieron un bajo porcentaje de daño, controlando de esa manera el desarrollo de patógeno debido a que los cultivos de papa generalmente deben de estar protegidos desde que emergen según Egusquiza & Apaza (2001).

La variedad canchan y amarilis en los (T3 y T7) expresaron la mayor parte de sus carácter genético en cuanto a rendimiento, en donde el uso adecuados de fungicidas favorecieron su máxima expresión esto corroborado con numerosas investigaciones realizadas en diferentes departamentos del Perú, como Junín, Huánuco (Bustamante, 2007), (Meneses, 2004), (Pérez, 2001) y también otras investigaciones realizadas en otros países como Toluca México (Montes, Saldaña, & Vilchis, 1999).

VII. CONCLUSIONES

1. Para la efectividad de los paquetes tecnológicos propuestos en una zona endémica a la ranca las primeras aplicaciones se debe iniciar con fungicidas sistémicos.
2. Los dos paquetes tecnológicos propuestos aplicados a ambas variedades, tuvieron un control muy efectivo de la ranca obteniendo valores muy bajos de ABCPE y buenos rendimientos.
3. El paquete tecnológico propuesto 1 aplicado en ambas variedades (T3, T7) que incluye ingredientes activos (dimetomorf, famoxadone, cymoxanil, propineb y mancozeb) se constituyó en la mejor opción para el control de la ranca porque en ambas variedades tuvieron bajo ABCPE y altos rendimientos al igual que el paquete tecnológico propuesto 2(T4, T8) que incluyó los ingredientes activos (metalaxil, famoxadone, cymoxanil, dimetomorf, propineb, mancozeb).
4. Al reducir el uso de fungicidas sistémicos de 11 a 4 aplicaciones en la variedad amarilis resistente y de 11 a 5 aplicaciones en la variedad canchan INIAA susceptible se minimizan los costos variables y el riesgo a generar condiciones propicias para el desarrollo de la resistencia a fungicidas. A su vez si se usan menos fungicidas sistémicos habrá menor contaminación del medio ambiente y una menor exposición del agricultor y su familia a estos productos químicos.
5. Para evitar que la ranca afecte nuestra cosecha en su totalidad, es importante rotar los productos químicos, usar diferentes ingredientes activos, y lo más importante combinar con una variedad que presente menos resistencia para que pueda expresar todas sus características genéticas.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos en parcelas comerciales empleando los paquetes tecnológicos propuestos.
2. Se recomienda el uso alternado de fungicidas sistémico y de contacto, como dimetomorf, famoxadone, propineb y macozeb.
3. Utilización de materias activas diferentes a los empleados por los agricultores en la zona, para el control del tizón tardío.
4. Determinar la curva de progreso de la enfermedad, en la mayoría de variedades de papa, cultivadas en dicha zona por los agricultores.
5. Realizar trabajos de identificación racial de las variantes de *Phytophthora infestans* que presentan en dicha zona.
6. Capacitar a los agricultores sobre el uso de fungicidas, para evitar el uso indiscriminado e ineficiente de estos productos.
7. Incentivar el cultivo de otras variedades con resistencia horizontal, así como fomentar la acción coordinada de todos los agricultores para evitar los primeros focos de infección.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arning, I. (2001). *Guía metodológica para investigadores agrícolas, introducción práctica a la investigación participativa e investigación científica, RRAA (Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos)*. Lima-Perú.
- Bustamante, N. (2007). Control químico del tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans* mont. de bary) en la variedad de canchán en huasahuasi, Junín. Lima, Perú.
- Cáceres, P. A., Pumisacho, M., Forbes, G. A., & Piedra, A. J. (2007). Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología del Ecuador (SENACYT). *Guía para facilitar el aprendizaje sobre control de tizón tardío de la papa*. Quito, Ecuador.
- Cerna, J. (Octubre de 2011). *El cultivo de la papa y su importancia, Agroindustrial Definiciones y Realidades*. Obtenido de <http://ingenieriaagroindustrial-unt.blogspot.pe/2011/10/el-cultivo-de-la-papa-y-su-importancia.html>.
- Chapman, S., & Carter, L. (1976). *Producción Agrícola, principios y prácticas*. Zaragoza España: Acribia.
- Ciba, G. (2005). *División agropecuaria. Manejo de la resistencia a fungicidas*.
- Collinge, D. B., & Slusarenko, A. J. (1987). Plant gene expression in response to pathogens. *Plant Molecular Biology* 9, 389 – 410.
- Davidse, L. C., Looijen, D., Turkensteen, L. J., Wal, D., & Vander. (1981). Occurrence of Metalaxyl-resistant strains of *Phytophthora infestans* in Dutch potato fields. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 65-68.
- Egúsqüiza, B. (2000). La Papa, producción, transformación y comercialización. Perú.
- Egúsqüiza, R., & Apaza, W. (13-16 de Febrero de 2001). La Ráncha de la Papa en el Perú, perfil del país. Estado actual del manejo integrado del tizón tardío en países Andinos. *Memorias del taller internacional complementando la resistencia a la ráncha en los Andes*. Cochabamba, Bolivia.
- Evenhuis, A., Schepers, H., Bus, C. D., & Stegeman, W. (1996). Synergy of cymoxanil and mancozeb when used to control potato late blight. *Potato Research*, 551-559.
- Fano, R. (1997). Aspectos socioeconómicos de la Producción y Distribución de los Tubérculos-Semillas en América Latina y el Caribe. En: Producción de Tubérculos-Semillas de Papa. *Manual de Capacitación Fascículo 1*, 1-3. Lima, Perú.

