



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA AGRONOMÍA

“EVALUACIÓN DE LA ROTACIÓN Y PERIODOS DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS PARA EL MANEJO DE *Phytophthora infestans* EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*) A CAMPO ABIERTO”

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: GILSON CASTILLO ROLANDO GAVIDIA

DIRECTOR: Ing. PhD. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO

Riobamba-Ecuador

2022

© 2022, **Gilson Rolando Castillo Gavidia**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, GILSON ROLANDO CASTILLO GAVIDIA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de mayo del 2022






Gilson Rolando Castillo Gavidia

060524656-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN DE LA ROTACIÓN Y PERIODOS DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS PARA EL MANEJO DE *Phytophthora infestans* EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*) A CAMPO ABIERTO**”, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Victor Alberto Lindao Córdova, Ph.D PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		16/05/2022
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		16/05/2022
Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia Ph.D. MIEMBRO DE TRIBUNAL		16/05/2022

DEDICATORIA

La presente investigación le dedico a Dios por guiarme por el bien, sobre todo por darme las fuerzas y la sabiduría para alcanzar mi meta a pesar de muchas dificultades que se presentaron en mi camino. A mis padres por enseñarme los valores de la vida, por su paciencia, dedicación y por sus consejos que a lo largo de mi vida.

Gilson

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme con fortaleza y guiarme en la ejecución y culminación de este trabajo de investigación.

A mis padres y a mis hermanos por su apoyo y consejos que me motivaron en mi desarrollo académico profesional.

A los Docentes de la Facultad de Recursos Naturales, de la carrera de Ingeniería Agronómica, gracias por ser la llave hacia el conocimiento, por brindarme excelentes conocimientos, experiencias, sabiduría, criterio, respetando siempre la profesión a la que nos encaminamos con vocación y amor.

Al Ingeniero Pablo Alvarez Ph.D. por guiarme en esta investigación y por todo el apoyo brindado en la orientación y corrección de la investigación en su calidad de Director.

Al Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia Ph.D. por su invaluable colaboración y asesoría en el desarrollo de este trabajo de investigación, por compartir sus conocimientos en su calidad de Asesor

Gilson

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. <i>Solanum lycopersicum</i>	3
1.1.1. <i>Generalidades del cultivo de Tomate</i>	3
1.1.2. <i>Origen</i>	3
1.1.3. <i>Taxonomía</i>	4
1.1.4. <i>Características morfológicas</i>	4
1.1.5. <i>Fases fenológicas del cultivo de tomate</i>	4
1.1.6. <i>Requerimiento edafoclimáticos</i>	5
1.2. Plagas y enfermedades.....	6
1.2.1. Plagas.....	6
1.2.2. Enfermedades.....	7
1.3. Tizón tardío	9
1.3.1. <i>Breve historia</i>	9
1.3.2. <i>Taxonomía y el agente causal</i>	10
1.3.3. <i>Morfología del patógeno</i>	10
1.3.4. <i>Ciclo de vida</i>	10

1.3.5.	<i>Epidemiología</i>	12
1.3.6.	<i>Síntomas</i>	13
1.3.7.	<i>Modo de acción de los fungicidas</i>	14
1.3.8.	<i>Mecanismos de acción de los fungicidas</i>	15
1.3.9.	<i>Mecanismos de resistencia</i>	15
1.4.	Productos utilizados para el control de <i>Phytophthora infestans</i>	16
1.4.1.	<i>Kyralaxil</i>	16
1.4.2.	<i>Dimetomorph</i>	16
1.4.3.	<i>Fluazinam</i>	16
1.4.4.	<i>Propamocarb</i>	18
1.5.	Fosfitos	18
1.5.1.	<i>Función de los fosfitos</i>	18
1.5.2.	<i>Modo de acción</i>	19
1.5.3.	<i>Aplicación de los fosfitos</i>	19
1.5.4.	<i>Fosfitos de potasio (K₃PO₃)</i>	19
1.6.	<i>Dióxido de cloro</i>	20
1.7.	<i>Agua ozonizada</i>	20
1.8.	Cuantificación de la enfermedad	21
1.8.1.	<i>Incidencia</i>	21
1.8.2.	<i>Severidad</i>	22
1.8.3.	<i>Área bajo la curva del progreso de la Enfermedad (ABCPE)</i>	22

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	23
2.1.	Caracterización del lugar	23
2.1.1.	<i>Localización</i>	23
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	23
2.1.3.	<i>Condiciones agroclimáticas</i>	23
2.2.	Materiales y equipos	24
2.2.1.	<i>Material de campo</i>	24
2.2.2.	<i>Materiales de oficina</i>	24
2.2.3.	<i>Equipos</i>	24
2.2.4.	<i>Insumos</i>	24
2.3.	Métodos	25
2.3.1.	<i>Factores de estudio</i>	25

2.3.2.	<i>Tratamientos</i>	26
2.3.3.	<i>Unidad experimental</i>	26
2.3.4.	<i>Diseño experimental</i>	26
2.3.5.	<i>Análisis de varianza</i>	27
2.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	27
2.4.	Variables y métodos de evaluación	28
2.4.1.	<i>Incidencia de la enfermedad</i>	28
2.4.2.	<i>Severidad de la enfermedad</i>	28
2.4.3.	<i>Área bajo la curva del progreso de la enfermedad</i>	29
2.4.4.	<i>Numero de flores y frutos</i>	29
2.4.5.	<i>Eficacia biológica</i>	29
2.4.6.	<i>Rendimiento</i>	29
2.4.7.	<i>Análisis económico</i>	30
2.5.	Análisis estadístico	30
2.6.	Manejo del cultivo	31
2.6.1.	<i>Labores culturales y pre culturales</i>	31
2.6.2.	<i>Cosecha</i>	31

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS	32
3.1.	Sintomatología de <i>Phytophthora infestans</i>	32
3.2.	Incidencia de la enfermedad	33
3.3.	Severidad de la enfermedad	35
3.4.	Área bajo la curva de la incidencia y severidad	37
3.5.	Número de flores	40
3.6.	Número de frutos	42
3.7.	Rendimiento	44
3.8.	Eficacia biológica	46
3.9.	Análisis económico	48
3.10.	Análisis de correlación entre variables	49
3.11.	Discusión de resultados	50
	CONCLUSIONES	52
	RECOMENDACIONES	53

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Taxonomía de <i>Solanum lycopersicum</i>	4
Tabla 2-1:	Principales plagas del cultivo de de <i>Solanum lycopersicum</i>	6
Tabla 3-1:	Taxonomía de <i>Phytophthora infestans</i>	10
Tabla 4-1:	Clasificación de fungicidas.....	17
Tabla 1-2:	Coordenadas geográficas UTM de la zona en estudio.....	23
Tabla 2-2:	Condiciones agroclimáticas de la zona en estudio.....	23
Tabla 3-2:	Generalidades de los fungicidas.....	25
Tabla 4-2:	Tratamientos en estudio.....	26
Tabla 5-2:	Especificaciones del ensayo.....	26
Tabla 6-2:	Esquema del ANOVA utilizada en plantas tratadas.....	27
Tabla 7-2:	Escala porcentual para medir la severidad.....	28
Tabla 8-2:	Parámetros de consideración de viabilidad del proyecto.....	30
Tabla 1-3:	ANOVA para la variable incidencia (%) evaluadas a los 14, 34, 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.....	33
Tabla 2-3:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 14, 34, 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.....	34
Tabla 3-3:	ANOVA para la variable severidad final (%) evaluadas a los 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.....	35
Tabla 4-3:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (%) evaluadas a los 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.....	36
Tabla 5-3:	ANOVA del ABCPE para la variable incidencia y severidad (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	38
Tabla 6-3:	La prueba de Tukey (5%) la variable incidencia y severidad (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	38

Tabla 7-3:	ANOVA para la variable número de flores por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	40
Tabla 8-3:	La prueba de Tukey (5%) la variable número de flores por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	41
Tabla 9-3:	ANOVA para la variable número de frutos evaluados en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	42
Tabla 10-3:	La prueba de Tukey (5%) la variable número de frutos por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	43
Tabla 11-3:	ANOVA para el variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	44
Tabla 12-3:	La prueba de Tukey (5%) la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	45
Tabla 13-3:	ANOVA para el variable eficacia biológica en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	46
Tabla 14-3:	La prueba de Tukey (5%) la variable eficacia biológica evaluada en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	47
Tabla 15-3:	Análisis económico de los tratamientos evaluados en el manejo de <i>Phytophthora infestans</i> en el cultivo de tomate riñón.....	48
Tabla 16-3:	Análisis y coeficiente de correlación.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Fases fenológicas del cultivo de tomate.....	5
Figura 2-1: Ciclo sexual y asexual de <i>Phytophthora infestans</i>	12
Figura 1-3: Síntomas de <i>Phytophthora infestans</i>	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia intermedia (%) evaluada a los 34 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	33
Gráfico 2-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad final (%) evaluada a los 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	35
Gráfico 3-3:	Curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	37
Gráfico 4-3:	Curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	37
Gráfico 5-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable número de flores por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	40
Gráfico 6-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable número de frutos por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	42
Gráfico 7-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos... ..	44
Gráfico 8-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable eficacia biológica evaluada en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOENGEIDAD PARA LA INCIDENCIA

ANEXO B: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOENGEIDAD PARA LA SEVERIDAD

ANEXO C: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOENGEIDAD PARA EL NUMERO DE FLORES

ANEXO D: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOENGEIDAD PARA EL NUMERO DE FRUTOS

ANEXO E: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOENGEIDAD PARA LA EFICACIA BIOLOICA

ANEXO F: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOENGEIDAD PARA INGRESOS

ANEXO G: INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD.

ANEXO H: SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD.

ANEXO I: CICLO BIOLÓGICO DE *Phytophthora infestans*

ANEXO J: TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN

ANEXO K: COSTOS DE PRODUCCIÓN

ANEXO L: PREPARACIÓN DEL SUELO

ANEXO M: PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS

ANEXO N: DETECCIÓN Y MONITOREO DE *Phytophthora infestans*

ANEXO Ñ: COSECHA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

FRAC Fungicide Resistance Action Committee.

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

MdA Modo de Acción

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la rotación y periodos de aplicación de productos para el manejo de *Phytophthora infestans* en tomate (*Solanum lycopersicum*) a campo abierto para lo cual se empleó un diseño de bloques completos a azar con 8 tratamientos, un testigo y cuatro repeticiones, cada unidad experimental se constituyó con 20 plantas de las cuales se evaluaron variables como la incidencia, severidad, área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), número de flores, frutos, eficacia biológica y rendimiento . Para la determinación de la incidencia y severidad se realizó observaciones con intervalos de 48 horas, en el caso de la determinación del área bajo la curva del progreso de la enfermedad y eficacia biológica se utilizó formulas ya preestablecidas y para la determinación del rendimiento se realizó la cosecha semanalmente. Los resultados obtenidos se tabularon en Excel y posteriormente se procesaron en el software estadístico Infostat versión estudiantil 2020 para su análisis estadístico, los mismos fueron graficados mediante el software R versión 4.1.2. El análisis de varianza mostro efectos altamente significativos en los tratamientos a base de fosfito y en las frecuencias de aplicación de 7 días ya que se obtuvo resultados de una severidad final (6,65%), ABCPE (103,20), 26 flores/planta 41,65 frutos/planta y un rendimiento 6,38 kg/planta . Se concluyó que el mejor tratamiento para el control de *Phytophthora infestans* fue la rotación de fungicidas a la que se le agregó fosfito de potasio con una frecuencia de aplicación de cada 7 días. Se recomienda evaluar otros inhibidores de resistencia en distintas frecuencias de aplicación en localidades que presentan ataque de tizón tardío.

Palabras claves: FOSFITOS>, <FRECUENCIA DE APLICACIÓN>, <ROTACION>, <MANEJO >, <TIZÓN TARDIO (*Phytophthora infestans*)>.

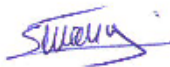
 **D.B.R.A.I.**
Ing. Cristhian Castillo



ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the rotation and application periods of products for the management of *Phytophthora infestans* in tomato (*Solanum Lycopersicum*) in open fields, using a randomized complete block design with eight treatments, a control, and four replicates. Each experimental unit consisted of twenty plants, from which variables such as incidence, severity, area under the disease progress curve (*ABCPE*), number of flowers, fruit, biological efficacy, and yield were evaluated. To determine the incidence and severity, observations were made at 48-hour intervals; in the case of the determination of the area under the curve of disease progress and biological efficacy, pre-established formulas were used; and for the determination of yield, harvesting was conducted weekly. The results were tabulated in Excel and subsequently processed in the statistical software Infostat student version 2020 for statistical analysis and were plotted using R software version 4.1.2. The variance analysis showed highly significant effects in the phosphite-based treatments and the 7-day application frequencies since the results were a final severity (6.65%), *ABCPE* (103.20), twenty-six flowers/plant, 41.65 fruits/plant, and a yield of a 6.38 kg/plant. It was concluded that the best treatment for the *Phytophthora infestans* control was fungicide rotation with the addition of potassium phosphite at a frequency of application every seven days. It is recommended to evaluate other resistance inhibitors at different application frequencies in locations with late blight attacks.

Keywords: <PHOSPHITES>, <APPLICATION FREQUENCIES>, <ROTATION>, <MANAGEMENT>, <LATE BLIGHT (*Phytophthora infestans*)>.



Silvana Patricia Céleri Quinde

C.C. 0602669830

INTRODUCCIÓN

Importancia

El cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) a nivel mundial registra una tendencia de incremento durante la década reciente, pertenece a la familia Solanácea, es una planta herbácea anual, bianual, de origen centro y sudamericano. China es el país más importante productor y consumidor, a nivel de América latina, Estados Unidos es el principal importador y México el primordial exportador de esta hortaliza (Pinargote, 2020., p.5).

En el Ecuador así como en otros países, el tomate es uno de los cultivos hortícolas más importantes; debido a que crea y fomenta el empleo de otras actividades económicas, porque constituye un aporte importante en la agroindustria, por sus contenidos nutricionales lo hace fundamental en la alimentación humana. No obstante, bajo condiciones de alta temperatura y humedad, el cultivo se ve afectado por diversas enfermedades que causan daños e inclusive pérdida total. Los agricultores debido al problema de enfermedades pierden la mayoría de su cultivo lo que afecta a su actividad económica (Pinargote, 2020., p.6).

Problema

Las causas más destacadas que incitan pérdidas tanto en rendimiento, como en la calidad comercial en la producción del tomate riñón son la presencia de, bacterias, hongos, nematodos y virus. Estos agentes pueden afectar a las plantas en diferentes estados de desarrollo y disminuir su vida útil, dependiendo de los niveles de daño de los problemas fitopatológicos, pueden transformarse en factores limitantes, provocando desventajas a los productores (Pinargote, 2020.,p.1)

Para que empiece una enfermedad en el cultivo de tomate es preciso que existan en forma concurrente tres factores fundamentales: un hospedero susceptible, un medio ambiente favorable y un agente causal, si alguno de estos factores no está presente, no ocurrirá la enfermedad sin embargo en el caso de ocurrencia deben ser manejadas para minimizar los efectos nocivos que éstas tienen sobre las plantas, evitandouna contaminación del medioambiente con fungicidas químicos disponibles y minimizando los costos de control, de manera de no afectar la productividad del cultivo (Pinargote, 2020., p.1).

El tizón tardío o lancha *Phytophthora infestans* es una de las enfermedades más peligrosas, en climas fríos y húmedos, ocasionando la pérdida total del cultivo, causando lesiones de forma irregular, hundidas y de color verdoso, atacando a la planta por completo. La condición ideal para que se presente la enfermedad en las plantas es cuando la temperatura ambiental está entre 10 y 20 °C y una humedad relativa mayor al 75% (Huere y Muña, 2016., p.24).

Justificación

En el cantón Pallatanga perteneciente a la provincia de Chimborazo el cultivo de tomate riñón a campo abierto es uno de los rubros que mayor aporte tiene a la economía del cantón al igual que el fréjol dado las condiciones climáticas del lugar la mayoría de producción se lo realiza al aire libre.

La evaluación de la rotación de aplicación de productos nos permitirá evitar que el patógeno genere resistencia a cada una de las aplicaciones que se lo realice al cultivo durante la etapa de trascendencia de la enfermedad además el periodos de aplicación nos permitirá determinar el mejor rango de tiempo en el que se realice las aplicaciones y también nos ayudara a reducir costos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la rotación y periodos de aplicación de productos para el manejo de *Phytophthora infestans* en tomate (*Solanum lycopersicum*) a campo abierto en el cantón Pallatanga provincia de Chimborazo.

Objetivos específicos

- Evaluar la rotación de cuatro productos para el manejo de *Phytophthora infestans* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) a campo abierto.
- Determinar el mejor periodo de aplicación de productos para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) a campo abierto.

HIPÓTESIS

Nula

Por lo menos uno de los productos o periodos de aplicación son efectivos para el manejo del tizón tardío en el cultivo del tomate.

Alternativa

Ninguno de los productos ni periodos de aplicación son efectivos para el manejo del tizón tardío en el cultivo de tomate.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. *Solanum lycopersicum*

1.1.1. *Generalidades del cultivo de Tomate*

El tomate es la hortaliza que mayor producción tiene a nivel mundial, haciendo que sea uno de los cultivos de mayor comercialización y valor económico. El incremento en su producción es debido a que su demanda es continua y a que el rendimiento de las cosechas ha aumentado sin la necesidad de una mayor superficie de cultivo (Mancilla Bernabé José Xavier, 2021., p.27). Otro de los motivos es que es el vegetal que más variedades comerciales tiene, ya que, pese a ser una planta tropical, puede cultivarse en cualquier punto del mundo (bien al aire libre o en invernaderos) gracias a su gran adaptabilidad (Víctor Escalona, Pablo Alvarado V, Hernán Monardes M, Claudio Urbina Z, 2009., p.5). La producción mundial de tomate según la FAO en el año 2013, fue de más de 165 millones de Ton, con una superficie de cultivo de 4,7 millones de ha y con un valor de producción bruta de 88 millones de dólares. Los principales países productores de tomate son: China, Estados Unidos de América, India, Turquía, Egipto, Italia, Irán y España. La producción media actual en el mundo es de 27 t/ha, pero la mayor producción por área se da en invernaderos europeos, donde la producción puede rebasar los 700 t/ha en una temporada. Un cultivo de tomates frescos a campo abierto y de alta producción con riego por surco, produce normalmente entre 50 y 70 t/ha (Víctor Escalona, Pablo Alvarado V, Hernán Monardes M, Claudio Urbina Z, 2009.,p.6).

1.1.2. *Origen*

Se ha informado que el tomate, de acuerdo con los arqueológicos y pictográficos se ha demostrado que es originario de América del Sur, de la Región Andina (Chile, Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia), existiendo en esta zona la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres; pero su domesticación se inició en el sur de México y Norte de Guatemala, llegando luego a Europa en el siglo XVI e inicios del siglo XVII, cultivándose en jardines de Italia, Inglaterra, España y Francia, donde fue inicialmente utilizado como planta ornamental por la belleza y color de sus frutos (Mancilla Bernabé José Xavier, 2021., p.26). La planta de tomate (*Solanum lycopersicum*) es considerada una planta ancestral silvestre que se distribuye en las zonas ecuatorianas y peruanas hasta América tropical. Se afirma que los españoles la intercalaron desde Puebla de México hasta Europa entre principios del siglo XVI. Luego de esto fue llevada a tierras del océano Pacífico, la cual tuvo acogida en Estados Unidos a finales del siglo XVII (Mancilla Bernabé José Xavier, 2021., p.27).

1.1.3. Taxonomía

Tabla 1-1: Taxonomía de *Solanum lycopersicum*.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanale
Familia:	Solanaceae
Genero:	<i>Solanum</i> .
Especie:	<i>Lycopersicum</i>

Fuente: (López Madrid, 2016., p.13).

1.1.4. Características morfológicas

El tomate pertenece a la familia Solanáceae. Es una planta dicotiledónea y herbácea perenne, que se cultiva en forma anual para el consumo de sus frutos (López Madrid, 2016., p.13).

- **Raíz:** Es pivotante con muchas raíces secundarias tiene un sistema radicular profundo y poco ramificado.
- **Tallo:** Presenta un tallo herbáceo cuyo crecimiento puede ser de crecimiento determinado o indeterminado, el grosor del mismo se encuentra entre los 2- 4 cm, que presenta una cubierta de pelos glandulares.
- **Hoja:** Son de tipo pinnado compuestas, los folíolos son peciolados, lobulados y con bordes dentados, la cual posee de 7 a 9 hojas que está cubierta por pelos glandulares y se acoplan de manera alterna en el tallo.
- **Flor:** Es de color amarillo con cinco sépalos, tiene cinco o más pétalos, con 5 a 6 estambres, las flores pueden formar grupos de inflorescencias tipo racimo cimoso, la planta posee de 4 a 12 flores.
- **Fruto:** Es una baya bioplurilocular o plurilocular que pesa hasta 600g, además contiene tejidos placentarios, que puede llegar a alcanzar hasta 16 cm de diámetro.

1.1.5. Fases fenológicas del cultivo de tomate

El cultivo de tomate presenta tres fases fenológicas: (Mancilla Bernabé José Xavier, 2021., p.28).

- **Fase inicial:** Esta fase tiene su inicio de 4 a 5 días con la germinación de la semilla. Su caracterización la emplea en su rápido aumento de materia orgánica o materia seca, esta sintetiza los tejidos de absorción y fotosíntesis.
- **Fase vegetativa:** En la fase vegetativa tiene inicio a partir de los 21 días después que la planta germina y dura entre 25 a 30 días antes de la floración, es cuando la planta requiere un gran aporte de nutrientes los cuales van a compensar las necesidades de las hojas, ramas, y tallo en crecimiento, esta etapa concluirá una vez que se inicie la floración.
- **Fase reproductiva** Esta etapa tiene inicio de los 60 a 65 días después del trasplante, al empezar esto el crecimiento vegetativo tiende a contenerse ya que los frutos empiezan a desarrollarse absorbiendo la mayor cantidad de nutrientes que contiene la planta.