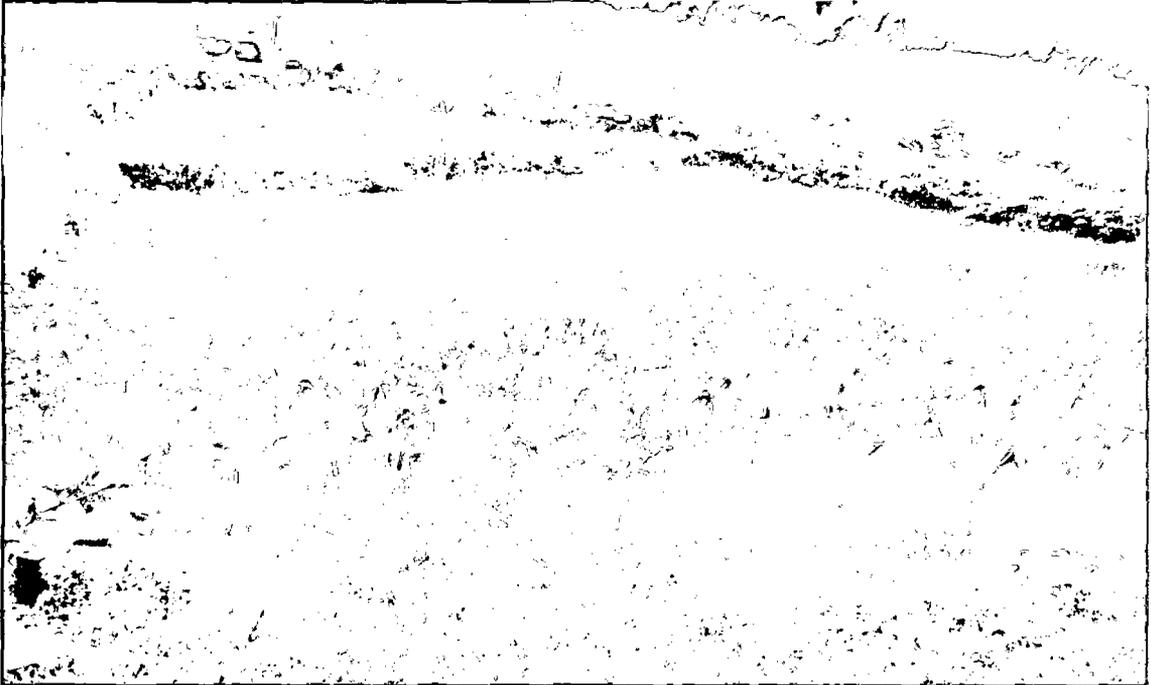
- Fano, R. H. (1997). Producción de tubérculos-semilla de papa. CIP. Manual de capacitación foscilo 1. *Aspectos socioeconómicos de la producción y distribución de los tubérculos-semillas en América Latina y el Caribe*. Lima, Perú.
- Fernández, E., Navia, O., & Gandarillas, A. (1999). Bases de las estrategias de control químico del tizón tardío desarrolladas por PROINPA en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 1-25.
- Fonseca, C., Labarta, J. R., Mendoza, A., Landeo, J., & Walker, T. S. (1996). Impacto económico de la variedad canchan-INIAA, de alto rendimiento y resistente al tizón tardío en el Perú. *Estudios de casos de impacto económico de tecnología relacionada con el CIP en el Perú*. Lima, Perú.
- Forbes. (2012). Using Host Resistance to Manage Potato Late Blight with Particular Reference to Developing Countries. *Potato Research*, 205–216.
- Forbes, G., & Jarvis, M. (1994). *Host resistance for management of potato late blight*. In: *Advances in Potato Pest Biology and Management*. USA.
- Forbes, G., Pérez, W., & Piedra, A. (2014). Módulo 3: Evaluación de la resistencia en genotipos de papa a *Phytophthora infestans* bajo condiciones de campo. Guía para Colaboradores Internacionales. En G. Forbes, W. Pérez, & A. Piedra, *Procedimiento para Evaluación Estándar y Manejo de Datos de Clones Avanzados de Papa* (pág. 50). Lima.
- Fry. (1997). *El potencial de la resistencia varietal para el manejo integrado del tizón tardío de la papa*. En: *simposium Internacional de la papa: del 25 al 26 de agosto*. Toluca-México.
- Fry, W. E., & Goodwin, S. B. (1995). Population genetics and intercontinental migrations of *Phytophthora infestans*. *Rev. Phytopathology*, 107- 130.
- Goodwin, S. B. (1991). *DNA polymorphism in Phytophthora infestans: The Cornell experience*. In *Phytophthora*. Cambridge.
- Gopal, J., & Singh, B. (2003). Screening potato for resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) under field conditions. *Potato Research*, 47–56.
- Hawksworth, D., Kirk, P., Sutton, B., & Pegleer, D. (1995). *Dictionary of the fungi- International Mycological Institute*.
- Herbas, R. (1981). *Manual de fitopatología*. Bayer Bolivia S.A. Bolivia: Editorial Universitaria.