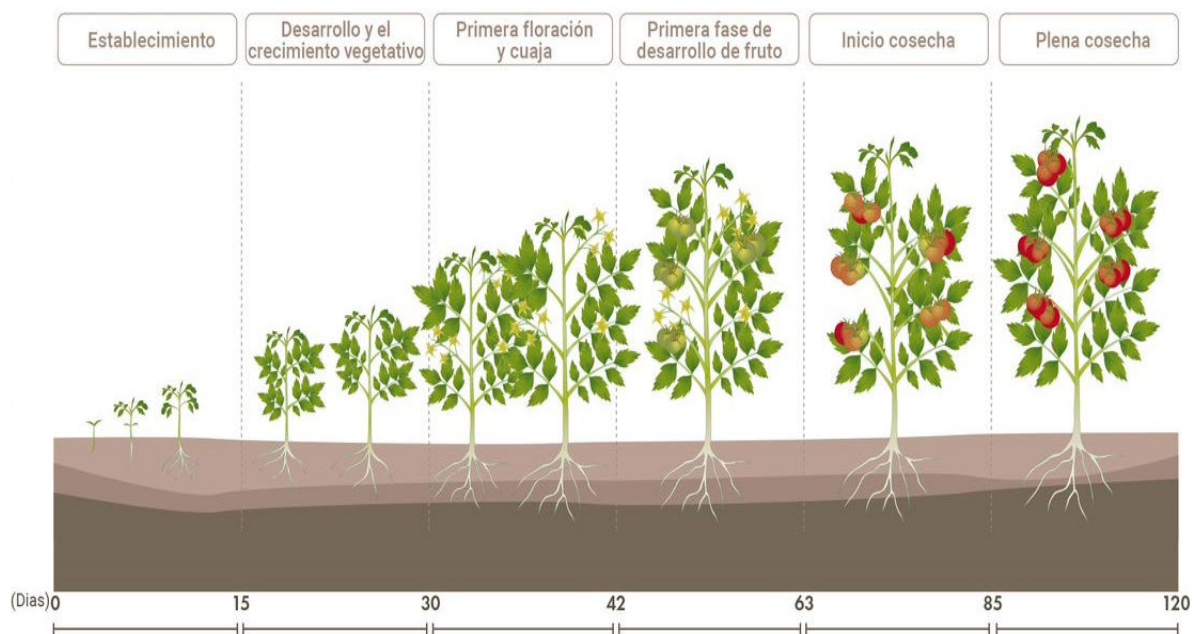


Figura 1-1: Fases fenológicas del cultivo de tomate

Fuente: (<http://exob2b.com/lead-nurturing-crm/>)

1.1.6. *Requerimiento edafoclimáticos*

Según Mancilla Bernabé José Xavier, (2021., p.29) los requerimientos óptimos para el desarrollo del cultivo son:

- **Temperatura del cultivo**

La temperatura que requiere el tomate varía de acuerdo a la zona, durante el día tiende a necesitar de 23 a 25 °C, mientras que en la noche la temperatura más 29 cómoda para la planta es de 15 a 17 °C.

- **Requerimientos de suelo**

Los suelos con un pH 6 a 6.5 son óptimos para el desarrollo de la planta, pero también pueden adaptarse en suelos francos arcillosos arenoso ligeramente ácidos y ligeramente alcalinos. Sin embargo, debe tener un buen drenaje.

- **Requerimientos nutricionales**

La planta de tomate para un mejor desarrollo necesita macronutrientes primordiales como: nitrógeno, potasio, calcio y otros secundarios como: fósforo, magnesio, azufre, de la misma forma necesitara micronutrientes como son zinc, manganeso, cobre, hierro, boro, cloro y níquel.

1.2. Plagas y enfermedades

1.2.1. Plagas

Tabla 2-1: Principales plagas del cultivo de de *Solanum lycopersicum*.

Plagas	Daño	Control
Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>).	El daño indirecto se asocia a reducción del área fotosintéticamente de la hoja debido el establecimiento y desarrollo de un complejo de hongos denominado fumagina, que afecta la fotosíntesis y los frutos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de trampas cromáticas amarillas (de monitoreo y control). • Uso de cerramientos adecuados (mallas, doble puertas, etc.) para evitar la entrada del exterior. • No asociar cultivos en la misma parcela. • Eliminar las malas hierbas y restos de cultivos ya que pueden actuar como reservorio de la plaga
Arañuela roja (<i>Tetranychus urticae</i>).	Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales móviles y el de. Los daños se producen por su hábito alimenticio al introducir sus estiletes en el tejido para vaciar las células y absorber sus jugos.	Aplicar productos a base Azufre 400g/100 lts de agua, empleando azufre formulado como polvo mojable al 80% se aplica rociando toda la planta y muy especialmente en el envés de las hojas
Palomilla del Tomate (<i>Tutabsoluta</i>).	Los estados larvales son los responsables de ocasionar los daños, debido a su hábito minador. La larva recién eclosionada penetra en el tejido foliar produciendo galerías o minas traslúcidas al consumir la	<ul style="list-style-type: none"> • Se dará un tratamiento previo al arrancar el cultivo dañado con un producto fitosanitario adulticida y otro larvicida.

	hoja, con lo cual disminuye el área fotosintéticamente activa.	<ul style="list-style-type: none"> • Solarización o colocación de plástico (mínimo 2 semanas) para el control de las pupas existentes en el suelo
Minador de la hoja (<i>Liriomyza huidobrensis</i>).	El estado larval es responsable del daño minando junto a las nervaduras basales del limbo del folíolo. Las galerías son rectilíneas y se localizan próximas a la epidermis del envés de los folíolos	Los productos idóneos para el control del minador son: Abamectina (Agrimec) y Ciromacyna (Trigard), en dosis de 5.4 y 75 G I.A./Ha respectivamente, los cuales deben ser utilizados en forma alterna para reducir los riesgos inherentes al desarrollo de la resistencia
Perforador del fruto de tomate (<i>Neoleucinodes elegantalis</i>).	Los daños los producen las larvas al ingresar en el fruto por la parte media e inferior. El orificio de entrada luego cicatriza dejando una especie de “espinilla”. Las larvas se alimentan de las semillas tiernas en un principio y luego de la pulpa hasta finalizar su desarrollo. Al completar el ciclo de vida, la larva sale del fruto para empupar, dejando un orificio de 2 a 4 mm de diámetro, perceptible a simple vista	Indudablemente la mejor forma de eliminar al perforador del fruto del tomate es hacer rotación de cultivos, dejar la tierra sin los cultivos que atacan a esta plaga indudablemente la matará de hambre y desaparecerá

Fuente: (FAO, 2013., p.20).

1.2.2. Enfermedades

1.2.2.1. Principales enfermedades bacterianas

- **La peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*):** Dicha enfermedad produce Las lesiones que se forman en los folíolos además ocasionan coloraciones de color castaño oscuro y negra. Estas lesiones carecen de halo en los estados iniciales de desarrollo, pero dicho halo se forma posteriormente. Los tallos, peciolos, pedúnculos, pedicelos y sépalos son igualmente afectados; en estas zonas de la planta las lesiones tienen forma oval a alargada. En fruto se forman pequeñas manchas oscuras que raramente son mayores a 1 mm de diámetro (FAO,2013.,p.53).

- **La marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*):** Los primeros síntomas de la marchitez bacteriana consisten en la flacidez de algunas de las hojas más jóvenes. A esto le sigue una marchitez completa de la planta que ocurre de forma rápida bajo condiciones ambientales favorables. En los tallos de plantas infectadas pueden aparecer raíces adventicias(FAO,2013.,p.54).

1.2.2.2. Enfermedades producidas por virus

- **Virus del bronceado del tomate (TSWV):** su síntoma en las hojas se presenta como unos característicos dibujos en forma de grabados o arabescos y los frutos presentan círculos concéntricos, en ocasiones con ligero relieve. Crecimiento unilateral característico. En la maduración del fruto se colorean de forma poco homogénea, produciendo una coloración llamativa y característica (Hasri, 2015., p.16).

- **Virus del Mosaico del tomate (TMV):** afecta principalmente a las hojas y frutos, además sus síntomas se presentan en forma de manchas cloróticas con forma de mosaico en ambos (Hasri, 2015., p.17).

- **Virus de la mancha anular del tomate (TRSV):** en las hojas se presenta en forma de manchas con patrón de mosaico amarillo, que derivan a manchas necróticas de color amarillo y café además el crecimiento de la planta es atrofiado, los tallos presentan manchas acuosa y rayadas. Los frutos presentan deformaciones y manchas de color verde oscuro (Hasri, 2015., p.18).

1.2.2.3. Enfermedades producidas por organismos fungosos

Según la FAO, (2013., p.38) las principales enfermedades fungosas en el cultivo de tomate son:

- **Podredumbre Negra (*Sclerotium rolfsii*):** El síntoma más común es una podredumbre de color castaño a negro en el tallo, que se desarrolla cerca de la línea del suelo. La lesión se desarrolla con rapidez, rodeando el tallo completamente y dando lugar a la repentina y permanente marchitez de toda la parte aérea de la planta.

- **Ahogamiento de plántulas (Damping-off) (*Pythium spp.*):** En semillas infectadas se desarrolla una podredumbre blanda, pulposa y húmeda (acuosa) antes de que emerja la radícula. La muerte de plantas en preemergencia afecta a plántulas que han sido atacadas en los primeros estados de germinación, pero con anterioridad a la emergencia. La enfermedad inicia con una lesión oscura y acuosa en la raíz que se extiende a lo largo del tallo o por encima de la línea del suelo.

- **Marchitez de plantas (*Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*):** El síntoma inicial es amarillamiento de las hojas más viejas; dichos síntomas suelen afectar solo un lado de la planta, y con frecuencia los folíolos a un lado del peciolo se vuelven amarillos antes que los del otro lado. La coloración parda del sistema vascular en los tallos es característica de esta enfermedad, mientras que la medula del tallo permanece intacta.

- **Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*):** La enfermedad inicia con manchas pequeñas circulares de color café o negro sobre las hojas más viejas; las lesiones pueden ser rodeadas por un halo clorótico, Sobre las hojas dañadas se forman círculos concéntricos, los cuales son un síntoma característico de esta enfermedad. En los tallos atacados por el patógeno se desarrollan lesiones pequeñas, oscuras y acuosa; estas lesiones se expanden y se hacen ovales con círculos concéntricos.

1.3. Tizón tardío

Actualmente, el tizón tardío, causado por el oomiceto *Phytophthora infestans* y sigue siendo el mayor problema biótico y una de las principales restricciones para la producción de tomate a nivel mundial ya que destruye follaje, tallos y los frutos causando severas pérdidas, si las condiciones climáticas son favorables para la enfermedad (temperaturas de 16 -22 °C y humedad relativa de 95 a 100%) pueden causar la destrucción completa del cultivo. Bajo el contexto económico es considerada como una de las enfermedades más costosas e importantes puesto que se ha reportado que es responsable de la pérdida del 10 al 15% de la producción global por año y el valor económico de esta pérdida más el costo de protección química anual se calcula en 6 mil millones de dólares (Huere y Muña, 2016.,p.16).

1.3.1. Breve historia

El más catastrófico brote de tizón tardío fue registrado en Irlanda, en el año 1845, dado que causó la destrucción total de los campos de papa. Provocando la muerte de más de un millón de personas y la migración masiva de Irlandeses a América del Norte. La contribución más importante fue la identificación del patógeno gracias a muchos científicos, dentro de ellos el estudio realizado por Antón de Bary, quien lo nombro formalmente como *Phytophthora infestans*, provenientes del griego “Phyto” que significa planta y “Phthora” que significa destructor, el que alude literalmente a la agresividad de este patógeno (Huere y Muña, 2016., p.17).

El primer reporte de *Phytophthora infestans* fue en el año de 1943 en Filadelfia, después de poco tiempo el patógeno se fue dispersando y los reportes se hicieron más frecuentes en lugares más alejados del lugar inicial, llegando al noreste de Estados Unidos y Canadá. En Europa, el primer reporte de esta enfermedad fue en Bélgica en junio de 1945, subsecuentemente, a mediados de octubre esta enfermedad ocasiona la gran epifita en Irlanda. Después de la introducción de este patógeno a Europa se dispersó por todo del mundo mediante tubérculos infectados (Huere y Muña, 2016., p.17).

Es importante mencionar que hasta 1945 la población de *Phytophthora infestans* fuera de México parecía ser asexual, con un solo linaje clonal del tipo de apareamiento A1. Sin embargo, el tipo de apareamiento A2 se dispersó probablemente en la década de 1970. Posteriormente, los reportes de nuevas razas con reproducción sexual se esparcieron por toda Europa (Huere y Muña, 2016., p.17).

1.3.2. Taxonomía y el agente causal

La palabra *Phytophthora infestans* deriva de dos palabras griegas (*Phyto* = planta y *Phthora* = destructor). El patógeno pertenece a la clase Oomycetes pues la pared celular contiene

principalmente celulosa y β – glucanos, y no tiene la capacidad de sintetizar esteroides (Forbes, 2020, p.11).

Tabla 3-1: Taxonomía de *Phytophthora infestans*.

Reino:	Chromista
División:	Oomycota
Clase:	Oomycete
Orden:	Peronosporales
Familia:	Pythiaceae
Genero:	<i>Phytophthora</i>
Especie:	<i>Phytophthora infestans</i> .

Fuente:(Huilcapi, 2012., p.22).

1.3.3. Morfología del patógeno

Se caracteriza por tener un micelio cenocítico (no septado), los esporangióforos son ramificados simpodialmente y de crecimiento continuo con un pequeño hinchamiento justo debajo del esporangio. Los esporangios (esporas asexuales) semipapilados presentan un pedicelo menor a 3mm, son ovoides, elipsoidales a moniliformes. Su tamaño puede variar entre 36 x 22 μ m a 29 x 19 μ m. Los esporangios pueden contener hasta 12 zoosporas. Las zoosporas son biflageladas, las oosporas (esporas sexuales) desarrolladas en las hojas tiene un diámetro medio de 30 μ m (24 – 35 μ m) frente a las originadas en un medio de cultivo, presentando un tamaño entre 24 a 56 μ m (Forbes, 2020, p.11).

1.3.4. Ciclo de vida

Este patógeno posee dos ciclos; ciclo asexual el cual se reproduce a través de esporangios y zoosporas biflageladas en el que se comporta, esencialmente, como parásito natural obligado pues necesita un hospedero vivo para sobrevivir (cultivado o silvestre), generalmente el micelio sobrevive por periodos cortos en desechos de los cultivos o infectando a los tubérculos. Y un ciclo sexual, reproducción por medio de oosporas que pueden sobrevivir en el suelo por meses o años con ausencia de hospederos vivos. Previamente, el desarrollo del patógeno comienza cuando el micelio dentro de la planta hospedera produce un esporangióforo que emergen de los estomas, en las puntas de las bifurcaciones de los esporangióforos se forman esporangios papilados y conforme va creciendo el esporangióforo, los esporangios se desprenden (Forbes, 2020, p.11).

- **Ciclo asexual**

Los esporangios suelen dispersarse por vía aérea a otros tejidos vegetales, con alta humedad relativa y con la temperatura adecuada (encima de los 15 a 20°C) pueden germinar directamente,

formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedero o indirectamente, liberando zooporas (temperaturas inferiores a 10 a 15 °C), este último suele ser el más común (Forbes, 2020, p.11).

El esporangio forma alrededor de 8 – 12 zooporas uninucleadas y biflagelas, las que son liberadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila. Las zooporas son móviles por corto tiempo (a menudo menor de 60 minutos). Al perder su movilidad se enquistan sobre superficies sólidas, retraen los flagelos, adquieren una forma redondeada y forman una pared celular. Los primeros síntomas pueden ser visibles al cabo de 60 horas, dependiendo de las condiciones ambientales y la susceptibilidad del hospedante. Una vez dentro de la planta, el micelio se desarrolla intercelularmente formando haustorios dentro de las células (Huere y Muña, 2016.,p.21).

- **Ciclo sexual**

Phytophthora infestans es un organismo heterotálico ya que los gamentangios se forman en dos hifas separadas, y requiere los dos tipos de apareamiento (A1 y A2) para reproducirse sexualmente. El crecimiento de las estructuras sexuales (anteridio y oogonio) es estimulado además de las hormonas por el tipo de apareamiento opuesto de una especie. Las oósporas se forman cuando los micelios con distinto tipo de apareamiento A1 y A2 crecen juntos y uno de ellos puede formar anteridio y el otro oogonio. La unión de los gametos ocurre cuando el oogonio crece a través del anteridio y, después de la meiosis, un tubo de fertilización crece desde el anteridio a través de la pared de la célula oogonial y libera el núcleo haploide del anteridio en el oogonio (Huere y Muña, 2016., p.21).

La pared celular gruesa de la oospora puede resistir a condiciones desfavorables, como la sequía, bajas temperaturas, ausencia de huéspedes y puede sobrevivir en los suelos durante varios años en ausencia de huéspedes vivos. Este tipo de reproducción favorece a la rápida evolución del patógeno con mayor virulencia y agresividad), además la población de este tipo de reproducción se caracteriza por ser altamente virulenta y variable, permite que *Phytophthora infestans* pueda adaptarse a nuevos hospedantes y a diferentes condiciones medio ambientales (Huere y Muña, 2016., p.21).

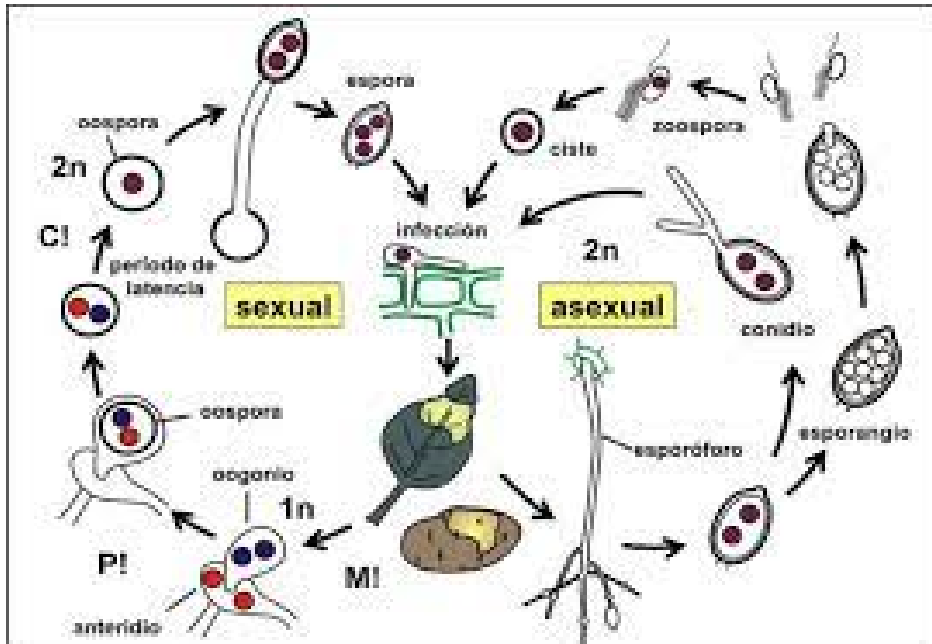


Figura 2-1: Ciclo sexual y asexual de (*Phytophthora infestans*).

Fuente: (Piepenbring, 2015).

1.3.5. Epidemiología

La infección en la planta se produce por el inóculo que se encuentra presente en el ambiente, en el suelo y en tubérculos infectados. En zonas donde la reproducción es exclusivamente asexual, el micelio es conservado comúnmente en los tubérculos que pueden ser de plantas voluntarias, tubérculos semilla o tubérculos desechados cerca al campo de cultivo. El micelio crece a través del tallo y llega a la superficie del suelo. Cuando el micelio alcanza las partes aéreas de la planta, se forman los esporangióforos que emergen a través de la estoma y desarrollan esporangios. Estos son dispersados por el viento y lluvia a las plantas vecinas, luego son depositados en la superficie de las hojas y tallos húmedos, llegan a germinar e infectar a la planta nueva (Huere y Muña, 2016., p.23).

El tubo germinal penetra la cutícula de la hoja por la estoma, forma el micelio y luego los haustorios, los cuales se enrollan en el interior de la célula de las que se alimentan, lo que causa que las células mueran y se degraden. En este punto, 24 los síntomas se hacen visibles después de dos días, y se pueden observar pequeñas áreas de necrosis (Huere y Muña, 2016., p.24).

El micelio del hongo se propaga vegetativamente en los tejidos carnosos de las hojas, emergen nuevos esporangióforos a través de las estomas que producen numerosos esporangios (hasta 300000 por lesión). Estos son diseminados por el viento o en salpicaduras de agua y vuelven a infectar. En un clima favorable, el periodo comprendido entre la aparición de la infección y la formación de esporangios puede durar solo cuatro días, es por ello que en una sola estación puede haber numerosos ciclos de la enfermedad. Esto explica el porqué de su nombre, ya que en tan solo

unos días y con las condiciones óptimas puede destruir completamente los campos de cultivo de papa (Huere y Muña, 2016., p.24).

La disponibilidad de humedad o la formación de una película de agua en las superficies de las plantas es esencial para la germinación del esporangio puesto que la germinación solo se produce cuando hay rocío o cierto volumen de agua sobre las hojas de las plantas, en un rango de temperaturas entre 10 – 15°C. Luego, a temperaturas entre 15 – 25°C se produce el tubo germinal en los tejidos del hospedante para luego desarrollar el micelio, este se desarrolla con mayor rapidez a temperaturas entre 17 a 21°C. Temperaturas mayores a 30°C inhiben el desarrollo del patógeno, pero no las destruyen ya que permanecen en un periodo de latencia (Huere y Muña, 2016., p.24).

1.3.6. Síntomas

El tizón tardío produce los síntomas en hojas, tallos y frutos.

- **Hojas**

Inicialmente la enfermedad se manifiesta con manchas húmedas irregulares de color verde claro, generalmente cerca del ápice y los márgenes de las hojas. Estas pequeñas manchas crecen rápidamente dando lugar a lesiones necróticas grandes de color marrón a negro, rodeadas por un halo amarillento. Durante las primeras horas de la mañana, se puede observar en el haz de la hoja un micelio blanquecino, constituido por esporangióforos y esporangios. Si la presión del inoculo es alta se pueden presentar varias manchas en un mismo foliolo las cuales al desarrollarse se unen y abarcan toda la superficie del foliolo hasta ocasionar la muerte de la hoja y después la de todo el follaje (Huere y Muña, 2016., p.25).

- **Tallos**

En el tallo se presentan como lesiones pardas claras u oscuras continuas, ubicadas generalmente en el tercio medio o superior de la planta. Estas lesiones son frágiles, quebradizas y de consistencia vidriosa. Cuando el tizón tardío ataca al tallo puede causar su estrechamiento y las hojas que están por encima del punto de infección se marchitan (Huere y Muña, 2016., p.25).

- **Frutos**

En los frutos se observan lesiones firmes y aceitosas de color marrón, las cuales se pueden expandir y dañar el fruto en su totalidad. Más tarde se puede observar una pudrición blanda y una desintegración del fruto (Huere y Muña, 2016., p.25).

1.3.7. Modo de acción de los fungicidas

Según la FRAC, (2019., p.3) hacer referencia al modo de acción como el proceso celular específico que inhibe cada fungicida en particular. Dentro de cada modo de acción hay sitios de acción específicos, que son las enzimas específicas del proceso celular a las que se unen los fungicidas, entre estos tenemos los siguientes:

- **Metabolismo de ácidos nucleicos.** Afectan la síntesis de ácidos nucleicos ADN y ARN, reduciendo la producción de enzimas como: la ARN polimerasa I, adenosin-deaminasa o la ADN topoisomerasa. Afectan a la división celular.
- **Proteínas motoras y del citoesqueleto.** La tubulina (microtúbulos-citoesqueleto), es una molécula importante en la formación y segregación de cromosomas en la división celular; la alteración de esta afecta la mitosis a nivel de la metafase.
- **Respiración. Inhibición mitocondrial de la respiración celular.** La respiración es un complejo proceso oxidativo que conserva la energía liberada por el catabolismo de las moléculas tales como carbohidratos a través de la producción de ATP y de ADP.
- **Síntesis de aminoácidos y proteínas.** Inhiben la biosíntesis de la metionina (gen cgs) y la secreción de enzimas, involucradas en el traslado de la información contenida en el ARN en la síntesis de una secuencia de aminoácidos.
- **Transducción de señales.** Lo forman sustancias que alteran la transducción de señales, inhibiendo los mecanismos metabólicos que permiten a la célula adaptarse a su entorno. MAP/histidina-quinasa en la transducción de señales osmótica.
- **Transporte o síntesis de lípidos/función o integridad de la membrana.** Alteran la síntesis de los lípidos y la integridad de las membranas celulares. Actúan sobre la permeabilidad de la membrana afectando la formación de glicolípidos.
- **Biosíntesis de esterol en las membranas.** Inhibidores de enzimas o procesos enzimáticos en la biosíntesis del esterol. Los Esteroles están localizados en las membranas celulares de algunos hongos y le confieren estabilidad y control de la permeabilidad.
- **Biosíntesis de la pared celular.** Impiden la fijación de glucosamina a la quitina dentro de las paredes celulares. El glucano es el componente estructural mayoritario de las paredes celulares fúngicas; la inhibición de este, ocasiona un colapso en la integridad de la pared celular.
- Inducción de defensas en la planta huésped

1.3.8. Mecanismos de acción de los fungicidas

Según la FRAC, (2019., p.3) hace referencia como mecanismo de acción al sitio de acción el mismo que representa el sitio bioquímico con el cual el fungicida interactúa de manera específica con el hongo. Por ejemplo, en el caso de los triazoles, el modo de acción consiste en alterar la biosíntesis de esteroides en las membranas y el mecanismo de acción o sitio se basa en inhibir la desmetilación.

1.3.9. Mecanismos de resistencia

Mecanismos de resistencia a fungicidas según la FRAC, (2019., p.7).

- **Alteración bioquímica del sitio de acción**

Es el mecanismo de resistencia más común. Esta modificación es generada por un cambio en la secuencia genética codificadora de la enzima o proteína que constituye el sitio de acción en el hongo. El aislado fúngico resistente es habitual que porten una mutación genética en el sitio de acción. Cuando esto ocurre, la interacción entre el compuesto y ese sitio de acción se ve afectada y el compuesto pierde su eficacia fungicida.

- **Detoxificación del fungicida**

Las células de los hongos contienen mecanismos metabólicos para desempeñar los procesos celulares habituales. Estos mecanismos pueden ser capaces de modificar el fungicida para que ya no sea perjudicial para la célula. Algunos fungicidas necesitan ser metabolizados en la célula del hongo para pasar a la forma activa. En una célula con el metabolismo alterado el paso de la activación podría no suceder y el fungicida no pasaría a la forma activa.

- **Sobreexpresión del sitio de acción**

La producción de enzimas adicionales en el sitio de acción (es decir, sobreexpresión del sitio de acción) puede aumentar la probabilidad de que una cantidad suficiente del sustrato fúngico sea capaz de unirse a la enzima del sitio objetivo, por lo que los procesos celulares como la respiración pueden producirse hasta cierto punto.

- **Exclusión o expulsión desde el sitio de acción**

Las bombas de eflujo existen naturalmente dentro de la célula para excluir o expulsar sustancias extrañas o para exportar sustancias endógenas. A pesar de estas bombas de eflujo, la mayoría de los fungicidas pueden alcanzar concentraciones eficaces dentro de la célula e inhibir los procesos celulares. Ocasionalmente, estos transportadores tienen éxito expulsando suficiente fungicida como para que el aislado tenga una sensibilidad reducida. Si se sabe que dichos mecanismos

generan resistencia cruzada entre compuestos con diferentes sitios de acción, el modo de empleo de los fungicidas debe modificarse adecuadamente.

1.4. Productos utilizados para el control de *Phytophthora infestans*

1.4.1. *Kyralaxil*

Es un fungicida de acción sistémica, perteneciente al grupo de las Acilalaninas, que controla enfermedades causadas por hongos oomicetos de forma curativa y erradicaste cuando el hongo ingreso a los tejidos de la planta (FRAC, 2019., p.9)

Modo de acción y sitio de acción

El Kyralaxil actúa sobre el metabolismos de los ácidos nucleicos por lo que afectan la síntesis de ácidos nucleicos ADN y ARN, reduciendo la producción de enzimas como: la ARN polimerasa I, adenosin-deaminasa o la ADN topoisomerasa además afectan a la división celular y cuyo sitio de acción es a nivel del ARN polimerasa (FRAC, 2019., p.9).

1.4.2. *Dimetomorph*

Fungicida sistémico que pertenece al grupo de las Amidas del ácido cinámico que proporciona excelente control de *Phytophthora infestans* (tizón tardío, hielo, quema, gota, lancha) en papa y en tomate. Se utiliza así mismo para controlar enfermedades oomicetales en algunos cultivos (FRAC, 2019., p.9).

Modo de acción y sitio de acción.

Dimetomorph presenta acción translaminar, curativa, sistemicidad, efecto antiesporulante y actúa alterando la formación de la pared celular en todos los estados del ciclo de vida del hongo, excepto en la formación de zoosporas por lo que se dice que actúa a nivel de la biosíntesis de la pared celular impidiendo la fijación de glucosamina a la quitina dentro de las paredes celulares además ataca principalmente a nivel de la Celulosa sintasa (FRAC, 2019., p.9).

1.4.3. *Fluazinam*

El fluazinam es un fungicida de amplio espectro que posee acción preventiva curativa y erradicante que pertenece al grupo químico de las 2,6-dinitroanilinas. Se clasifica como diarilamina y más específicamente como arilaminopiridina (FRAC, 2019., p.9).

Modo de acción y sitio de acción

Actúa a nivel de la Respiración por lo que produce la inhibición mitocondrial de la respiración celular y tiene un sitio de acción a nivel de los desacopladores de la fosforilación oxidativa (FRAC, 2019., p.9).

1.4.4. Propamocarb

Propamocarb es un fungicida sistémico que pertenece al grupo químico de los Carbamatos y es utilizado para el control de enfermedades del suelo, raíces y hojas causadas por oomicetos. Se usa regando o rociando. El propamocarb se absorbe y se distribuye a través del tejido de la planta (FRAC, 2019., p.9).

Modo de acción y sitio de acción

Alteran la síntesis de los lípidos y la integridad de las membranas celulares. Actúan sobre la permeabilidad de la membrana afectando la formación de glicolípidos (FRAC, 2019., p.9).

Tabla 4-1: Clasificación de fungicidas

Modos de acción	Código y punto de acción	Grupo químico	Nombre común
Metabolismo de los ácidos nucleicos	A1: ARN polimerasa I	acilalaninas	Kyralaxil
Respiración	C5: Desacopladores de la fosforilación oxidativa	2,6-dinitroanilinas	Fluazinam
Biosíntesis de la pared celular	H5: celulosa sintasa	Amidas del ácido cinámico	Dimetomorph
Transporte o síntesis de lípidos/función o integridad de la membrana	F4: permeabilidad de la membrana celular, ácidos grasos (propuesto)	Carbamatos	Propamocarb
Activa los sistemas de defensa de la planta. Metabolismo fúngico	Pared celular Rutas metabólicas catalizadas por varias enzimas fosforilativas	Fosfanatos	Fosfito de Potasio

Fuente:(FRAC, 2019., p.9 & Del et al., 2011., p.19).

1.5. Fosfitos

Los fosfitos son sales de ácido fosforoso combinados con diferentes cationes como calcio, potasio, magnesio, entre otros. Es importante destacar que el fosfito es una sal del ácido fosforoso. A diferencia del ácido fosfórico que contiene cuatro átomos de oxígeno (H_3PO_4), el ácido fosforoso (H_3PO_3) y los compuestos relacionados contienen solo tres átomos de oxígeno. Tanto a los fosfatos como a los fosfitos se le pueden adicionar otros elementos (K, Cu, etc.) (Marcelo, 2011., p.8).

1.5.1. Función de los fosfitos

El ion fosfito es un compuesto relativamente sencillo pero de una gran importancia en sanidad vegetal: presenta un efecto fungicida frente a hongos del tipo oomicetos y además es un excelente elemento nutritivo (Del et al., 2011., p.19).

Su actividad fúngica es doble, por una parte, está implicado en activar los sistemas naturales de defensa de la planta. El ion fosfito provoca cambios en la pared celular del oomiceto, dando como resultado que fracciones de ésta actúen a modo de elicitores externos, desencadenando todo el proceso de activación de defensas anteriormente comentado. El ion fosfito, ejerce un efecto directo sobre el metabolismo fúngico. Este ion compite con el fósforo en diversas rutas metabólicas catalizadas por diversas enzimas fosforelativas. De esta manera, los procesos implicados en transferencia energética del hongo, sufren un considerable retraso e incluso pueden llegar a bloquearse. El efecto general producido en el hongo, podría compararse a un estado de ausencia total de fósforo disponible en la planta para cubrir las necesidades del hongo. Así mismo, el ion fosfito penetra fácilmente en la planta y es sistémico por lo que facilita la distribución de los elementos nutrientes a los que está unido químicamente (Del et al., 2011., p.19).

Según estudios realizados por Yáñez-Juárez et al., (2018., p.8) se reportaron que la protección contra *Phytophthora infestans* en tomate y papa, fue semejante cuando los fungicidas flluazinam, cyazofamida, mandipropamida, metalaxyl + flluazinam o flluopicolide + propamocarb, se usaron al 100% de la dosis recomendada o al 50% de la dosis en mezcla con fosfito de potasio.

1.5.2. Modo de acción

Activa los sistemas naturales de defensa de la planta. El ion fosfito provoca cambios en la pared celular del Oomiceto, dando como resultado que fracciones de éste actúen como elicitores externos (Del et al., 2011., p.19).

Se ha demostrado que los fosfitos (Phi) tienen actividad biocida contra algunos patógenos en papa (*Phytophthora infestans*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Streptomyces scabies*, *Pectobacterium caratovorum*) (Multitemporal et al., 2017., p.60).

Los fosfitos previenen el ataque de enfermedades porque desde su primera aplicación activan los mecanismos de defensa natural y los predisponen para enfrentar un ataque del agente causal de la enfermedad, en este caso los hongos del género Oomiceto, lo cual representa un beneficio porque permite a los agricultores ahorrar recursos que emplearía comúnmente en medidas de control curativo de la enfermedad, sin tener en cuenta el impacto negativo que se presenta en la producción (Multitemporal et al., 2017., p.60)

Ejerce un efecto directo sobre el metabolismo fúngico. Este ion compite con el fósforo en diversas rutas metabólicas catalizadas por varias enzimas fosforilativas. Por esto los procesos de transferencia de energía del hongo sufren un retraso o podrían llegar a bloquearse. El efecto general producido en el hongo, podría compararse a un estado de ausencia total de fósforo disponible en la planta para cubrir las necesidades del hongo (Multitemporal et al., 2017., p.61).

El empleo de fosfitos, ayuda a la planta a crear unas estructuras y condiciones que la hacen menos sensible a los ataques de aquellos patógenos que se ven obstaculizados por la síntesis de calosa, lignina, suberina y otras sustancias que refuerzan la pared celular. La habilidad para estimular a que las plantas produzcan una gran variedad de metabolitos biológicamente activos, hacen que esta molécula sea benigna para el medio ambiente y sea seguro de usar (Multitemporal et al., 2017., p.61).

1.5.3. Aplicación de los fosfitos

Lo recomendado es que se usen de manera preventiva y de forma calendarizada para prevenir y evitar el desarrollo de la enfermedad, es recomendable la aplicación cada 10 a 14 días. Como potente fungicida contra los hongos de suelo o vasculares (tanto en forma preventiva como curativa), como potencializador de las defensas de la planta, como una fuente de fósforo y del nutriente al cual esté acompañado, como activador metabólico en estados post-stress. El uso de fosfitos debe combinarse con otras prácticas de control, es decir, utilizarlos como un complemento que permite aumentar las defensas de la planta ante una posible infección del patógeno y hacer más efectivo el uso de fungicidas específicos (Bolaños, 2014., p.51).

1.5.4. Fosfitos de potasio (K_3PO_3)

El fosfito de potasio es un fertilizante foliar, que por sus características químicas actúa activando las defensas naturales de las plantas, en la producción de fitoalexinas y otros compuestos, y teniendo un efecto fungistático especialmente en lo que respecta al grupo Oomycetes. Genera un efecto que podría compararse a un estado de ausencia total de fósforo disponible en la planta para cubrir las necesidades del hongo (el ion Fosfito PO_3^- compite con el fósforo en diversas rutas metabólicas catalizadas por enzimas fosforilativas, por ejemplo, en la fosforilación del AMP a

ADP, y de este a ATP. De esta manera, los procesos implicados en transferencia energética del hongo, sufren un considerable retraso e incluso pueden llegar a bloquearse). El fosfito de potasio puede producir un estímulo de procesos metabólicos en las plantas, implicados en la superación del estrés ambiental, patológico y nutricional. El potasio ayuda a la planta a crear estructuras que la hacen menos sensible a los ataques de aquellos patógenos que se ven obstaculizados por la síntesis de calosa, lignina, suberina y otras sustancias que refuerzan las paredes celulares (Sillon et al., 2020, p.1).

1.6. Dióxido de cloro

Es un gas más denso que el aire (a temperatura ambiente), de color amarillo y soluble en agua. Su aplicación correcta lo convierte en un excelente agente bactericida, microbicida y alguicida. Además, es respetuoso con el ambiente y es más efectivo cuando se quiere mejorar ciertas características organolépticas del agua como puede ser la corrección del sabor y olor (Ayur et al., 2019., p.1).

Se introdujo como desinfectante para agua potable a gran escala en 1956, cuando Bélgica, cambió el cloro por dióxido de cloro. En Colombia, el dióxido de cloro es utilizado por la empresa de acueducto de Bogotá desde hace varios años. En varios países como Estados Unidos, Alemania o Reino Unido, el dióxido de cloro es el sistema de desinfección más utilizado en plantas de tratamiento de agua potable y la mayoría de los expertos reconocen que actualmente es el mejor desinfectante para este sector (Ayur et al., 2019., p.1).

El ClO_2 tiene un fuerte efecto en la degradación de proteínas complejas y en la inhibición de enzimas. Los microorganismos son inactivados por la desnaturalización de proteínas críticas para su integridad y/o función, principalmente debido a la modificación covalente de triptófano y tirosina. También ocasiona daños en las esporas, ya que pueden iniciar la germinación, pero no completarla (Ayur et al., 2019., p.1).

Ataca los microorganismos por oxidación de los componentes de la membrana celular. Interacciona con los componentes de las estructuras externas de los mismos para destruirlos e impedir su renovación, por esta razón se lo utiliza en los siguientes casos en el ámbito agrícola (PÉREZ, 2015., p.47).

- Control de enfermedades en plantaciones agrícolas
- Desinfección de suelos y sustratos para la agricultura
- Desinfección del agua para el consumo animal.
- Desinfección de aguas para fumigación agrícola

- Desinfección en granjas e instalaciones ganaderas y avícolas.
- Desinfección de tanques de almacenamiento de agua.
- Lavado de materias primas para la elaboración de alimentos.

1.7. Agua ozonizada

Los sistemas de ozono en cultivos permiten incrementar la productividad de las explotaciones entre un 15 % y un 40 % si se llevan a cabo las metodologías adecuadas, tal y como pudo constatar en más de 250 cultivos estudiados por ASP Asepsia en invernaderos de Almería. No sólo porque se evitan enfermedades en la planta, sino porque oxigena la raíz y hace la planta más fuerte, además se reducen los costes económicos debido al ahorro en químicos, abono y agua de riego. Todo ello contribuye a incrementar de forma significativa la rentabilidad de la explotación (Faytong, 2017., p.31).

Las principales aplicaciones del ozono en la agricultura son la inyección de agua ozonizada en el riego y los Tratamientos foliares por pulverización. El riego con agua ozonizada desinfecta las raíces y el sustrato, lo que impide enfermedades causadas por hongos o bacterias; mientras que su descomposición en oxígeno asegura unas raíces nuevas y sanas hasta el final del cultivo. Por su parte, los Tratamientos foliares con ozono evitan otros ataques bacterianos o fúngicos (Faytong, 2017., p.31).

Fumigar con ozono cuesta 20 % menos que con agentes químicos tradicionales como el bromuro de metilo, el cloro y el dióxido de cloro. El gas asfixia a los insectos en 11 horas sin dañar el alimento y en 24 horas el producto libre de plaga está listo para ser exportado (Faytong, 2017., p.32).

Por otra parte, los generadores de ozono pueden eliminar los pesticidas y hacer que los empleados del sector agrícola puedan trabajar del modo más saludable y con menos riesgos. Para evitar la mayor parte del contacto directo con los pesticidas, los trabajadores deben utilizar distintos tipos de dispositivos de seguridad, como ropa impermeable y el uso de guantes en todo momento, así como mascarillas para evitar respirar los gases producidos por los elementos químicos (Faytong, 2017., p.32).

1.8. Cuantificación de la enfermedad

La cuantificación de las enfermedades es de importancia para la elaboración de estrategias de manejo de las mismas. Los estudios para conocer la intensidad y prevalencia de una enfermedad son el primer paso para comprender la relación entre una enfermedad y las pérdidas causadas por la misma. Solamente midiendo la enfermedad se puede demostrar la magnitud de la pérdida. En tal sentido la Patometría es una ciencia dentro de la Fitopatología que busca estimar en forma

cuantitativa o cualitativa una enfermedad a campo o en condiciones controladas (Lavilla, 2013., p.1).

1.8.1. Incidencia

Es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. Los individuos pueden ser plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. Se evalúa en cada individuo, la presencia o ausencia de enfermedad. No se determinan niveles de enfermedad. El uso de este parámetro en el cultivo es particularmente útil para estudiar la velocidad y patrón de avance de las enfermedades. Es un parámetro objetivo, de cálculo sencillo, y no se necesita un entrenamiento especial de parte del evaluador para su empleo (Lavilla, 2013., p.2).

1.8.2. Severidad

Es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo, ya sea de hojas, tallos, raíces o frutos afectado por la enfermedad y varía entre 0 y 100. El ejemplo típico de esta forma de estimar la enfermedad es el que se utiliza para evaluar manchas foliares. La severidad es un parámetro que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. Su evaluación es más compleja que la determinación de la incidencia, porque puede ser subjetiva y por lo tanto requiere de un entrenamiento previo por parte del evaluador (Lavilla, 2013., p.2).

1.8.3. Área bajo la curva del progreso de la Enfermedad (ABCPE)

El área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) es uno de los mejores métodos para comparar epidemias, principalmente para aquellas epidemias donde ninguno de los parámetros estimados en los modelos antes descritos, explican suficientemente el progreso de la enfermedad, ya sea por fluctuaciones en la tasa absoluta (dy/dt) o, una forma irregular de la gráfica enfermedad vs Tiempo. La técnica del ABCPE, es usada también por los Fito mejoradores para comparar variedades por su resistencia a ciertas enfermedades, y para estimar las pérdidas en cultivos por efecto de las enfermedades. El ABCPE es la cantidad de enfermedad existente entre dos observaciones de tiempo (López, 2000., p.27).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

La presente investigación se realizó a campo abierto en la comunidad San Juan de Trigoloma de la localidad del cantón Pallatanga perteneciente a la provincia de Chimborazo.