- Hijmans, R. J., Forbes, G. A., & Walker, T. (2000). Estimating the global severity of potato late blight with a GIS-linked disease forecaster. En *Plant Pathology* (págs. 49-697-705).
- Huamán, Z. (1994). *Botánica, sistemática y morfología de la papa*. En *Boletines de Información Técnica*. La Molina.
- INIAA. (1990). *Nueva Variedad de Papa. Programa de Investigación en Papa*. E.E. "Canchán". Huánuco- Perú.: Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial.
- Landeo, J. (1998). *Nueva víctima del tizón tardío*. Lima: CIP.
- León, J. (27 de Mayo de 2015). *Perú lidera producción de papa en Latinoamérica*. Obtenido de Perú lidera producción de papa en Latinoamérica: <http://www.agraria.pe/noticias/peru-lidera-produccion-de-papa-en-latinoamerica-8337>.
- Leroux, P., Chabane, K., & Bompeix, G. (1993). Selection and characterizing of *Phytophthora parasitica* mutants with ultraviolet-induced resistance to dimethomorph or Metalaxyl. *Pesticide Science*, 325-329.
- Mantecon, J. (2002). *Pérdidas potenciales debidas al tizón tardío de la papa (Phytophthora infestans) durante la última década*. Obtenido de www.argenpapa.com.ar.
- Meneses, Q. (2004). *Control químico de la ranca en el cultivo de la papa en mayobamba, huanuco*. Lima-peru.
- Montes, G., Saldaña, H., & Vilchis, A. (1999). ADAPTACIÓN POR RESISTENCIA AL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* Mont. De By) DE GENOTIPOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN TOLUCA, MÉXICO. *Metepac, Estado de México*, 1-8.
- Mori, R. (2006). Rentabilidad. *Boletín del estudio de rentabilidad-Dirección general de información agraria. Ministerio de agricultura del Perú*. Lima, Perú.
- Ortiz, O., Thiele, G., & Forbes, G. (13-16 de Febrero de 2001). Conocimiento y práctica del agricultor con relación al uso de fungicidas en el control del Tizón tardío en los Andes. *Memorias del taller Internacional Complementado la resistencia al Tizón tardío en los Andes*. Cochabamba , Bolivia.
- Otazu, V. (28 de Marzo de 2000). Orientaciones en el uso del control químico de *P. infestans* a los productores de semilla de papa de Huasahuasi-Perú. *Memorias XIX Congreso de la ALAP*. La Habana, Cuba.