2.1.2. Ubicación Geográfica

Tabla 1-2: Coordenadas geográficas UTM de la zona en estudio

Descripción	Valor
Latitud:	1°59'00"S
Longitud:	78°57'00"O
Altitud:	1285 msnm

Fuente: (Alarcón, 2013.,p.11)

Realizado por: Castillo G, 2022.

2.1.3. Condiciones agroclimáticas

Tabla 2-2: Condiciones agroclimáticas de la zona en estudio.

Descripción	Valor
Temperatura máxima anual	22 °C
Temperatura mínima anual	14°C
Precipitación anual	1000 mm
Temperatura promedio anual	18.5 °C

Fuente: (Alarcón, 2013.,p.11)

Realizado por: Castillo G, 2022.

2.2. Materiales y equipos.

2.2.1. Materiales de campo

- Piola
- Azadón
- Estacas
- Martillo
- Cinta métrica
- Alambre
- Palos
- Balde

2.2.2. Materiales de oficina

- Libreta de apuntes
- Esfero
- Cámara fotográfica

2.2.3. Equipos

- Bomba de mochila de 20 L

2.2.4. Insumos

- Plantas de tomate riñón.
- Fungicidas (Kyraxil, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb).
- Fosfito de potasio
- Agua ozonizada
- Dióxido de cloro

2.3. Métodos

2.3.1. Factores en estudios

2.3.1.1. Factor 1: Productos (F)

- F1: Kyrilaxil , Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb
- F2: Kyrilaxil, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb + Fosfito de potasio
- F3: Dióxido de cloro
- F4: Agua ozonizada

Tabla 3-2: Generalidades de los fungicidas utilizados.

Ingrediente activo	Marca	Concentración	Dosis	Nombre Comercial
Kyrilaxil	ISAGRO	Kyrilaxil 50 g/kg Clorotalonil 500 g/kg	2,5 g/litro	Sidecar star WG
Dimetomorph	BASF	500 g/kg	3 g/litro	FORUM WP
Fluazinam	SYNGENTA	500 g/L	2,5cc/litro	ALTIMA SC
Propamocarb	SOLGARO	722 g/L	2,5cc/litro	PROTON
Fosfito de Potasio	EL AGRO	400 g/L	2,5 cc/litro	AGRIFOS
Dióxido de cloro	AGROACTIVO	2500 ppm	0,5cc/litro	CLODOS
Agua ozonizada	OZOAGRO	20 g/L	50cc/litro	OZOAGRO

Fuente: Castillo G, 2022.

2.3.1.2. Factor 2: Periodos de aplicación (P)

- P1: cada 7 días
- P2: cada 14 días

2.3.2. Tratamientos

Tabla 4-2: Tratamientos en estudio

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1	F1P1	Kyralaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb,(cada 7 días)
T2	F2P1	kyralaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb + Fosfito de potasio (cada 7 días).
T3	F1P2	kyralaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb, (Cada 14 días).
T4	F2P2	kyralaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb + Fosfito de potasio (cada 14 días).
T5	F3P1	Dióxido de cloro (cada 7 días).
T6	F3P2	Dióxido de cloro (cada 14 días)
T7	F4P1	Agua ozonizada (cada 7 días).
T8	F4P2	Agua ozonizada (cada 14 días).
T9	T	Testigo (sin aplicaciones)

Fuente: Castillo G, 2022.

2.3.3. Unidad experimental

La unidad de estudios está constituida por una área de 264 m² (22m x 12 m) de la cual se divide en 36 unidades experimentales cada una constituida por un surco de 20 plantas, en estas están los 8 tratamientos, un testigo y las cuatro repeticiones (**Tabla 5-2**).

Tabla 5-2: Especificaciones del ensayo para plantas tratadas con diferentes tipos de productos para el control de tizón tardío

Especificaciones	Observaciones
Área total	264 m ² (22m x 12 m)
Área de producción	231 m ² (21 m x 11 m)
Distancia de siembra	0,4 m entre plantas, 0,8 m entre surcos
Ancho de los caminos	1 m entre repeticiones y 0,8m entre tratamientos
Número de surcos por unidad experimental	1

Número de surco por tratamiento	9
Número de tratamientos	9
Número de unidades experimentales	36
Número de plantas por unidad experimental	20
Número de plantas por surco	10
Número de plantas totales	720

Realizado por: Castillo G, 2022.

2.3.4. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) que incluye 9 tratamientos y 4 repeticiones.

2.3.5. Análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza (ANOVA) se presenta en el siguiente cuadro (**Tabla 6-2**).

Tabla 6-2: Esquema del ANOVA utilizado en plantas tratadas con productos para el control de tizón tardío en cultivo de tomate.

Fuentes de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	$tr - 1$	35
Tratamientos	$t - 1$	8
Repeticiones	$r - 1$	3
Frecuencias	$f - 1$	1
Error	$(tr - 1) - [(t - 1) + (r - 1) + (f - 1)]$	23

Realizado por: Castillo G, 2022

2.3.6. Análisis funciona

Para las variables que presentaron diferencias significativas se utilizó una prueba de Tukey al 5%.

2.4. Variables y métodos de evaluación

2.4.1. Incidencia de la enfermedad

La primera evaluación se realizó a partir de los 15 ddt, cada 48 horas a partir del apareamiento de la primera planta con síntomas en todo el ensayo. Una planta sintomática se la consideró como aquella que presentó los síntomas descritos por Huere y Muña, (2016., p.25). De esta manera se

contabilizó el número de plantas afectadas y se dividió para el número total de plantas de la parcela neta de cada unidad experimental, multiplicado por 100 para expresarlo en %.

2.4.2. Severidad de la enfermedad

La severidad fue evaluada a partir de los 15 ddt cada 48 horas y se usó como referencia la escala propuesta por Cuesta, Rivadeneira, Monteros (2015., p.48) descrita en la **Tabla 7-2**.

Tabla 7-2: Escala porcentual para medir la severidad.

%	Nivel de daño	Sintomatología
0	1	No se observa síntomas de la enfermedad.
0,1	2	Unas pocas plantas dispersas con tizón
1	3	Sobre 10 manchas por planta o una ligera infección
5	4	Aproximadamente unas 50 manchas, más de una mancha en los folíolos.
25	5	Casi cada foliolo infectado, pero las plantas mantienen la forma normal. El campo parece verde aunque existen plantas afectadas.
50	6	Cada planta está afectada, con el 50% del área foliar destruida, el campo parece verde con espacioscafé
75	7	Con el 75% del área foliar destruida, en el campo se aprecia un color predominante café.
95	8	Únicamente se ven pocas hojas en las plantas, pero los tallos son verdes.
100	9	Todas las hojas están muertas, los tallos muertos o secándose.

Fuente: (Cuesta, Rivadeneira y Monteros, 2015., p48.).

2.4.3. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad

Con los datos de severidad se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) por sus siglas en inglés, de cada unidad experimental.

Para determinar el Área Bajo la Curva del Progreso de la enfermedad (AUDPC), se utilizó la fórmula propuesta por Shaner y Finney (1977) y mencionada por (Martínez Bautista, Rojas Soto y Pérez Pachecho, 2009., p.185).

$$ABCPE = \sum_{i=1}^n \frac{(X_{i+1} + X_i)}{2} * (T_{i+1} - T_i) \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

X_i = porcentaje de severidad en la observación i ,

$(T_{i+1} - T_i)$ = tiempo en días entre dos lecturas,

n = número total de observaciones

2.4.4. Numero de flores y frutos

La primera evaluación se lo realizo a los 45 ddt y la otro a los 60 ddt. Para este indicador se contaron el número de flores y frutos cada 15 días para ello se escogió 5 plantas de cada tratamiento y se contabilizo tanto flores como frutos.

2.4.5. Eficacia biológica.

Los porcentajes de eficacia de los tratamientos fueron comparados con la severidad de cada tratamiento para lo cual fue aplicada la fórmula de Abbott según la Norma Fitosanitaria Mexicana (NOM-032-FITO, 1995) mencionada por (Guillén et al., 2018., p.74).

$$E = \left(\frac{IT - it}{IT} \right) * 100 \quad \text{(Ecuación 2)}$$

E - Porcentaje de Eficacia

IT – Porcentaje de infección en el control

It - Porcentaje de infección en el tratamiento

2.4.6. Rendimiento

De las 5 plantas escogidas anteriormente se evaluó los kg/planta de tomate semanalmente durante un mes.

2.4.7. Análisis económico

Para realizar el análisis económico de cada tratamiento se identificaron los costos de todos los insumos que se utilizaron en el establecimiento del ensayo, tomando en cuenta los gastos de preparación de suelo, semilla, fertilizantes, mano de obra, entre otros, correspondientes a los costos directos. Se registró el rendimiento en kg/planta de cada tratamiento.

Una vez registrado el precio oficial del fruto en el mercado según su categoría, se calculó el Beneficio Bruto (BB); multiplicando el rendimiento total por el precio.

$$BB = Rendimiento \times Precio (mercado) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Luego se calculó el Beneficio Neto (BN); restando el Beneficio Bruto (BB) menos los Costos Directos por tratamiento:

$$BN = \text{Beneficio Bruto (BB)} - \text{Costos Directos} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Finalmente, con los datos obtenidos se calculó la Tasa Marginal de Retorno con la fórmula propuesta por el CIMMYT y mencionados por (Evans, 2011., p.1):

$$TAMAR = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Costos Directos}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Para conocer si dicho proyecto es viable se consideró de acuerdo a la comparación de la relación B/C:

Tabla 8-2: Parámetros de consideración de viabilidad del proyecto.

B/C >1	Debe ser considerado
B/C = 1	Beneficio igual a los costos
B/C < 1	No debe ser considerado

Fuente: (Peña, 2009.,p.175)

2.5. Análisis estadístico.

Para determinar la normalidad de las variables se utilizó la prueba de Shapiro Wilks al 5%, una vez evidenciada la normalidad de los datos se realizó los ANOVAS y se estimaron con una significancia de 0,05; 0,01 y 0,001, para así realizar la prueba de diferenciación de medias DMS 5%. Todos los cálculos se realizaron con el software Infostat versión estudiantil 2020 y los gráficos se realizaron utilizando el software R versión 4.1.2.

Para la determinación de los ANOVAS de las variables incidencia, número de flores y número de frutos se procedió a la transformación de los datos utilizando el método de la raíz cuadrada.

2.6. Manejo del cultivo

2.6.1. Labores culturales y pre culturales

Se realizó la labor de arada y surcada en toda el área de realización del ensayo, posterior a eso se delimito las parcelas totales y las parcelas netas, luego se procedió a realizar la siembra. Las fertilizaciones, podas y riegos se lo realizo en base al requerimiento del cultivo en las diferentes etapas. El manejo de plagas y enfermedades se los realizo en base a la presencia de las mismas.

2.6.2. Cosecha.

La cosecha se efectuó manualmente luego de esto se procedió a pesar para determinar el rendimiento del cultivo.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS

3.1. Sintomatología de *Phytophthora infestans*

Los síntomas de *Phytophthora infestans* aparecieron primeramente en las hojas jóvenes produciendo manchas húmedas irregulares de color verde claro, generalmente cerca del ápice y los márgenes, posteriormente se extienden por los tallos produciendo lesiones pardas claras u oscuras. Los tallos enfermos se tornaron frágiles y quebradizos, por último afectando a los frutos produciendo lesiones color marrón (**Figura 1-3**).



Figura 1-3: Síntomas de *Phytophthora infestans* en hojas (a). Tallos (b). Frutos (c).

Realizado por: Castillo G, 2022.

3.2. Incidencia de la enfermedad

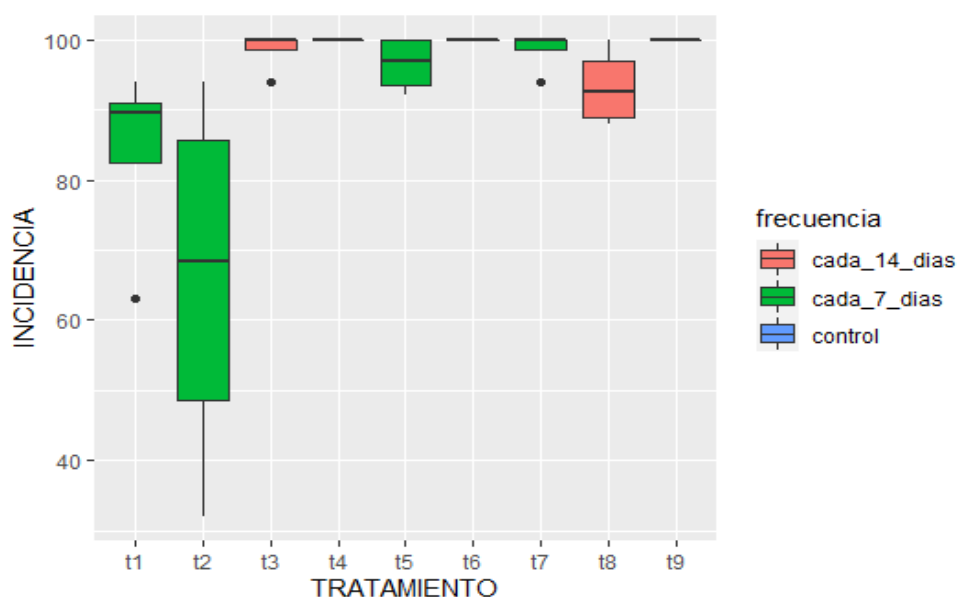


Gráfico 1-3: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia intermedia (%) evaluada a los 34 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G, 2022.

Tabla 1-3: ANOVA para la variable incidencia (%) evaluadas a los 14, 34, 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios					
		Incidencia (%) y valor <i>p</i>					
		14ddt	<i>p</i>	34ddt	<i>p</i>	72ddt	<i>p</i>
Total	35						
Tratamientos	8	1,88	0,02 *	1,55	0,001**	0,0	sd
Repetición	3	0,15	0,22ns	0,64	0,14ns	0,0	sd
Frecuencia	1	2,70	0,08ns	2,94	0,03*	0,0	sd
Testigo vs resto	1	2,55	0,06ns	0,33	0,32ns	0,0	sd
Error	22	0,67		0,32		0,0	
CV %		11,33		5,81		0	
Promedio		53,08		95,30		100	

Diferencias significativas *($p < 0.05$), diferencias altamente significativas **($p < 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 2-3: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 14, 34, 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.

Tratamientos	Incidencia (%) de la enfermedad		
	Medias (%) y rangos de significancia		
	14ddt	34ddt	72 ddt
(T1) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb (7 días)	76,75 ab	89,50 b	100 a
(T2) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (7 días)	38,75 b	68,25 b	100 a
(T3) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb (14 días)	43,50 ab	100 a	100 a
(T4) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (14 días)	60,25ab	100 a	100 a
(T5) Dióxido de cloro (7 días)	52,25ab	100 a	100 a
(T6) Dióxido de cloro (14 días)	68,25ab	100 a	100 a
(T7) Agua ozonizada (7 días)	53 ab	100 a	100 a
(T8) Agua ozonizada (14 días)	51 a	100 a	100 a
(T9) Testigo (sin aplicaciones)	64 a	100 a	100 a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

En esta variable se observó que el tratamiento T2 (Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio con una frecuencia de aplicación de 7 días) presentó menor incidencia a los 34 ddt con un promedio 68,25% en comparación a los demás tratamientos (**Gráfico 1-3**).

El análisis de varianza para la variable incidencia mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 34 ddt ($P < 0,01$) y un efecto significativo de los tratamientos a los 14 ddt, y frecuencias a los 34 ddt ($p < 0.05$). (**Tabla 1-3**).

La prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de incidencia identificó tres rangos de significancia estadística entre tratamientos. A los 14 y 34 ddt el tratamiento T2 en el que se aplicó Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb + Fosfito de potasio con una frecuencia de aplicación de 7 días se encuentra en el rango (b) con promedios de 38,75 % y 68,25 %. Sin embargo a los 72 ddt se presentó solamente un rango y todos los tratamientos alcanzaron el 100 % (**Tabla 2-3**).

3.3. Severidad de la enfermedad

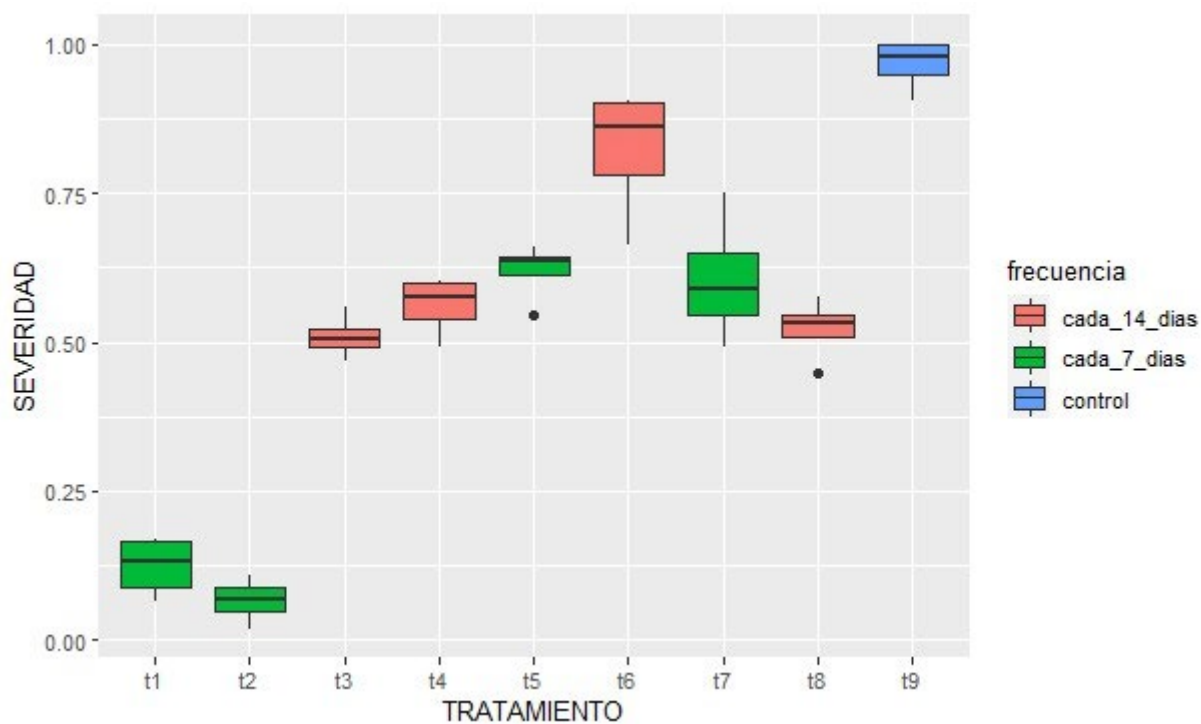


Gráfico 2-3: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad final (%) evaluada a los 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G, 2022.

Tabla 3-3: ANOVA para la variable severidad final (%) evaluadas a los 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	Valor <i>p</i>
Total	35		
Tratamientos	8	3354,30	<0,0001 **
Repetición	3	35,02	<0,52 ns
Frecuencia	1	8465,61	<0,0032 **
Testigo vs resto	1	4993,50	<0,0001 **
Error	22	46,33	
CV %			12,77
Promedio			53,29

Diferencias significativas *($p < 0.05$), diferencias altamente significativas **($p < 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 4-3. La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (%) evaluadas a los 72 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes.

Tratamiento	Media (%)
(T1) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb (7 días)	12,41 c
(T2) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (7 días)	6,65 c
(T3) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb, (14 días)	50,86 b
(T4) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (14 días)	56,15 b
(T5) Dióxido de cloro (7 días)	61,91 b
(T6) Dióxido de cloro (14 días)	82,25 a
(T7) Agua ozonizada (7 días)	60,53 b
(T8) Agua ozonizada (14 días)	52,17 b
(T9) Testigo (sin aplicaciones)	96,66 a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

En esta variable se observó que el tratamiento T2 (Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb + Fosfito de potasio con una frecuencia de aplicación de 7 días) presentó menor porcentaje de severidad final a los 72 ddt con un promedio 6,65% mientras que el testigo presentó el mayor porcentaje de severidad con un promedio de 96,66% (**Gráfico 2-3**).

El análisis de la varianza para el porcentaje de severidad, evaluada mostró un efecto con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y las frecuencias ($P < 0,01$) (**Tabla 3-3**).

La prueba de Tukey (5%) para la severidad final evaluada a los 72 ddt se identificó tres rangos de significancia, donde el testigo con una media de 96,66% se ubicó en el rango (a) mientras que en tratamiento en el que se aplicó Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb + fosfito de potasio cada 7 días se ubicó en el rango (c) con una media de 6,65% (**Tabla 4-3**).

3.4. Área bajo la curva de la incidencia y severidad.

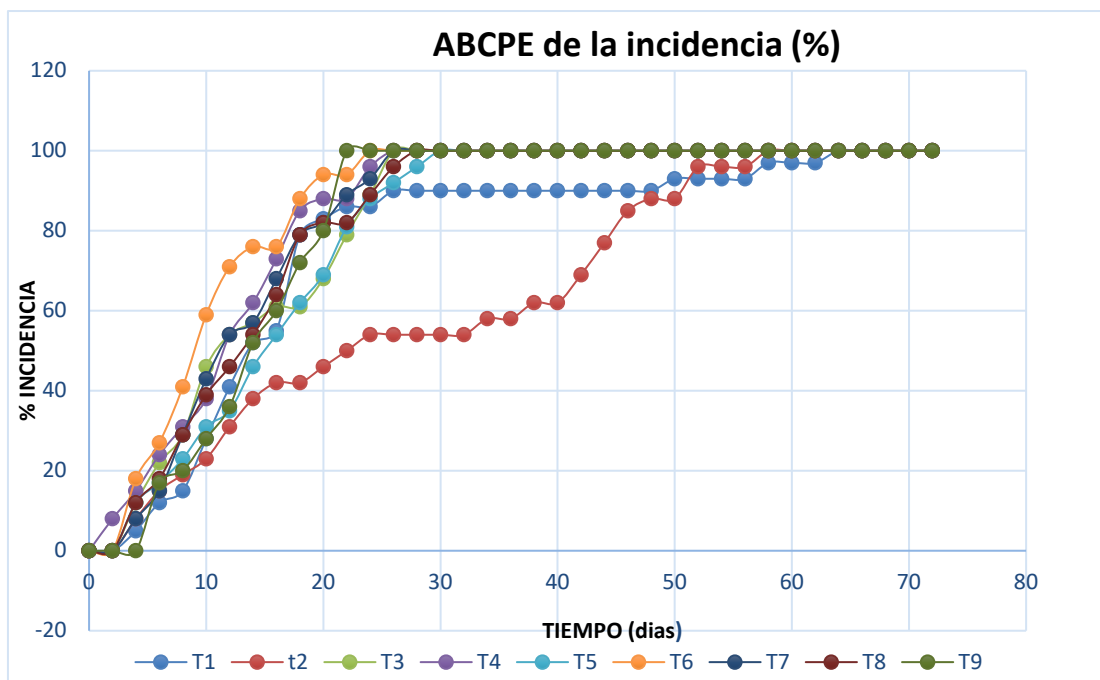


Gráfico 3-3: Curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G., 2022.

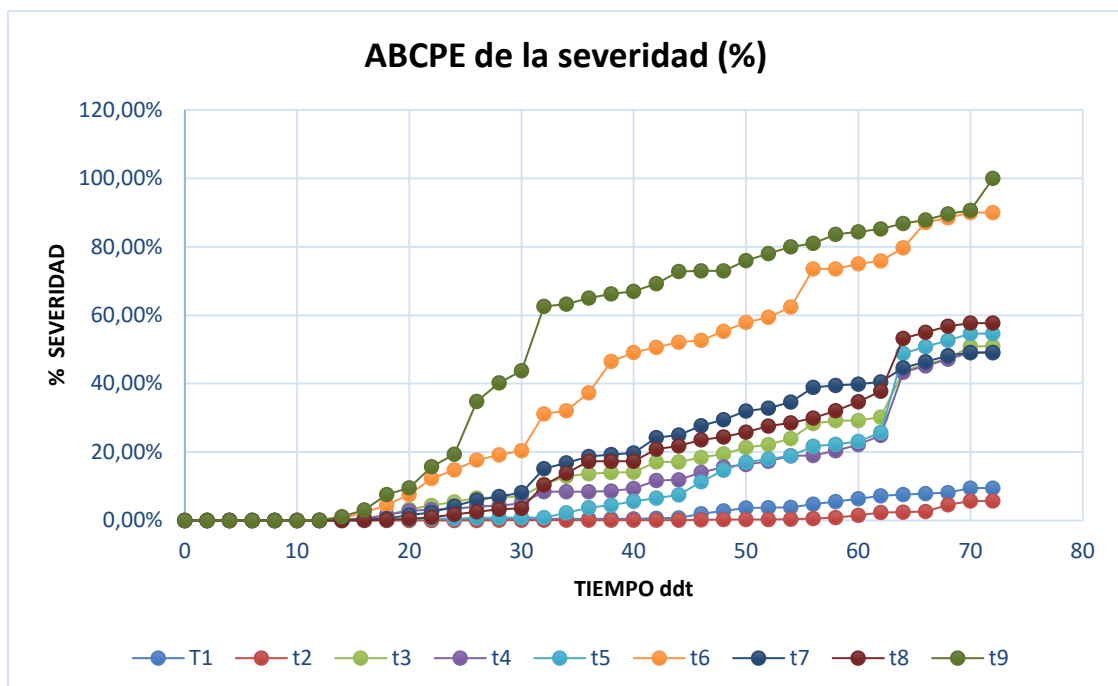


Gráfico 4-3: Curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 5-3: ANOVA del ABCPE para la variable incidencia y ABCPE para la variable severidad (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

		ABCPE Incidencia (%)		ABCPE Severidad (%)	
Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	Valor <i>p</i>	Cuadrados medios	Valor <i>p</i>
Total	35				
Tratamientos	8	42002,13	<0,3 ns	809392,99	<0,0001 **
Repetición	3	121272.25	<0,02 *	9098,39	<0,0001**
Frecuencia	1	1667,53	0,85 ns	1211540,70	0,003 **
Testigo vs resto	1	3633,78	0,74 ns	2028651,89	<0,0001**
Error	22				
CV %				4,76	12,96
Promedio				3806,91	827

Diferencias significativas *($p < 0.05$), diferencias altamente significativas **($p < 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 6-3: La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la incidencia y ABCPE de la severidad (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Incidenia (%)	Severidad (%)
(T1) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb (7 días)	3770,25 a	192,63 c
(T2) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (7 días)	3679,50 a	103,20 c
(T3) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb (14 días)	3729 a	788,53 b
(T4) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (14 días)	3737,25 a	870,55 b
(T5) Dióxido de cloro (7 días)	3993 a	959,93 b
(T6) Dióxido de cloro (14 días)	3885,75 a	1282,85 a
(T7) Agua ozonizada (7 días)	3770 a	938,43 b
(T8) Agua ozonizada (14 días)	3918,75 a	808,88 b
(T9) Testigo (sin aplicaciones)	3993 a	1498,48 a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022

En cuanto a la curva del progreso de la enfermedad ABCPE para la incidencia y ABCPE para la severidad se pudo observar que el tratamiento T2 en el cual se aplicó Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb + fosfito de potasio cada 7 días presentó menor ABCPE de incidencia y ABCPE para la severidad con promedios de 3679,50 y 103,20 respectivamente en comparación al testigo que presentó promedios de ABCPE para la incidencia de 3993 y promedios de ABCPE para la severidad 1498,48 (**Gráfico 3-3**).

El análisis de la varianza para la curva del progreso de la enfermedad para la severidad mostró un efecto con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y las frecuencia ($P < 0,01$) mientras que para la curva del progreso de la enfermedad para la incidencia no mostro significancia entre los tratamientos ni frecuencias (**Tabla 5-3**).

La prueba de Tukey al 5% para las variables ABCPE de la incidencia solo mostró 1 rango de sinificancia mientras que para la variable ABCPE de la severidad se identificaron tres rangos de significancia entre los tratamientos. Es asi que el testigo con un promedio de ABCPE para la severidad de 1498,48 se ubicó en el rango (a), mientras que el tratamiento T2 Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb + fosfito de potasio con una frecuencia de aplicación de cada 7 días se encontró en el rango (c) con un promedio de 103,20 (**Tabla 6-3**).

3.5. *Número de flores*

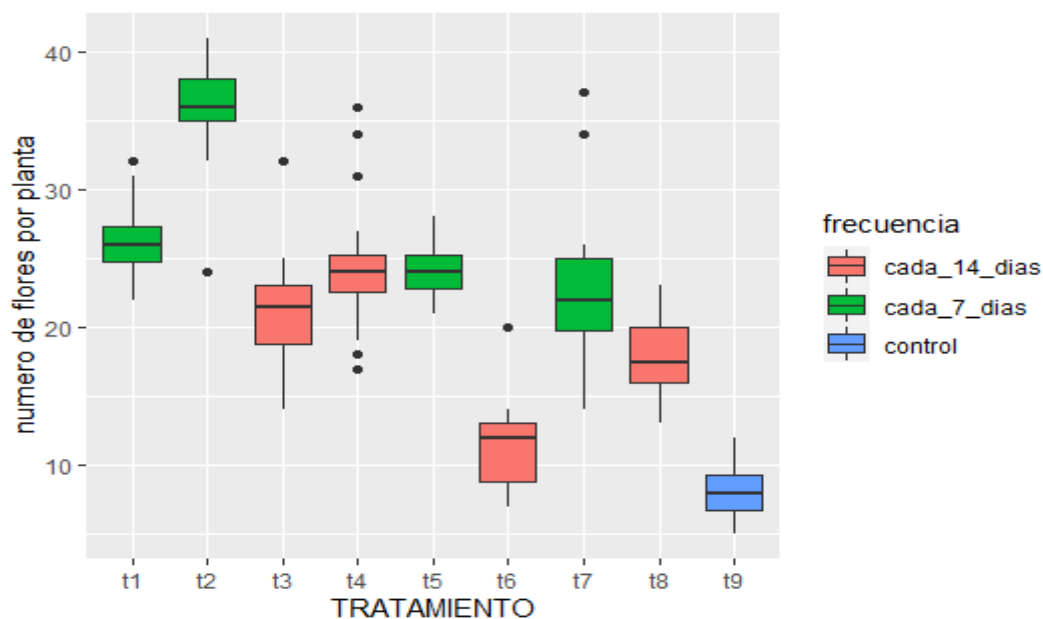


Gráfico 5-3: Diagrama de caja y bigote para la variable número de flores por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G, 2022.

Tabla 7-3: ANOVA para la variable número de flores por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	Valor <i>p</i>
Total	35		
Tratamientos	8	3,17	<0,0001 **
Repetición	3	0,10	<0,52 ns
Frecuencia	1	5,28	<0,0004 **
Testigo vs resto	1	13,35	<0,0001 **
Error	22	0,13	
CV %			7,87
Promedio			24,65

Diferencias significativas *($p < 0.05$), diferencias altamente significativas **($p < 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 8-3. La prueba de Tukey (5%) la variable número de flores por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Media
(T1) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb (7 días)	26,25 b
(T2) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (7 días)	36 a
(T3) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb (14 días)	21 bcd
(T4) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (14 días)	24,5 ab
(T5) Dióxido de cloro (7 días)	24 ab
(T6) Dióxido de cloro (14 días)	14,75 cd
(T7) Agua ozonizada (7 días)	22,75 ab
(T8) Agua ozonizada (14 días)	17,75 d
(T9) Testigo (sin aplicaciones)	8,25 e

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

En cuanto al número de flores se pudo observar que el tratamiento T2 en el cual se aplicó Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb + fosfito de potasio cada 7 días presentó mayor número de flores por planta con promedios de 36 flores en comparación al testigo que presentó la menor cantidad de flores por planta con un promedio de 8,25 (**Gráfico 5-3**).

El análisis de la varianza para la variable número de flores, mostró un efecto de los tratamientos y frecuencias con una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) (**Tabla 7-3**).

La prueba de Tukey (5%) para el número de flores identificó cinco rangos de significancia, donde el tratamiento T2 a base de Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam Propanocarb + fosfito de potasio cada 7 días con una media de 26 flores/planta se ubicó en el rango (a) siendo el tratamiento que mayor número de flores presentó, al contrario que el testigo que se ubicó el rango (e) presentando el menor número de flores/planta con un promedio de 8,25 (**Tabla 8-3**).

3.6. Número de frutos

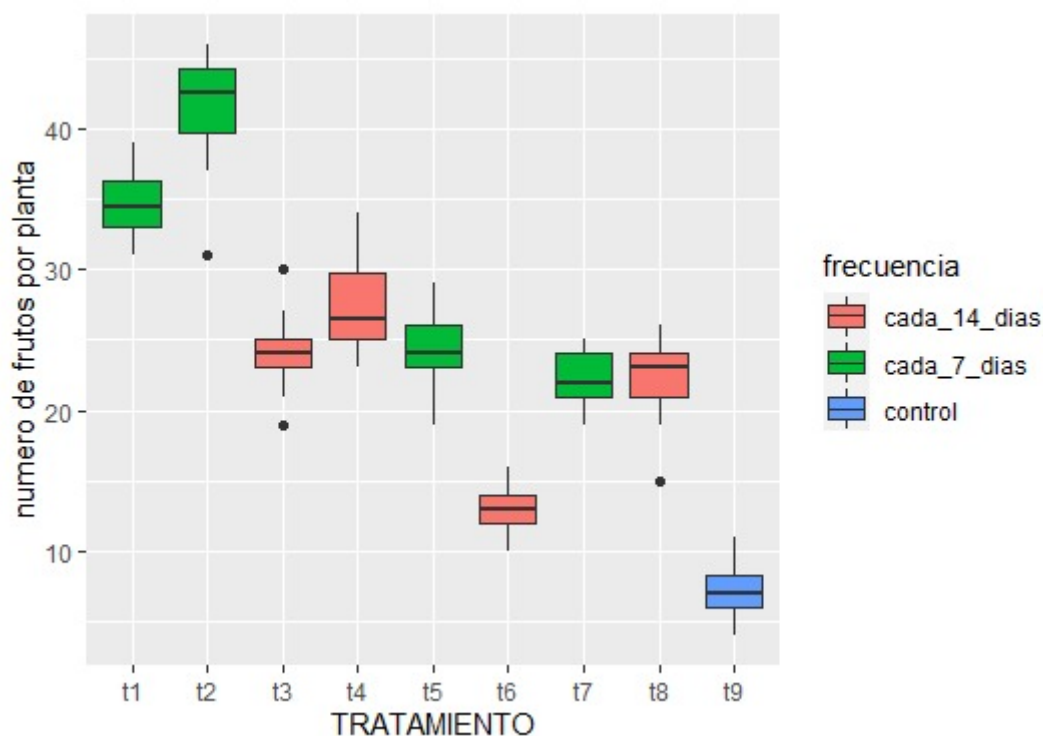


Gráfico 6-3: Diagrama de caja y bigote para la variable número de frutos evaluados en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G, 2022.

Tabla 9-3: ANOVA para la variable número de frutos evaluados en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	Valor <i>p</i>
Total	35		
Tratamientos	8	4,74	<0,0001 **
Repetición	3	0,14	<0,11 ns
Frecuencia	1	4,96	0,002 **
Testigo vs resto	1	21,34	<0,0001 **
Error	22	0,07	
CV %			5,29
Promedio			24,46

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 10-3. La prueba de Tukey (5%) la variable número de frutos por planta evaluadas en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Media
(T1) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb (7 días)	34,7 b
(T2) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (7 días)	41,65 a
(T3) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb (14 días)	24,05 c
(T4) Kyralexyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (14 días)	27,75 c
(T5) Dióxido de cloro (7 días)	24,4 c
(T6) Dióxido de cloro (14 días)	15,90 d
(T7) Agua ozonizada (7 días)	22,20 c
(T8) Agua ozonizada (14 días)	22,45 c
(T9) Testigo (sin aplicaciones)	7,10 e

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

En cuanto al número de frutos/planta se pudo observar que el tratamiento T2 en el cual se aplicó Kyrilaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propanocarb + fosfito de potasio cada 7 días presentó mayor número de frutos/planta con promedios de 41,65 en comparación al testigo que presentó la menor cantidad de frutos/planta con un promedio de 7,10 (**Gráfico 6-3**).

El análisis de la varianza para la variable número de frutos mostró efecto de los tratamientos y las frecuencias con una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) (**Tabla 9-3**).

La prueba de Tukey (5%) para el número de flores se identificó cinco rangos de significancia, donde el tratamiento T2 a base de Kyrilaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propanocarb + fosfito de potasio cada 7 días con una media de 41,65 frutos/planta ubicándose en el rango (a) siendo el tratamiento que mayor número de frutos presentó, al contrario del testigo que se ubicó en el rango (e) presentando el menor número de frutos/planta con un promedio de 7,10 (**Tabla 10-3**).

3.7. Rendimiento

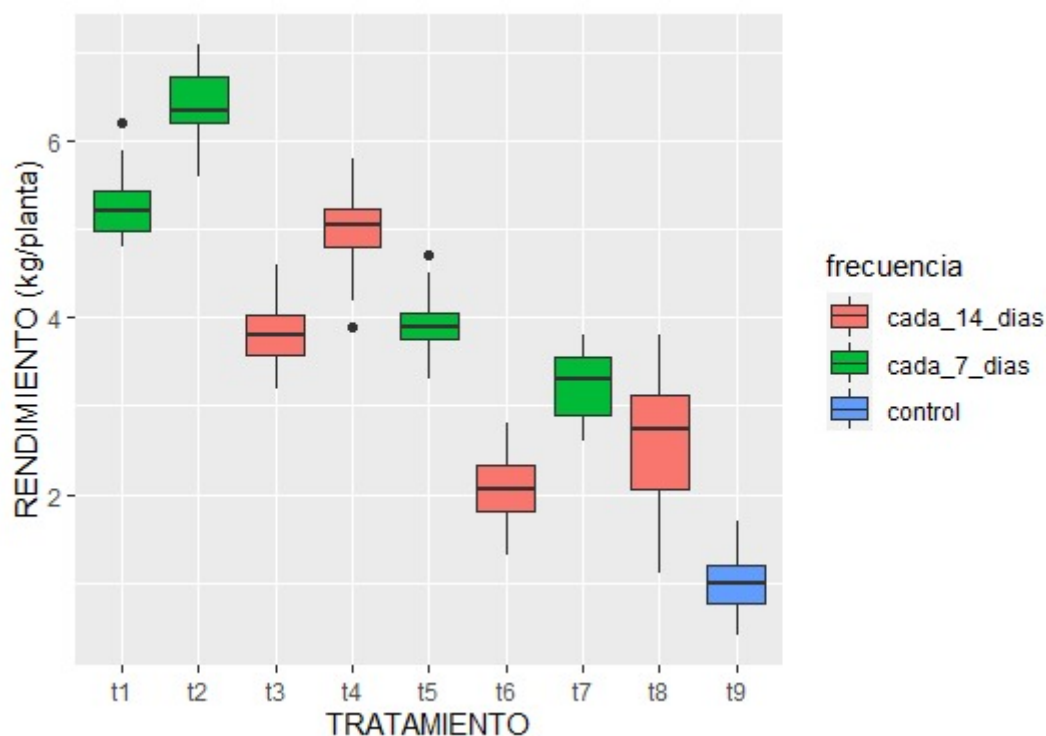


Gráfico 7-3: Diagrama de caja y bigote para la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G, 2022.

Tabla 11-3: ANOVA para el variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	Valor P
Total	35		
Tratamientos	8	10,63	<0,0001 **
Repetición	3	0,19	<0,39ns
Frecuencia	1	14,45	<0,0002**
Testigo vs resto	1	35,41	<0,0001 **
Error	22	0,19	
CV %			11,41
Promedio			3,40

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 12-3. La prueba de Tukey (5%) la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Media (kg/planta)
(T1) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb (7 días)	5,28 b
(T2) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (7 días)	6,38 a
(T3) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb (14 días)	3,85 c
(T4) Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (14 días)	5 b
(T5) Dióxido de cloro (7 días)	3,98 c
(T6) Dióxido de cloro (14 días)	2,54 d
(T7) Agua ozonizada (7 días)	3,76 c
(T8) Agua ozonizada (14 días)	2,55 d
(T9) Testigo (sin aplicaciones)	1 e

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

En la variable rendimiento se pudo observar que el tratamiento T2 en el cual se aplicó Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb + fosfito de potasio cada 7 días presentó el mayor rendimiento con promedios de 6,38 kg/planta en comparación al testigo que presentó el menor rendimiento con un promedio de 1 kg/planta (**Gráfico 7-3**).

El análisis de la varianza para la variable número de frutos mostró efecto de los tratamientos y frecuencias con una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) (**Tabla 11-3**).

La prueba de Tukey (5%) para la variable rendimiento identificó cinco rangos de significancia, donde el tratamiento T2 a base de Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propanocarb + fosfito de potasio cada 7 días con una media de 6,38 kg/planta se ubicó en el rango (a) siendo el tratamiento que mayor rendimiento presentó, al contrario del testigo que se ubicó el rango (e) presentando el menor rendimiento con un promedio de 1 kg/planta (**Tabla 12-3**).

3.8. Eficacia biológica

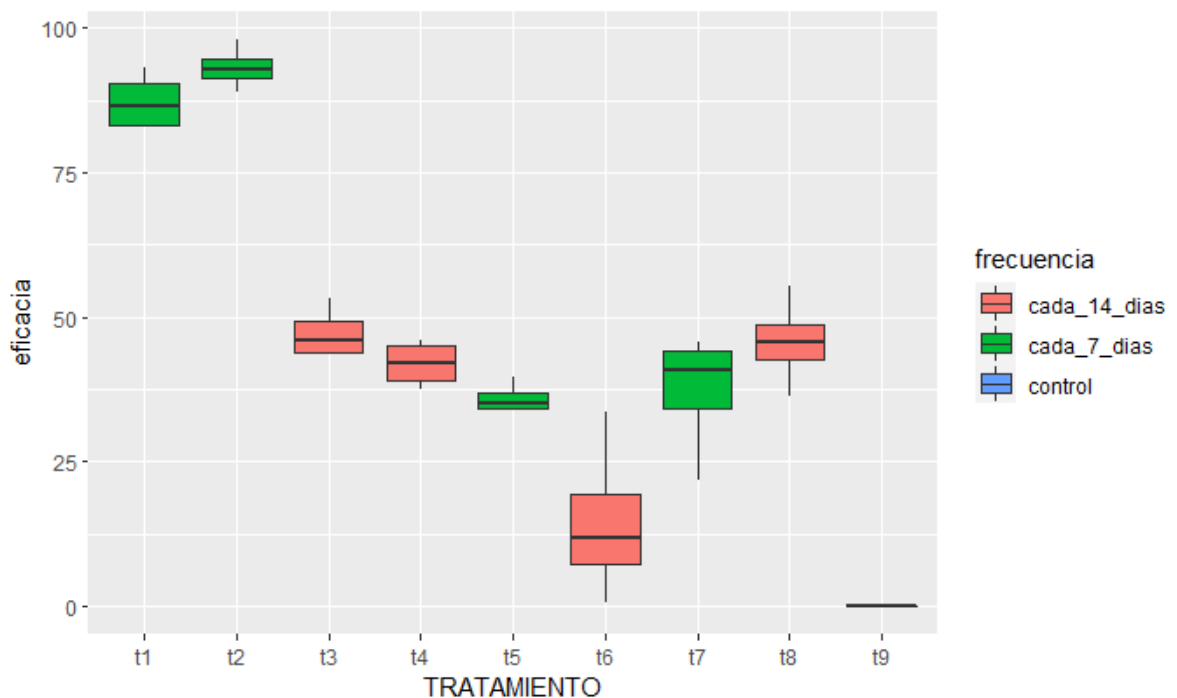


Gráfico 8-3: Diagrama de caja y bigote para la variable eficacia biológica evaluada en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 13-3: ANOVA para la variable eficacia biológica en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	Valor P
Total	35		
Tratamientos	8	3604,99	<0,0001 **
Repetición	3	24,40	<0,71 ns
Frecuencia	1	5436,64	0,0031 **
Testigo vs resto	1	9046,25	0,0001 **
Error	22	53,66	
CV %			16,34
Promedio			44,8

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

Tabla 14-3. La prueba de Tukey (5%) la variable eficacia biológica evaluada en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Media (%)
(T1) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb (7 días)	87,28 a
(T2) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (7 días)	93,18 a
(T3) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb (14 días)	47,28 b
(T4) Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ Fosfito de potasio (14 días)	41,95 b
(T5) Dióxido de cloro (7 días)	36,03 b
(T6) Dióxido de cloro (14 días)	14,60 c
(T7) Agua ozonizada (7 días)	37,43 b
(T8) Agua ozonizada (14 días)	45,80 b
(T9) Testigo (sin aplicaciones)	No aplica

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Realizado por: Castillo G., 2022.