- Pérez. (2001). *Phytophthora infestans* (mont). de Bary: Control mediante fungicidas e inductores de resistencia química en papa. Huánuco. *Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, UNALM*. Lima, Perú.
- Pérez, W., & Forbes, G. (2007). *Manejo integrado del tizón tardío*. Centro Internacional de la Papa. Obtenido de Hoja divulgativa ¿Qué es el tizón tardío?: <http://www.cipotato.org/publications/pdf/003857.pdf>.
- Pérez, W., & Forbes, G. (12 de Diciembre de 2008). *Manual técnico "EL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA" Apartado 1558*. Obtenido de www.cipotato.org.
- Romero, J. D. (2010). *Inductores químicos y biológicos de resistencia para el control de Phytophthora infestans en papa cultivar Yungay*. Lima-Perú.
- Soto, E. (Mayo de 2010). Día Nacional de la Papa. Ministerio de Agricultura. *Cadena Agroproductiva de la papa*. Lima, Perú.
- Yanggen, D., Cole, D., Crissman, C., & Sherwood, S. (2004). Pesticide use in highland Ecuador commercial potato production: reflections on research and interventions to promote highland ecosystems health. Ecuador: Ecohealth.
- Ziogas, B. N., & Davidse, L. C. (1987). Studies on the mechanism of action of cymoxanil in *Phytophthora infestans*. *Pestic. Biochem. Physiol*, 89-96.

ANEXOS

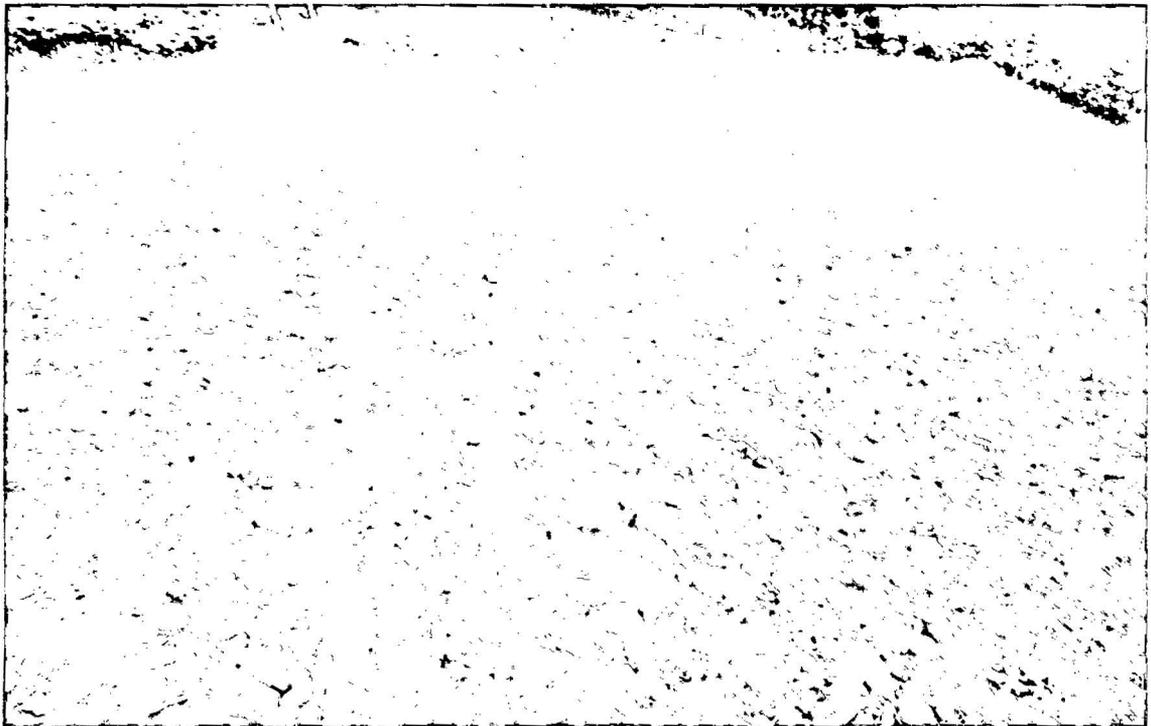
a. GALERÍA FOTOGRÁFICA.