En la variable eficacia biológica se pudo observar que el tratamiento T2 en el cual se aplicó Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb + fosfito de potasio cada 7 días presentó la mayor eficacia para el manejo de tizón tardío con promedios del 93,18 % en comparación a los demás tratamientos (**Gráfico 8-3**).

El análisis de la varianza para el porcentaje de eficacia mostró efecto de los tratamientos y frecuencias con una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) (**Tabla 13-3**).

La prueba de Tukey (5%) para el porcentaje de eficacia identificó tres rangos de significancia donde el tratamiento T2 a base de Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propanocarb + fosfito de potasio cada 7 días con una media de 93,18% se ubica en el rango (a) siendo el tratamiento que mayor eficacia para el manejo de tizon tardio presentó en comparacion a los demas tratamientos (**Tabla 14-3**).

3.9. Análisis económico

Para la sistematización del TAMAR, ganancia bruta y la ganancia neta se tomó en cuenta el costo referencial del tomate riñón en el mes de septiembre - octubre del año 2021, los precios del mercado fueron de 65 centavos/kg a partir de la información citada se procedió a calcular los ingresos y egresos del cultivo en función del rendimiento.

Tabla 15-3: Análisis económico de los tratamientos evaluados en el manejo de *Phytophthora infestans* en el cultivo de tomate riñón.

Tratamientos	Ingresos (USD)	USD/ ha		Descripción	
	Beneficio bruto	Costo directo	Beneficio neto	TAMAR (%)	
Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propanocarb (7 días)	274,2	120	154,2	154	viable
Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb+fosfito (7 días)	331	128	203	203	viable
Kyraxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propanocarb (14 días)	199,8	120	79,8	80	No viable

Kyralaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb+fosfito (14 días)	259,6	128	131,6	132	viable
Dióxido de cloro (7 días)	202,8	108	94,8	95	No viable
Dióxido de cloro (14 días)	131,4	108	23,4	23	No viable
Agua ozonizada (7 días)	148,8	106	42,8	42	No viable
Agua ozonizada (7 días)	132,4	106	26,4	26	No viable
Testigo	53	58	-5	-5	No viable

Realizado por: Castillo .G, 2022.

A partir de los cálculos mencionados (**Tabla 15-3**) se observa que todos los tratamientos en estudio a excepción del testigo presentan un porcentaje positivo en la TAMAR, por lo mismo, todos los tratamientos generan beneficios por cada dólar invertido, además, se observa que el tratamiento a base de Kyralaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propanocarb+ Fosfito de potasio (7 días) genera mayor TAMAR por cada dólar invertido con un TAMAR fue de 203% con un beneficio de USD 2,3 por cada unidad de dólar invertido por ende presenta la mayor viabilidad. A la vez se determinó que el testigo genera un TAMAR negativo de - 5 %, es decir que, en este tratamiento no se genera ganancia, sino lo contrario; por cada unidad de dólar invertido se genera pérdida de USD 0,05 por ende no es viable.

3.10. Análisis de correlación entre variables

Con respecto al análisis de correlación, las variables asociadas en la experimentación fueron: severidad, incidencia, eficacia, número de flores, número de frutos y rendimiento. En la **Tabla 16-3** se observó una correlación negativa de las variables severidad e incidencia con el rendimiento con valores de -0,74 y -0,58, además presentan un efecto altamente significativo ($P<0,01$). Por otro lado la correlación de las variables eficacia, número de flores y número de frutos con el rendimiento presentaron una correlación positiva con valores de 0,75 0,81 y 0,90 además de un efecto altamente significativo ($P<0,01$).

Tabla 16-3: Análisis y coeficiente de correlación entre las variables (severidad, incidencia, eficacia, número de flores, número de frutos y rendimiento) evaluada en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Correlación	Coefficiente	Valor P
Severidad de PMP Vs Rendimiento % de severidad Vs Rendimiento	-0,74	<0,0001 **
incidencia Vs Rendimiento % de eficacia Vs Rendimiento	-0,58	<0,0002 **
eficacia Vs Rendimiento % de eficacia Vs Rendimiento	0,75	<0,0001 **
Número de flores Vs Rendimiento # flores Vs Rendimiento	0,81	<0,0001 **
Número de frutos Vs Rendimiento # frutos Vs Rendimiento	0,90	<0,0001 **

Realizado por: Castillo. G, 2022

3.11. Discusión de resultados

Álvarez Romero et al., (2018., p.8) reportaron que la aplicación de fosfito de potasio disminuyó significativamente la incidencia (7,6% en verano y 58% en otoño) y la severidad (50,3% en verano y 84,2% en otoño) de *Peronospora sparsa*, estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio en donde los tratamientos con fosfito de potasio redujeron significativamente la incidencia inicial en 38,75% y la severidad en y 6,65% de *Phytophthora infestans* en tomate. Estos resultados podrian deberse a que los fosfitos de potasio actúan directamente en el reduciendo el desarrollo del patógeno, inhibiendo el crecimiento micelial, provocando la deformación de las hifas y lisis de la pared celular King et al.,(2010., p.8), o indirectamente a través de la activación de los mecanismos de defensa de las plantas a través de la vía del ácido salicílico Massoud et al., (2012.,p.8). Por otra parte Cuvi, (2011., p5) en su estudio menciona que la rotacion de fungicidas con menor frecuencia de aplicación pesentó la menor ABCPE con 943 a diferencia de los tratamientos en donde no se realizó la rotación con menor frecuencia, estos resultados se asemejan a lo obtenido en nuestro estudio en donde el tratamiento en el que se aplicó la rotacion de los funicidas con frecuencia de aplicación de 7 dias pesentó el menor ABCPE con 103, 20 en comparacion a

los demás tratamientos, estos resultados podrían deberse a que cada fungicida presenta un modo y punto de acción diferente de tal modo que el patógeno no genera resistencia (FRAC, 2019., p.3).

En estudios realizados por Luz Yolanda Toro Suarez et al., (2015., p.10) en donde se aplicaron tres fuentes de fosfito en cultivares de rosa se determinó que el tratamiento a base de fosfito de potasio incrementó significativamente el diámetro de la flor en 4,65cm en comparación a los demás tratamientos, algo similar ocurrió en nuestro estudio en donde el tratamiento en el que se aplicó fosfito de potasio incrementó el número de flores de forma significativa en 26 flores/planta, esto podría estar relacionado al menor daño del patógeno sobre la planta lo que permitiría a la planta un mejor desarrollo y por ende un mejor floración esto es demostrado en el análisis de correlación por otra parte Huere y Muña (2016., p.25) mencionan que *Phytophthora infestans* ocasiona lesiones necróticas de color marrón y negro produciendo la pudrición y caída de las flores y frutos.

Según el estudio realizado por Garcia et al., (2008., p.7) en donde aplicó nitrato de potasio y fosfito de potasio en el cultivo de feijoa (*Acca sellowiana*) se determinó que al tratamiento a base de fosfito de potasio incrementó el número de frutos en 33 frutos/rama en comparación a los demás tratamientos. Ocurrió de manera similar en nuestro estudio en donde el tratamiento a base de fosfito de potasio incrementó el número de frutos/planta en 41,65. Estos resultados podrían estar asociados a los efectos del fosfito de potasio sobre la floración ya que para Gómez y Trejo., (2015., p.2) el mismo tiene grandes efectos sobre las hortalizas tales como mejorar el contenido de fitoalexinas y quitinasa, manteniendo el rendimiento de la planta además produciendo un incremento en el tamaño de los mismos mejorando su calidad y por ende su acogida en el mercado. De la misma García, Calvo y Granados, (2018., p.11) indican que los fosfitos de potasio logran inducir una respuesta de defensa en la planta ante la invasión del hongo por medio de un aumento de la actividad citoplasmática dentro de la célula vegetal; una vez que las plantas son tratadas con fosfitos las células activan sus vías biosintéticas ligadas al sistema de defensa de la planta, como el fortalecimiento de la pared celular y la acumulación de altos niveles de fitoalexinas y compuestos fenólicos de esta manera al evitar el progreso de las enfermedades se mejora las condiciones óptimas de desarrollo del cultivo .

Salamanca, Marisol; Alvarado, (2012., p.74) menciona en su estudio en donde se aplicó fosfito de potasio en el control de mildew polvoso (*Frysiphe polygoni*) en tomate un incremento de hasta 5,9kg/planta, de la misma manera en nuestro estudio el tratamiento a base de fosfito de potasio presentó el mayor rendimiento con 6,38 kg/planta en comparación al testigo esto según Villegas Torres y Mixquititla Casbis, (2016., p.57) podría deberse a que la presencia de fósforo como fosfatos en la planta ayuda a la floración y al cuaje de los frutos y el potasio interviene en el engrose y calidad de los frutos así produciendo un aumento del rendimiento en los tratamientos en los que se aplicó fosfito de potasio por otra parte el bajo rendimiento podría deberse al efecto de la

severidad e incidencia producida por el patógeno, Montes (2012., p 4) menciona que la severidad tiene un efecto lineal es decir a medida que aumenta la severidad se produce una reducción en el rendimiento debido al daño producido por el patógeno en las flores y los frutos.

Los resultados obtenidos referente al porcentaje de eficacia, el incremento de la eficacia de los tratamientos en donde se realizó la rotación de los fungicidas y la aplicación de fosfito de potasio se podría deber a la rotación de los mismos ya que cada uno presenta un mecanismo y modo de acción diferente esto según la FRAC, (2019., p.3) los que ayuda a que la enfermedad no genere resistencia a los fungicidas, otro de los motivos puede ser la presencia de fosfito de potasio en estos tratamientos ya que para Yáñez-Juárez et al., (2018., p.86) la eficacia del fosfito de potasio involucra efectos directos e indirectos sobre los patógenos de la clase Oomycetes; Directamente involucra el restringir el crecimiento e inhibir la esporulación de *Phytophthora infestans* e indirectamente el fosfito de potasio ha sido considerado como un inductor de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR), la cual consiste en un mecanismo natural desarrollado por las plantas para defenderse del ataque de microorganismos Fitopatógenos y de insectos plaga.

CONCLUSIONES

1. El mejor tratamiento para el manejo de *Phytophthora infestans* fue aquel en el que se aplicó la rotación de los fungicidas Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam, Propamocarb+ fosfitos de potasio con una frecuencia de aplicación de cada 7 días, con una severidad final de 6,65 % , AUDPC de 103, 20 y eficacia biológica de 93,18%.
2. La mejor productividad se obtuvo con él tratamiento en el que se aplicó Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb+ fosfito de potasio con una frecuencia de aplicación de cada 7 días con un rendimiento de 6,3 kg/planta, número de flores de 36 flores/planta y número de frutos de 41,65 en comparación al tratamiento testigo que solo presentó un rendimiento de 1 kg/planta, promedios de 8,25 flores/planta y 7,10 frutos/planta.
3. El tratamiento en dónde se usó Kyalaxyl, Dimetomorph, Fluazinam Propamocarb+ fosfito de potasio con una frecuencia de aplicación de cada 7 días, fue el que mayor tasa de retorno marginal (TAMAR) generó con un valor de 203%, es decir que, por cada dólar invertido se obtuvo una rentabilidad de 2 USD.

RECOMENDACIONES

1. Repetir el experimento con otros cultivares de tomate en diferentes localidades que presenten diferentes condiciones y tengan reportes de ataque de tizón tardío.
2. Realizar ensayos con los mismos tratamientos en otras solanáceas con otras frecuencias de aplicación de los fungicidas.
3. Implementar otros productos con diferentes principios activos y que presenten diferente modo y mecanismo de acción establecidos por la FRAC.
4. Realizar ensayos con otros tipos de inductores de resistencia en diferentes dosis para medir el comportamiento de la enfermedad.

GLOSARIO

Desinfectante: Agente físico o químico que impide la infección de una planta, órgano o tejido (Fernandez, Acosta y Pinto, 2007.,p.1).

Eficacia biológica. Es el porcentaje de efectividad que tiene un fungicida al momento de controlar una enfermedad (Guillén et al., 2018.,p.74).

Enfermedad: Alteración de las funciones normales de la planta debida a la acción continuada de un agente patógeno o de un factor ambiental adverso y conduce al desarrollo de síntomas (Jara y Benaute, 2021.,p.23).

Epidemiología: estudia el desarrollo de enfermedades en poblaciones de plantas; describe cómo las enfermedades de las plantas se desarrollan a través del tiempo y contempla modelos matemáticos, que pueden ayudar a tomar decisiones de manejo (Cardona, Castaño y Ceballos, 2016.,p.2).

Fase sexual: La fase de un ciclo de vida con cambios de la fase nuclear. Se llama también fase perfecta o fase teleomorfa. Seinonimo de fase teleomorfa o perfecta (Jara y Benaute, 2021.,p.25).

Fitoalexina: Sustancia que producen los tejidos del hospedante para inhibir el desarrollo de hongos parásitos y que se forman cuando las células de la planta hospedante entra en contacto con el patógeno (García, Calvo y Granados, 2018.,p.11).

Fosfitos: son compuestos derivados del ácido fosforoso empleados como alternativa para el control de organismos fitoparásitos y su eficacia se ha probado contra protozoarios, oomycetes, hongos, bacterias y nematodos (Yáñez-Juárez et al., 2018.,p.1).

Fungicida: Compuesto tóxico para los hongos (Fernandez, Acosta y Pinto, 2007.,p.1).

Incidencia de la enfermedad: proporción de plantas (o unidades muestrales) infectadas, comúnmente medida como porcentaje de plantas enfermas (Burbano-Figueroa, 2020.,p.9).

Infección: Establecimiento de un parásito dentro de una planta huésped (Jara y Benaute, 2021.,p.31).

Inmunización: Es un principio de manejo de enfermedades, con el objetivo de promover la resistencia de la planta. En bacteriología y virología vegetal, consiste en introducir, en la corriente sanguínea del animal usado como conejillo de indias, el antígeno contra el cual se desea obtener anticuerpos, que serán usados en innumerables técnicas serológicas como diagnóstico de fitovirus y fitobacterias, y estudios fitogenéticos (Jara y Benaute, 2021.,p.31).

Mecanismos de acción de los fungicidas; sitio de acción el mismo que representa el sitio bioquímico con el cual el fungicida interactúa de manera específica con el hongo (FRAC, 2019.,p.3).

Modo de acción de los fungicidas: proceso celular específico que inhibe cada fungicida en particular (FRAC, 2019.,p.3).

Patogenicidad: Capacidad relativa que tiene un patógeno para producir enfermedad (Ronnie y Martínez, 2019.,p.2).

Patógeno: Entidad que produce enfermedad (Ronnie y Martínez, 2019.,p.2).

Resistencia genética: es la capacidad que tiene el hospedante de contrarrestar la acción de un patógeno (Cardona, Castaño y Ceballos, 2016.,p.2).

Resistencia vertical: cuando las variedades del hospedero interactúan de manera diferencial o específica con las razas del patógeno (Burbano-Figueroa, 2020.,p.5).

Resistencia horizontal: cuando la interacción entre razas del patógeno y el hospedero no es específica (Burbano-Figueroa, 2020.,p.5).

Severidad (o intensidad) de la enfermedad: proporción de tejido afectado respecto del área total (Burbano-Figueroa, 2020.,p.9).

Tizón tardío: es causado por el Chromista *Phytophthora infestans*, común en zonas con temperaturas entre 15 y 22°C y humedad relativa mayor al 80%. El patógeno, se transmite a través de semillas de tomate y puede sobrevivir en forma de micelio en otras plantas cultivadas o arvenses de la familia de las solanáceas, o en residuos de cosecha, que permanecen en el suelo (Cardona, Castaño y Ceballos, 2016.,p.2).

BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, P. Perfil Territorial del Cantón Pallatanga. [en línea], pp. 12-14, 2013. Disponible en: [http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/853/1/Perfil territorial PALLATANGA.pdf](http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/853/1/Perfil_territorial_PALLATANGA.pdf).

ÁLVAREZ, R. et al. Identificación y alternativas de manejo del mildiu veloso en rosal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 9, no. 8, (2018) pp. 1577-1589. ISSN 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v9i8.1715.

BOLAÑOS, A. *Evaluación de cuatro tratamientos en el cultivo de pimiento (Capsicum annum l.) variedad tropical irazú a campo abierto, para el control de marchitez por phytophthora (Phytophthora capsici leo.) en la parroquia de imbaya provincia de imbabura.* Tesis [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD. Ecuador. 2014 Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2815>.

BURBANO, Figueroa Ó. Plant resistance to pathogens: A review describing the vertical and horizontal resistance concepts. *Revista Argentina de Microbiología* [en línea], vol. 52, no. 3, (2020) pp. 245-255. ISSN 03257541. DOI 10.1016/j.ram.2020.04.006. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.04.006>.

VÍCTOR, C. et al. *Manual De Cultivo De Tomate.* [en línea], 2009. Disponible en: http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate.pdf.

CARDONA, L. et al. Epidemiología del tizón tardío (*phytophthora infestans*) en quince introducciones de tomate silvestre. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* [en línea], vol. 19, no. 1, 2016, pp. 45-54. ISSN0123-4226. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012342262016000100006&lang=pt.

CUESTA, X. et al. *Mejoramiento Genético de papa: Conceptos, procedimientos y protocolos* [en línea]. S.I.: s.n. ISBN 9789942078827, 2015. Disponible en: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.

EDUARDO, L., & GUANGASI, T. “ *Evaluación de fosfitos potásicos (fitoalexin y atlante) en la prevención de enfermedades* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2011. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1609/1/Tesis_011agr.pdf.

EVANS, E. *Análisis Marginal* : Un Procedimiento Económico para Seleccionar Tecnologías o Prácticas Alternativas 1 Definiendo el Análisis Marginal Llevando a Cabo el Análisis. , pp. 2-5 2011.

FAO. *Agricultura para el desarrollo* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789253077793, 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.

FAYTONG, S. Evaluación del efecto inhibidor del ozono sobre *Moniliophthora roreri* en condiciones in vitro. [en línea], 2017. *Revista Divulgación Científica* vol. 19, no. 1. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12149/1/T-UCSG-POS-EGM-MFC46.pdf><http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8287/1/T-UCSG-POS-EGM-PE-39.pdf>.

FERNANDEZ, E. et al. Efecto de Aplicaciones de Fungicidas Sobre la Incidencia de la Marchitez (*Phytophthora capsici* Leo.) del Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero. *Revista Mexicana de Fitopatología* [en línea], 2007, vol. 25, no. 2, pp. 186-189. ISSN 2007-8080. Disponible en: acostam_14@yahoo.com.mx; netofh@hotmail.com.

FORBES, G.,. *El tizón tardío de la papa*. 2008, pp 20-22.

FRAC. Modo de acción: *Clasificación De Fungicidas Y Bacterizadas Según El Modo De Acción* [en línea], vol. 1, (2019), pp. 28. Disponible en: <http://www.dimune.com/assets/bionox.pdf>.

GARCÍA, K. et al. Efecto de fosfitos de potasio sobre *Phytophthora* sp . y parámetros de crecimiento en plantas de piña (*Ananas comosus* var . *comosus*). *Agroinnovación en el Trópico Húmedo*, vol. 1, no. 1, (2018), pp. 10-24. DOI 10.18860/rath.v1i1.3923.

GARCIA, O. et al. Effect of potassium nitrate, potassium phosphate and ethephon in floral induction of pineapple guava (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret). *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 30, no. 3, (2008) pp. 577-584. ISSN 1806-9967. DOI 10.1590/S0100-29452008000300003.

GUILLÉN, D. et al. Eficacia de seis fungicidas sobre *Mycosphaerella citri* en naranja ‘ Valencia ’ en el estado mexicano de Morelos. *Revista Centro Agrícola*, vol. 45, no. 1, (2018), pp. 5-13.

HUERE, H., & MUÑA, P. . *Universidad nacional del centro del Perú facultad de contabilidad* [en línea], 2016. S.l.: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6448>.

HUILCAPI, E. Combate de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) con activadores de defensas naturales en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) c.v. Superchola. [en línea], 2012, pp. 79. Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1607/1/Tesis_010agr.pdf.

JARA, L., & BENAUTE, L. *Glosario de Términos Agronómicos*. Perú: Marzo, 2021. ISBN 978-612-00-6109-1.

LAVILLA, P. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino Desarrollo Rural. , no. foto 2, 2013 pp. 2-6.

LOPEZ, A. Descripción cuantitativa de las epidemias de las plantas. (*Prueba*) *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín (Prueba)*, vol. 53, no. 1, (2000), pp. 941-968. ISSN 2248-7026.

LÓPEZ Madrid, L. *Manual técnico del cultivo de tomate* [en línea], 2016. S.l.: s.n. ISBN 9789968586276. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf><http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F0110921.pdf><http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3143/1/BVE17079148e.pdf><http://www.inta.go.cr><http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3143/1/BVE1707>.

LUZ YOLANDA, Toro Suarez & DURÍ Kartika, C. Respuesta del cultivo de rosa (*rosa sp.*), a tres fuentes de fosfitos en aplicación al suelo y follaje como inductores de resistencia y calidad de flor. ayora, pichincha. [en línea], vol. 16, no. 1994, 2015, pp. 1-27. ISSN 1321-7348. Disponible en: [http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB II.pdf](http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB%20II.pdf).

MANCILLA BERNABÉ, J. Eficacia agroproductiva del humus líquido y sólido de lombriz en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en General Villalma, Playas. (2021), pp. 2020.

MARCELO, C. Impacto de la nutrición y de fosfitos en el manejo de enfermedades en cultivos extensivos de la región pampeana. [en línea], 2011. Disponible en: https://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html?op=d&documento_id=133.

MARTÍNEZ, N. et al. Análisis del área bajo la curva del progreso de las enfermedades (ABPE) en patosistemas agrícolas. *Tópicos selectos de estadística aplicados a la fitosanidad*, no. September 2014, (2009). pp. 179-191. DOI 10.13140/2.1.4475.7767.

MULTITEMPORAL, A. et al .. Universidad Técnica Del Norte Facultad De Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales Carrera De Ingeniería Forestal. *Remote Sensing of Environment* [en línea], vol. 53, no. 1, (2017) pp. 105. ISSN 1098-6596. Disponible en:

http://idearm.imida.es/aet2017%0Awww.earthexplorer.usgs.gov%0Ahttps://inta.gob.ar/sites/default/files/tutorial_snap_preproc_acasella_et_al_2018_inta.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2018.04.031%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/311572244_Apl.

PEÑA, A. Proyectos de desarrollo. *Programa Administración Pública Territorial*, (2009). pp. 1-247.

PÉREZ, A. “Evaluación del dióxido de cloro como preservante en la conservación de pollos de engorde faenados en la empresa h & n” [en línea], 2015. S.I.: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28263%0Awww.uta.edu.ec>.

PINARGOTE, J. *Respuesta Sanitaria Y Productiva Del Tomate Riñón Establecido Bajo Diferentes Sistemas Intercalados De Producción* [en línea], 2020. S.I.: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ DIRECCIÓN. Disponible en: <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1332>.

RONNIE, E., & MARTÍNEZ, B. . Eficacia de dos biofungicidas para el manejo en campo del Tizón temprano (*Alternaria solani Sorauer*) de la papa (*Solanum tuberosum L.*). *Revista de Protección Vegetal* [en línea], vol. 34, no. 1, (2019) pp. 1-9. ISSN 1010-2752. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522019000100004.

SALAMANCA, MARISOL; & ALVARADO, Á. Effect of harpin protein and potassium phosphite in control powdery mildew (*Frysiphe polygoni D . C .*) in tomato of Sutamarchán (Boyacá). *Ciencia y Agricultura* [en línea], vol. 9, (2012). pp. 65-75. Disponible en: www.redalyc.org/articulo.oa?id=560058655008.

SILLON, M. et al. Evaluación de la estrategia combinada de fungicida y fosfito de potasio en cultivos de garbanzo en Santa Fe. [en línea], 2014. pp. 3-6. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjz5_KBJT2AhWFRjABHbBeDc0QFnoECAMQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.bolcomsf.com.ar%2Fdownload.php%3Ffile%3DPublicacion_2da_Jornada_Nacional_Legumbres_Fosfitos_Garbanzo.pdf&usg.

VILLEGAS TORRES; & MIXQUITITLA CASBIS. Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos. *Acta Agrícola y Pecuaria*, vol. 2, no. 3, (2016). pp. 55-61. ISSN 2395-874X.

YÁÑEZ, JUÁREZ, M. et al. Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, vol. 36, no. 1, (2018). pp. 79-94. ISSN 0185-3309. DOI 10.18781/r.mex.fit.1710-7.

 **D.B.R.A.I.**

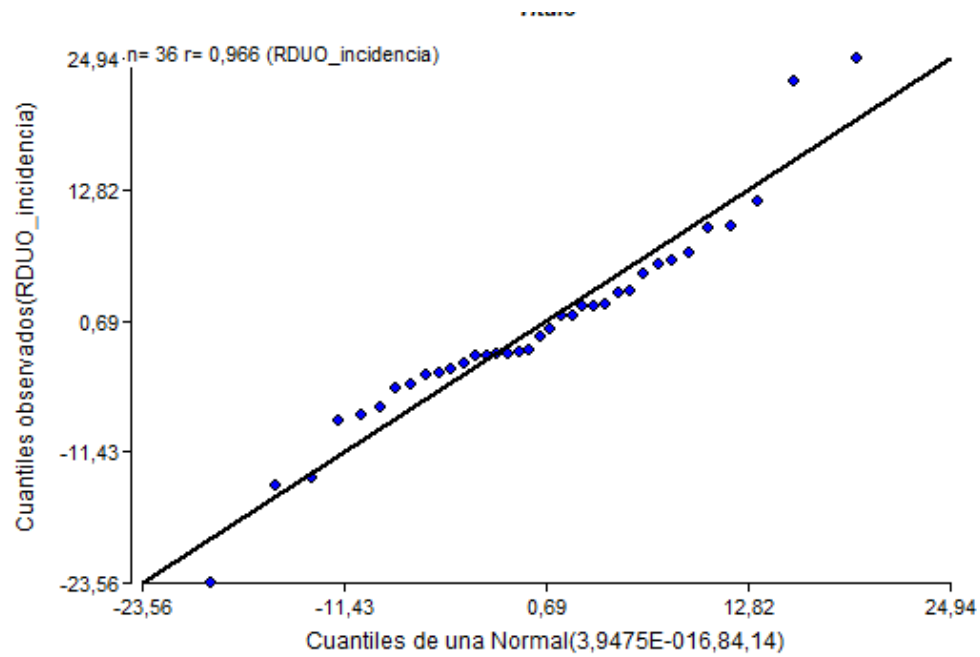
Ing. Christian Castillo



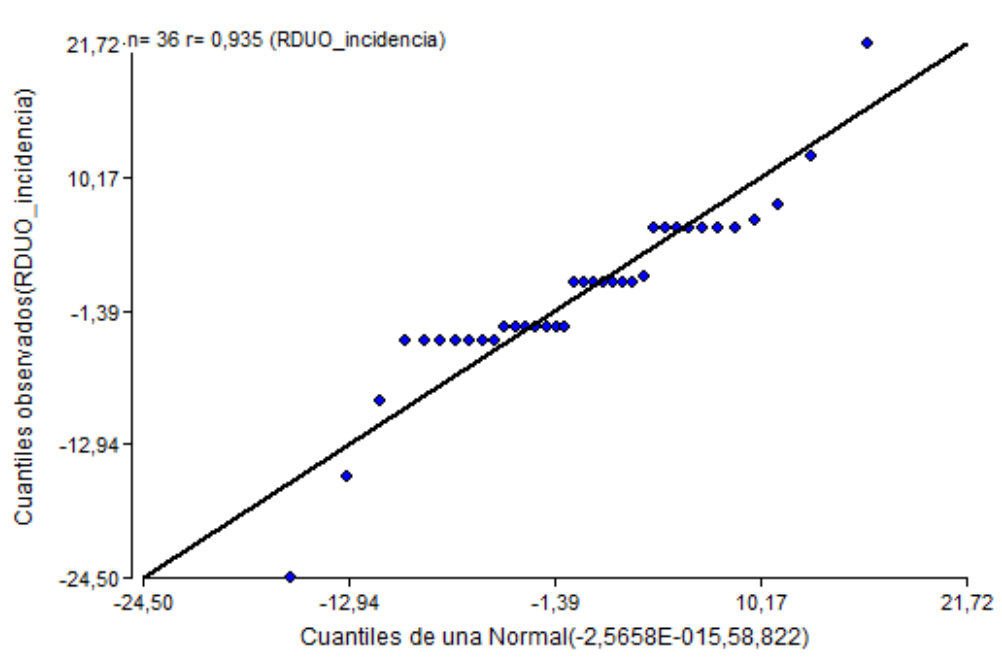
ANEXOS

ANEXO A: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD PARA LA VARIABLE INCIDENCIA

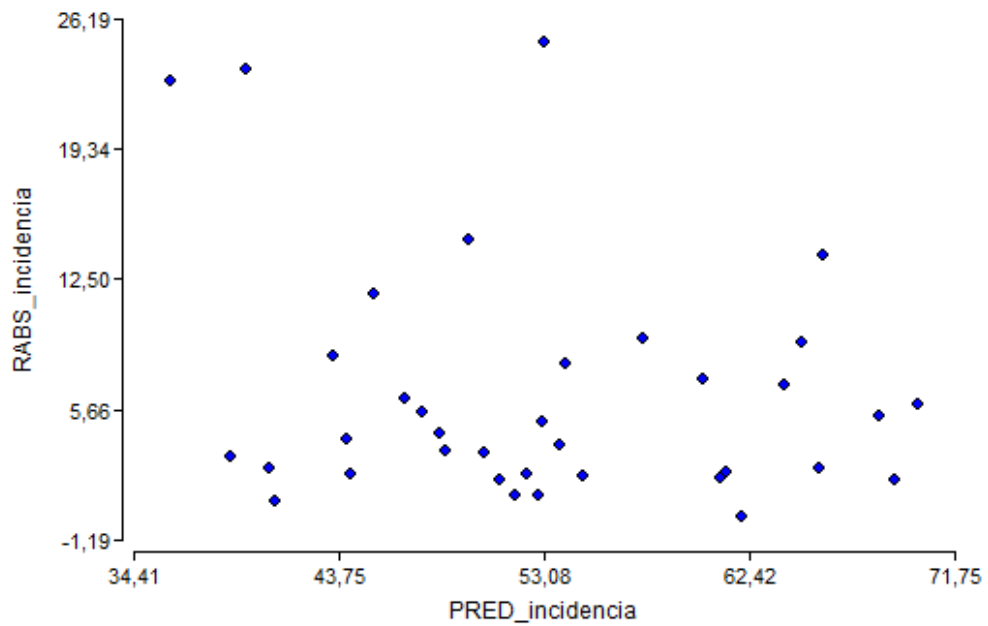
Incidencia	p – valor	
	Normalidad	Homogeneidad
14 dds	0,52	0,001
34 dds	0,009	0,001



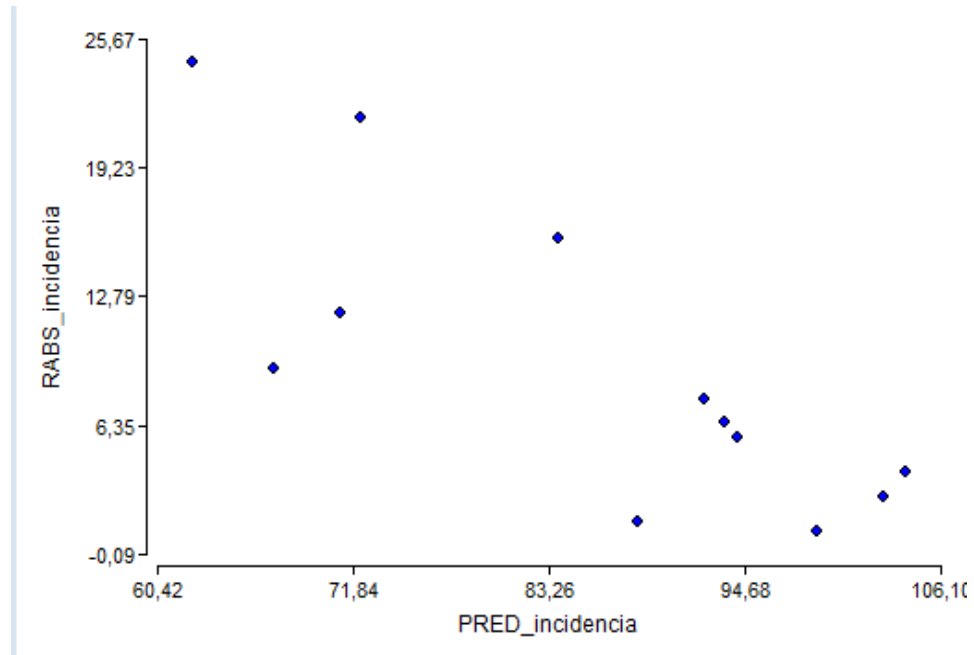
Normalidad para la variable incidencia a los 14 ddt



Normalidad para la variable incidencia a los 34 ddt



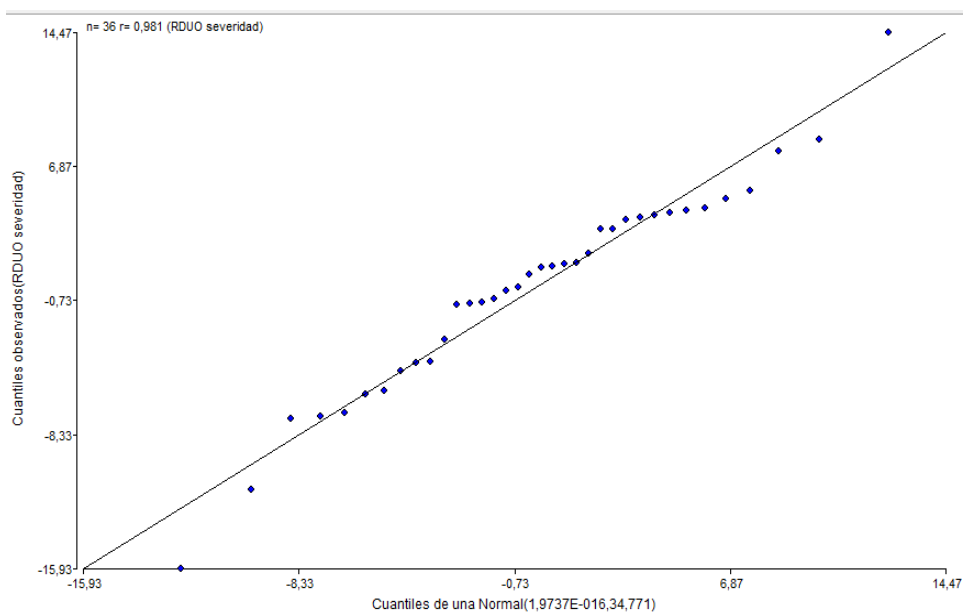
Homocedasticidad de varianzas para la severidad a los 14 ddt



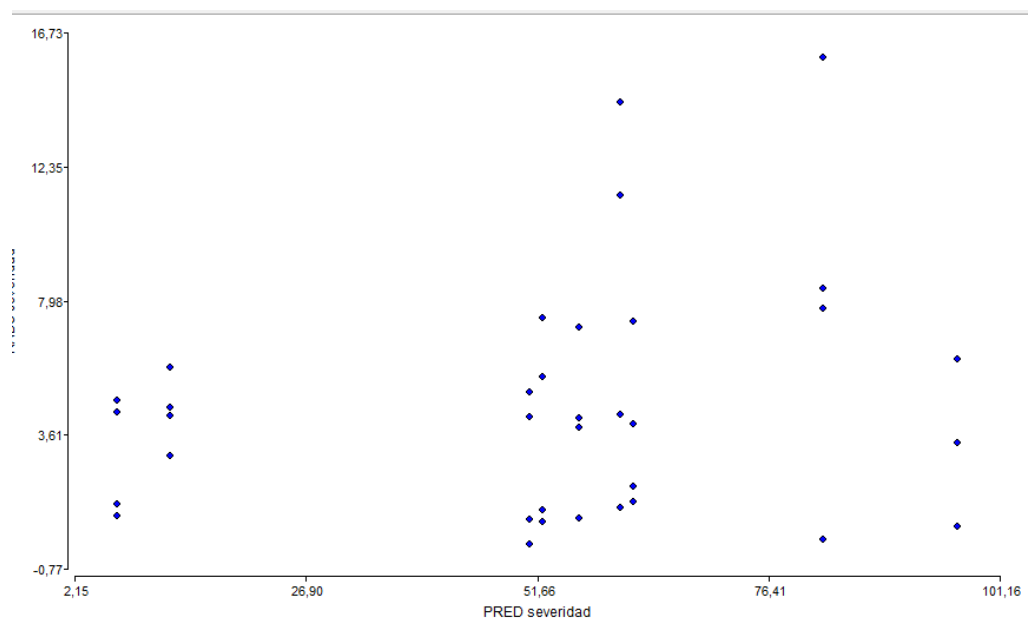
Homocedasticidad de varianzas para la severidad a los 34 ddt

ANEXO B: PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD PARA LA VARIABLE SEVERIDAD

	p - valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Severidad	0,92	0,001



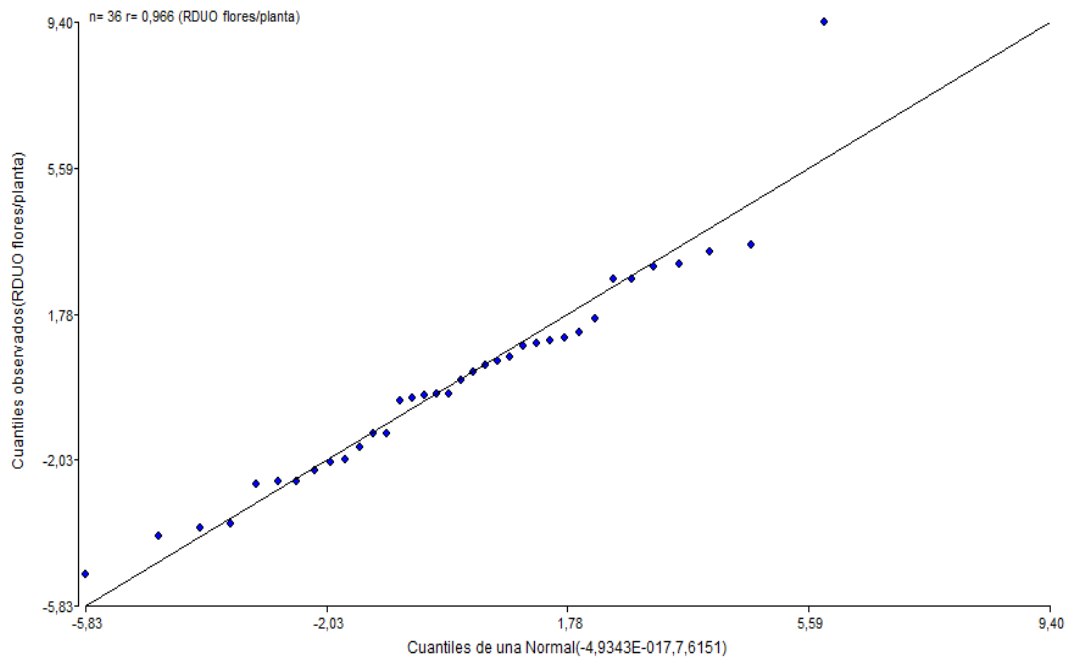
Normalidad para la variable severidad final



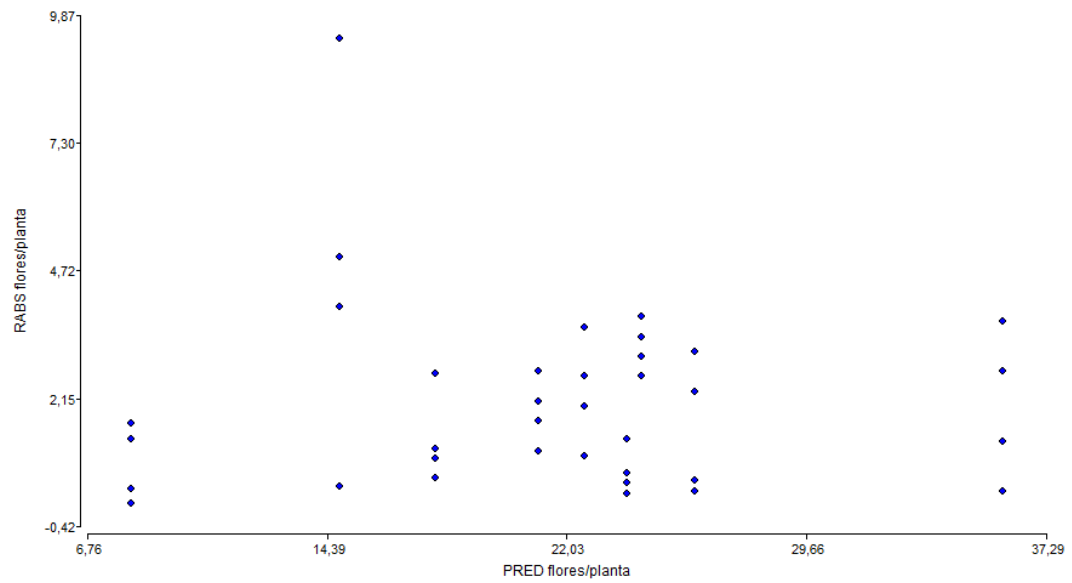
Homocedasticidad de varianzas para la severidad final

ANEXO C: NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD PARA LA VARIABLE NUMERO DE FLORES

	p - valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Flores/planta	0,39	0,001