Fotografía 1. Área destinada para la instalación del experimento



Fotografía 2. Muestreo de suelo en el área experimental



Fotografía 3. Terreno con las primeras labores de preparación



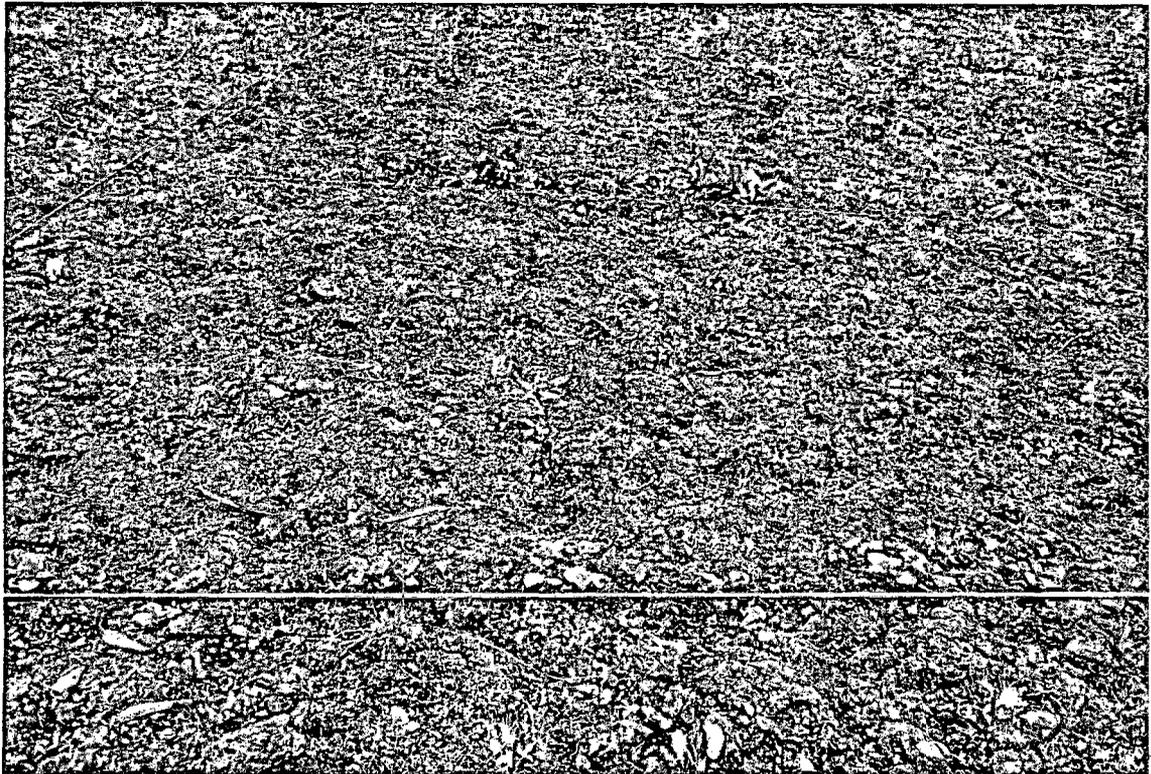
Fotografía 4. Trazado y marcación del área experimental



Fotografía 5. Abonamiento, siembra y primera fertilización



Fotografía 6. Tapado de las semillas en el experimento



Fotografía 7. Desarrollo de las plantas a los 27 días después del sembrado



Fotografía 8. Desarrollo de la enfermedad en los testigos absolutos (34 d.d.s)



Fotografía 9. Deshierbo y segunda fertilización (38 d. d.s)



Fotografía 10. Aplicación de fungicidas para el control de la ranca



Fotografía 11. Vista de la investigación a los 127 d.d.s



Fotografía 12. Tratamiento que obtuvo menor porcentaje de severidad.



Fotografía 13. Evaluaciones realizadas en el campo experimental



Fotografía 14. Testigo absoluto a los 127 d.d.s



Fotografía 15. Vista de la parcela experimental a los 163 d.d.s.



Fotografía 16. Evaluaciones y cosecha



Fotografía 17. Extracción de los tubérculos del suelo



Fotografía 18. Evaluación de rendimiento por planta y clasificación según categoría

b. RESULTADOS

Tabla 35. Evaluación de severidad de la rancha y el ABCPE en la investigación.

TRATAMIENTO	BLOQUE	Nº DE PLANTAS	FECHA										ABCPE
			09/05/2015	16/05/2015	23/05/2015	30/05/2015	06/06/2015	13/06/2015	20/06/2015	27/06/2015	04/07/2015	11/07/2015	
			DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA EN QUE REALIZÓ LA EVALUACIÓN (ddS)										
			28	36	44	52	60	68	76	84	92	100	
			1ra Ev.	2da Ev.	3ra Ev.	4ta Ev.	5ta Ev.	6ta Ev.	7ma Ev.	8va Ev.	9na Ev.	10ma Ev.	
1	I	25	0.040	2.640	63.720	80.240	98.120	99.320	100.000	100.000	100.000	100.000	5552.480
	II	25	0.000	3.440	58.120	84.320	98.120	99.800	100.000	100.000	100.000	100.000	5550.400
	III	25	0.040	3.560	51.680	91.400	98.800	99.800	100.000	100.000	100.000	100.000	5562.080
PROM. TRATAMIENTO 1			0.027	3.213	57.840	85.320	98.347	99.640	100.000	100.000	100.000	100.000	5554.987
2	I	25	0.120	0.720	6.800	2.600	17.440	4.680	10.920	1.200	0.320	0.840	361.280
	II	25	0.000	1.160	5.480	11.000	7.320	4.640	9.200	2.000	3.760	0.920	360.160
	III	25	0.160	2.800	6.400	8.800	6.360	6.320	8.240	4.520	0.880	2.080	363.520
PROM. TRATAMIENTO 2			0.093	1.560	6.227	7.467	10.373	5.213	9.453	2.573	1.653	1.280	361.653
3	I	25	0.000	0.000	0.160	2.000	2.000	2.240	4.480	1.160	0.400	0.200	100.320
	II	25	0.000	0.000	0.160	2.440	0.640	2.000	5.960	0.880	0.440	0.080	100.480
	III	25	0.160	0.160	1.400	2.360	0.560	3.800	4.080	0.000	0.120	0.240	101.440
PROM. TRATAMIENTO 3			0.053	0.053	0.573	2.267	1.067	2.680	4.840	0.680	0.320	0.173	100.747
4	I	25	0.000	0.560	2.480	4.480	3.360	2.600	2.240	0.000	0.360	0.480	130.560
	II	25	0.000	0.440	1.040	4.800	4.760	2.120	2.600	0.520	0.320	0.080	133.120
	III	25	0.040	0.240	0.520	6.800	3.840	2.240	2.400	0.640	0.160	0.280	136.000
PROM. TRATAMIENTO 4			0.013	0.413	1.347	5.360	3.987	2.320	2.413	0.387	0.280	0.280	133.227
5	I	25	0.040	2.640	34.400	72.880	87.040	97.160	100.000	100.000	100.000	100.000	5153.120
	II	25	0.000	1.880	48.920	69.400	84.920	88.800	100.000	100.000	100.000	100.000	5151.360
	III	25	0.200	2.760	29.200	78.680	88.920	94.160	100.000	100.000	100.000	100.000	5150.560
PROM. TRATAMIENTO 5			0.080	2.427	37.507	73.653	86.960	93.373	100.000	100.000	100.000	100.000	5151.680
6	I	25	0.080	0.720	0.880	7.960	1.720	5.080	5.440	2.000	1.000	1.600	205.120
	II	25	0.040	0.480	0.960	6.360	2.880	2.800	4.880	2.360	4.080	0.520	200.640
	III	25	0.280	1.240	3.280	6.600	2.160	5.400	4.400	1.000	1.040	1.200	206.880
PROM. TRATAMIENTO 6			0.133	0.813	1.707	6.973	2.253	4.427	4.907	1.787	2.040	1.107	204.213
7	I	25	0.080	0.240	0.280	0.920	1.080	1.720	1.000	0.360	0.120	0.360	47.520
	II	25	0.280	0.600	0.480	0.640	0.640	1.120	1.800	0.320	0.292	0.280	49.373
	III	25	0.480	0.000	0.200	0.880	0.880	1.740	1.880	0.200	0.240	0.000	50.080
PROM. TRATAMIENTO 7			0.280	0.280	0.320	0.813	0.867	1.527	1.560	0.293	0.217	0.213	48.991
8	I	25	0.240	0.640	0.800	1.080	1.840	1.120	1.640	0.160	0.160	0.400	62.080
	II	25	0.080	0.320	0.600	1.200	1.960	0.840	1.520	0.880	0.240	0.200	61.600
	III	25	0.080	0.160	1.480	1.320	1.160	1.360	1.360	0.600	0.360	0.320	64.000
PROM. TRATAMIENTO 8			0.133	0.373	0.960	1.200	1.653	1.107	1.507	0.547	0.253	0.307	62.560

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Rendimiento, número de tubérculos según calidad por bloques y tratamiento

TRATAMIENTO	BLOQUE	Nº DE PLANTAS	RENDIMIENTO TOTAL(kg/planta)	Nº TOTAL DE TUBÉRCULOS	NÚMERO DE TUBÉRCULOS SEGÚN CALIDAD O CATEGORIAS			
					PRIMERA(>80 gr)	SEGUNDA(60-80gr)	TERCERA(40-60gr)	CUARTA(<40gr)
1	I	25	0.023	2.800	0.000	0.000	0.000	2.800
1	II	25	0.022	2.760	0.000	0.000	0.000	2.760
1	III	25	0.021	2.760	0.000	0.000	0.000	2.760
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 1			0.022	2.773	0.000	0.000	0.000	2.773
2	I	25	1.186	12.160	3.760	2.120	0.680	5.600
2	II	25	1.194	12.000	3.680	2.040	0.720	5.560
2	III	25	1.195	11.880	3.640	2.080	0.640	5.520
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 2			1.192	12.013	3.693	2.080	0.680	5.560
3	I	25	1.958	20.000	8.160	2.800	3.120	5.920
3	II	25	2.162	20.200	8.240	2.960	3.080	5.920
3	III	25	1.908	19.960	8.200	2.840	3.040	5.880
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 3			2.009	20.053	8.200	2.867	3.080	5.907
4	I	25	1.788	17.640	7.320	3.600	0.800	5.920
4	II	25	1.733	17.560	7.200	3.680	0.920	5.760
4	III	25	1.772	17.640	7.160	3.880	0.880	5.720
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 4			1.764	17.613	7.227	3.720	0.867	5.800
5	I	25	0.031	2.680	0.000	0.000	0.000	2.680
5	II	25	0.024	2.560	0.000	0.000	0.000	2.560
5	III	25	0.026	2.600	0.000	0.000	0.000	2.600
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 5			0.027	2.613	0.000	0.000	0.000	2.613
6	I	25	1.000	9.800	3.000	1.160	0.280	5.360
6	II	25	1.117	10.040	2.960	1.280	0.400	5.400
6	III	25	1.003	9.840	2.880	1.160	0.360	5.440
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 6			1.040	9.893	2.947	1.200	0.347	5.400
7	I	25	1.603	16.760	6.360	2.360	2.480	5.560
7	II	25	1.675	16.960	6.400	2.440	2.640	5.480
7	III	25	1.613	16.800	6.440	2.480	2.520	5.360
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 7			1.631	16.840	6.400	2.427	2.547	5.467
8	I	25	1.532	15.440	5.760	2.520	2.200	4.960
8	II	25	1.655	15.560	5.840	2.640	2.240	4.840
8	III	25	1.513	15.360	5.640	2.560	2.320	4.840
PROMEDIO DE TRATAMIENTO 8			1.567	15.453	5.747	2.573	2.253	4.880

Fuente:Elaboración propia

Tabla 37. Promedios del rendimiento y n° de tubérculos según calidad.

TRAT.	RENDIMIENTO O POR PLANTA (Kg)	RENDIMIENTO tn/ha	RENDIMIENTO NETO AJUSTADO tn/ha	N° TOTAL DE TUBERCULOS POR PLANTA	NÚMERO DE TUBÉRCULOS SEGÚN CALIDAD			
					PRIMERA (>80 gr)	SEGUNDA (60-80gr)	TERCERA (40-60gr)	CUARTA (<40gr)
T1	0.022	0.55	0.50	2.773	0.000	0.000	0.000	2.773
T2	1.192	29.79	26.81	12.013	3.693	2.080	0.680	5.560
T3	2.009	50.24	45.21	20.053	8.200	2.867	3.08	5.907
T4	1.764	44.11	39.70	17.613	7.227	3.720	0.867	5.800
T5	0.027	0.68	0.61	2.613	0.000	0.000	0.000	2.613
T6	1.040	26.01	23.40	9.893	2.947	1.200	0.347	5.400
T7	1.631	40.76	36.69	16.840	6.400	2.427	2.547	5.467
T8	1.567	39.17	35.25	15.453	5.747	2.573	2.253	4.880

Fuente: Elaboración propia