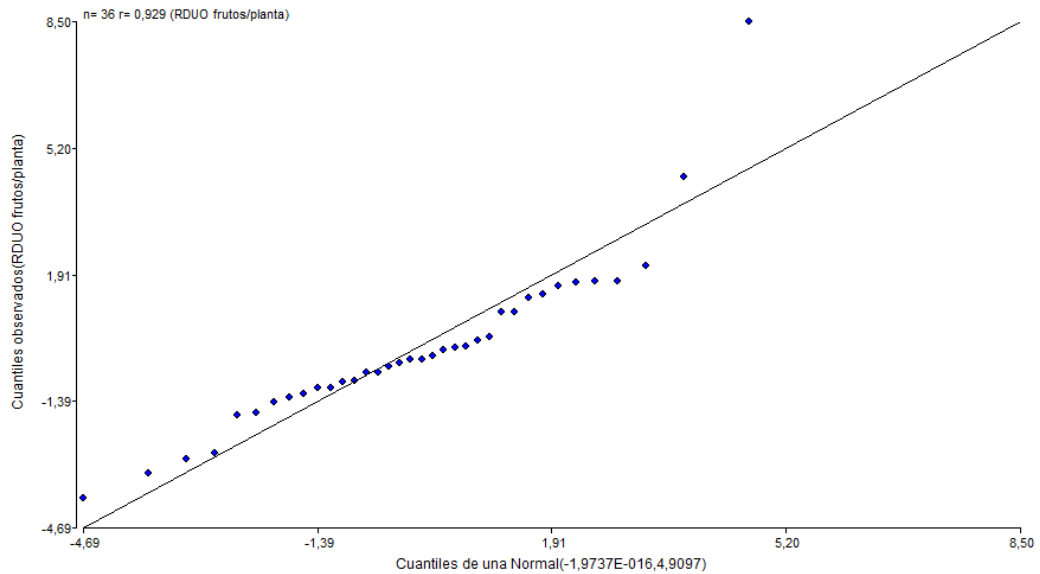
Normalidad para la variable número de flores



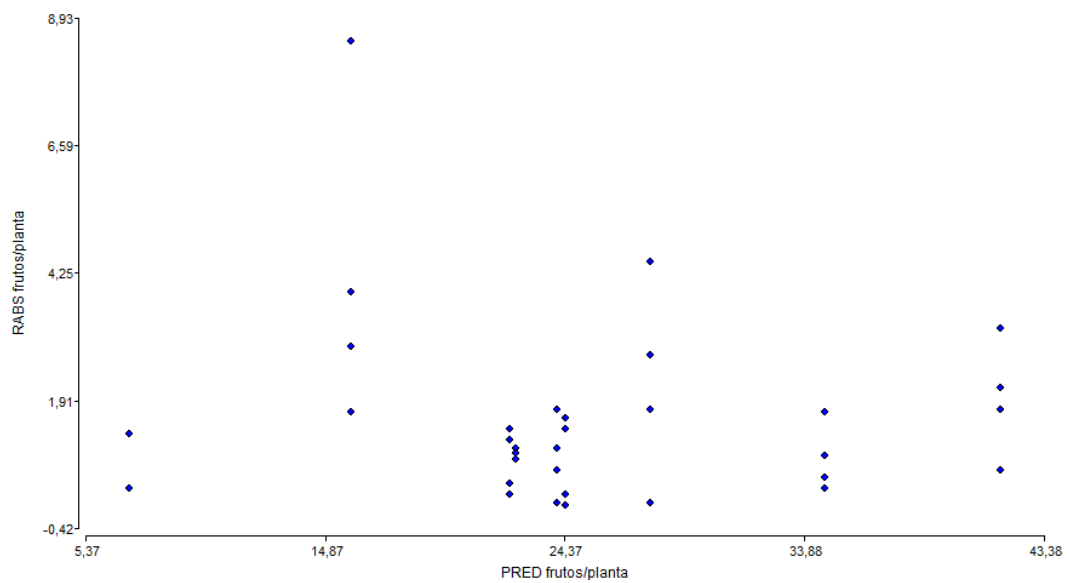
Homocedasticidad de varianzas para el número de flores

ANEXO D: NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS

Variable	p - valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Número de frutos	0,01	0,001



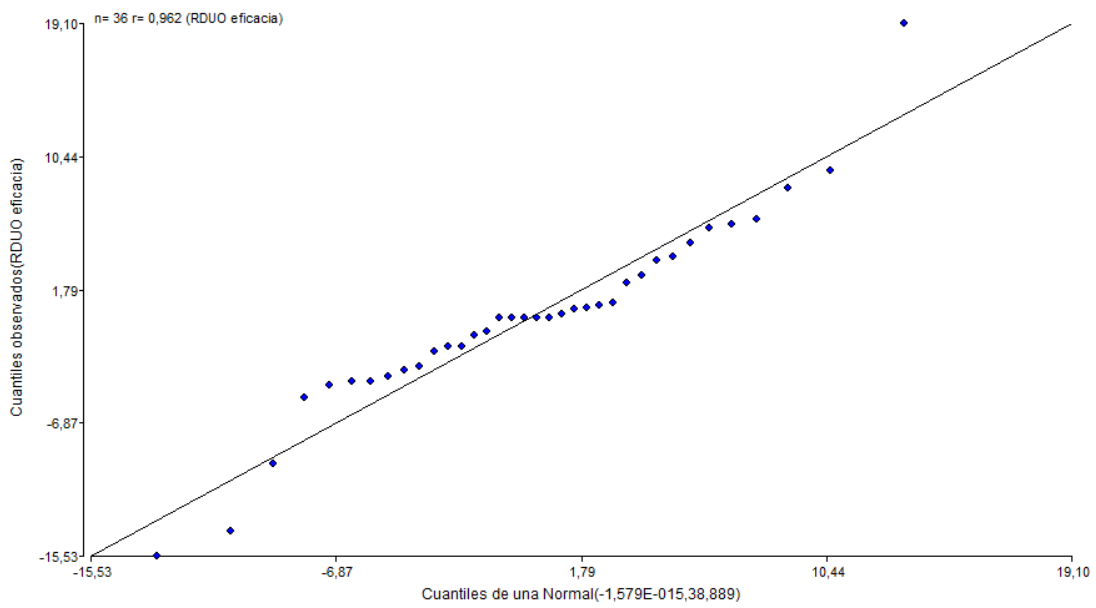
Normalidad para la variable número de frutos



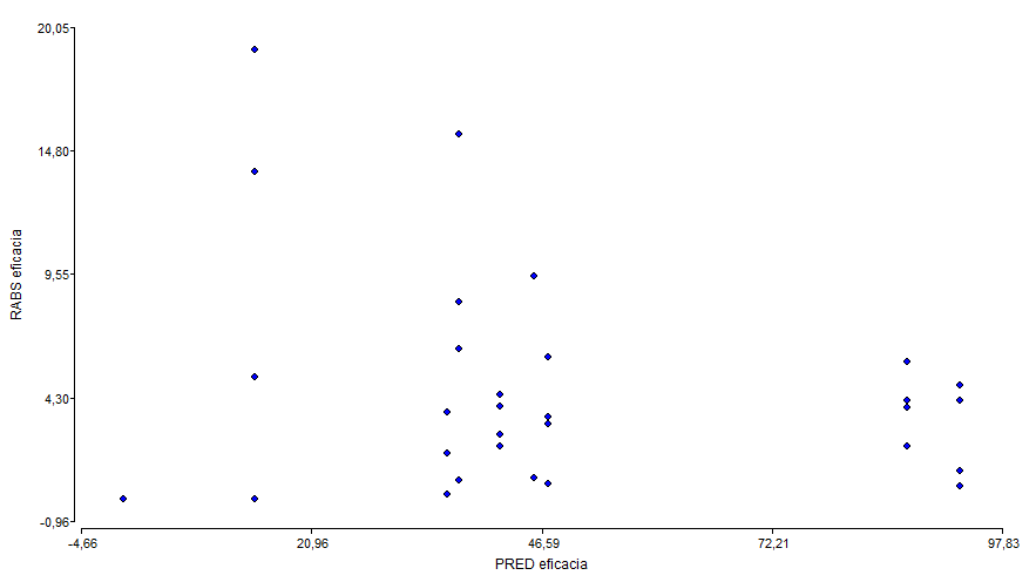
Homocedasticidad de varianzas para el número de frutos

ANEXO E: NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD PARA LA VARIABLE EFICACIA BIOLÓGICA

Variable	p - valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Eficacia	0,52	0,001



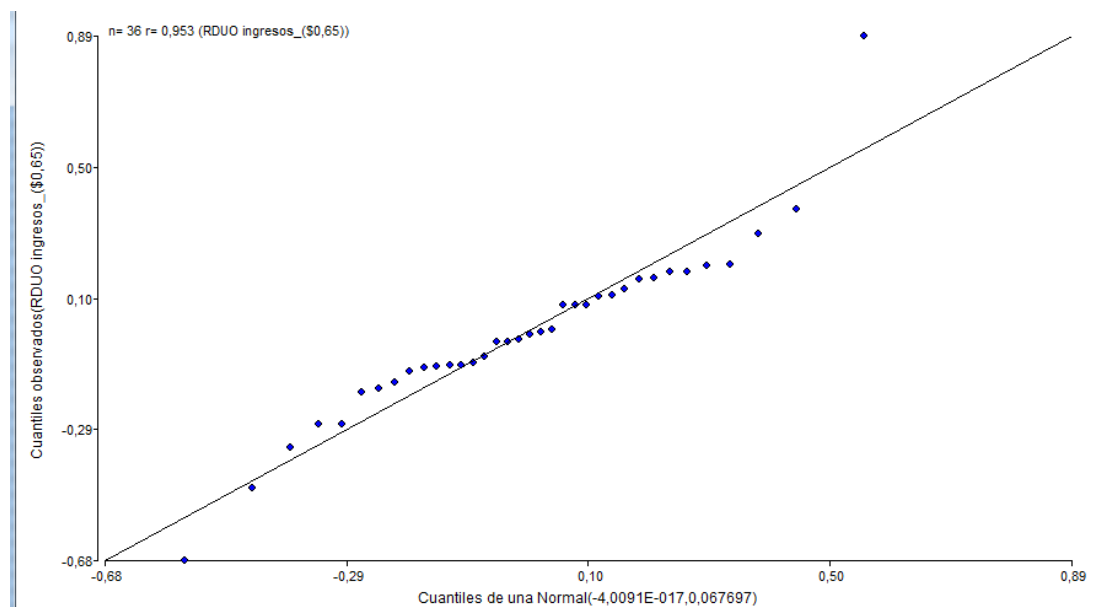
Normalidad para la variable eficacia



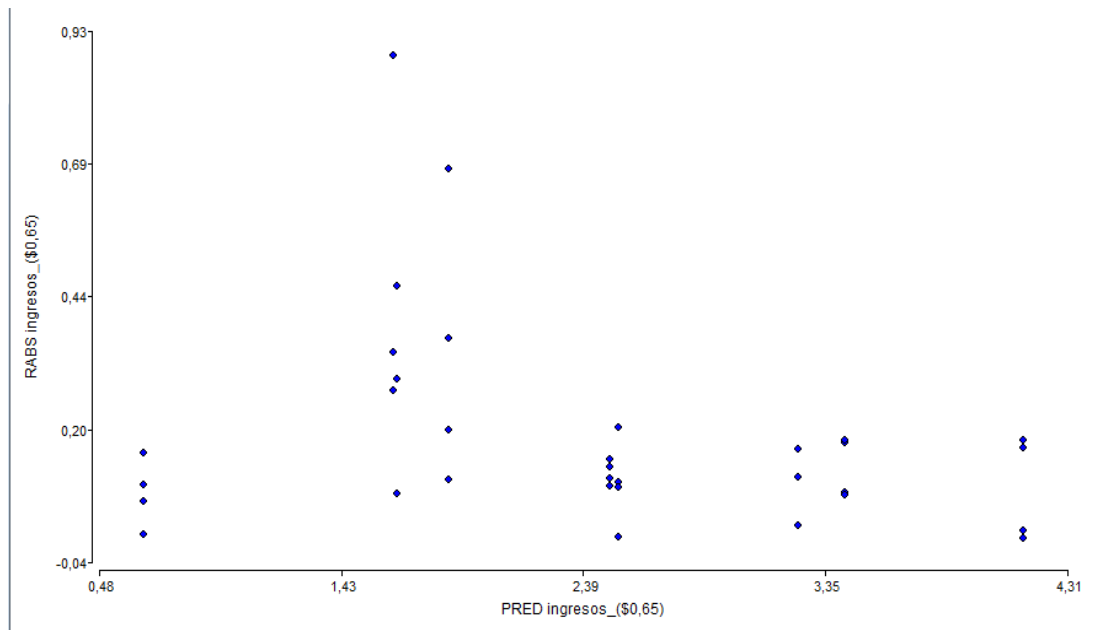
Homocedasticidad de varianzas para la eficacia

ANEXO F: NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD PARA LOS INGRESOS

Variable	p - valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Ingresos	0,54	0,001



Normalidad para la variable ingresos



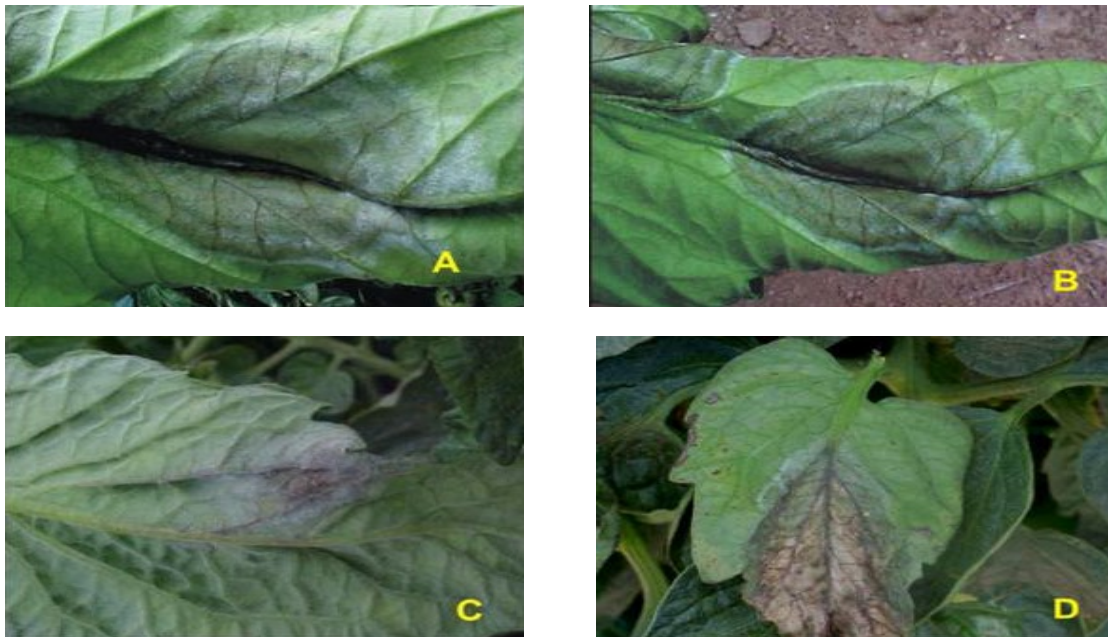
Homocedasticidad de varianzas para los ingresos

ANEXO G: INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD EN PLANTAS DE TOMATE RIÑÓN



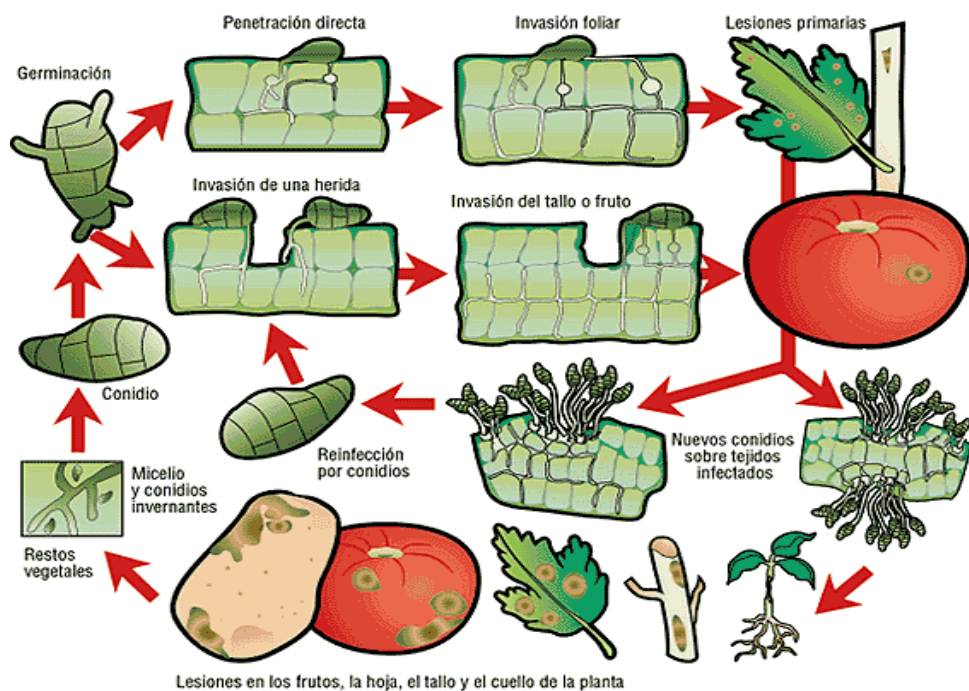
Síntomas de *Phytophthora infestans* en hojas (a). Tallos (b). Frutos (c).

ANEXO H: VARIABLE SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD EN PLANTAS DE TOMATE RIÑÓN.



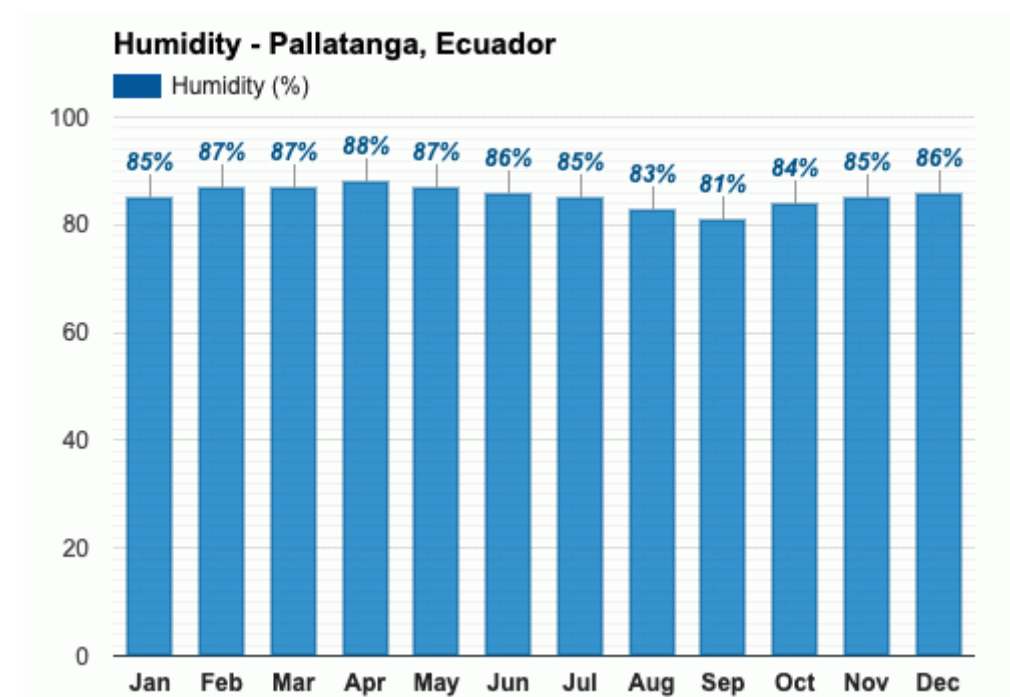
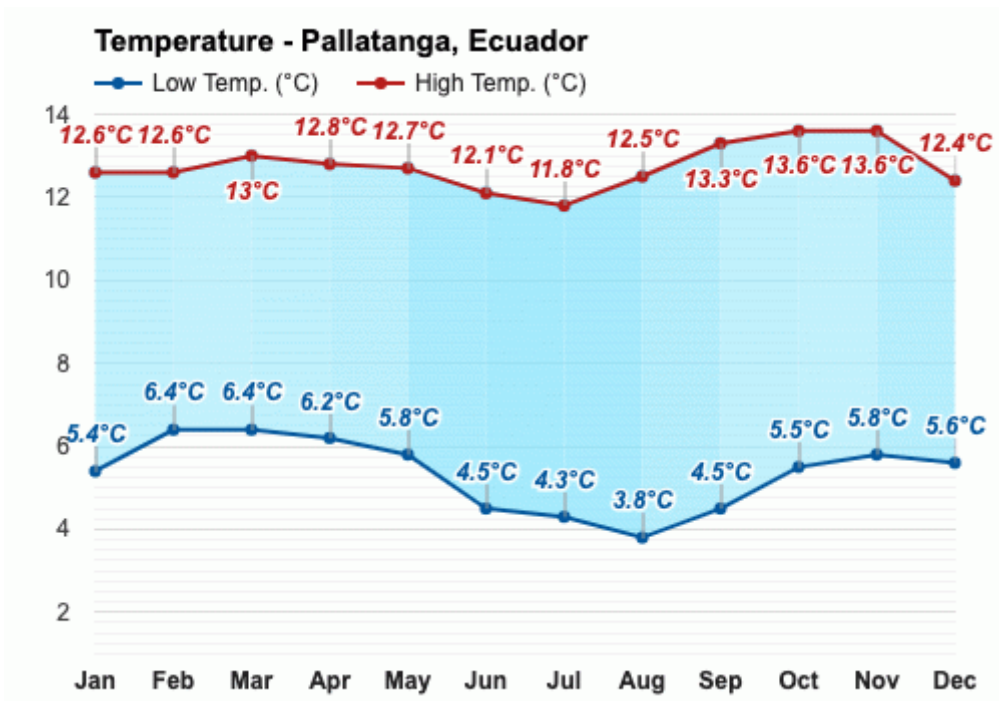
Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) causando lesiones en hojas (A, B, C, D y gravedad de las mismas.

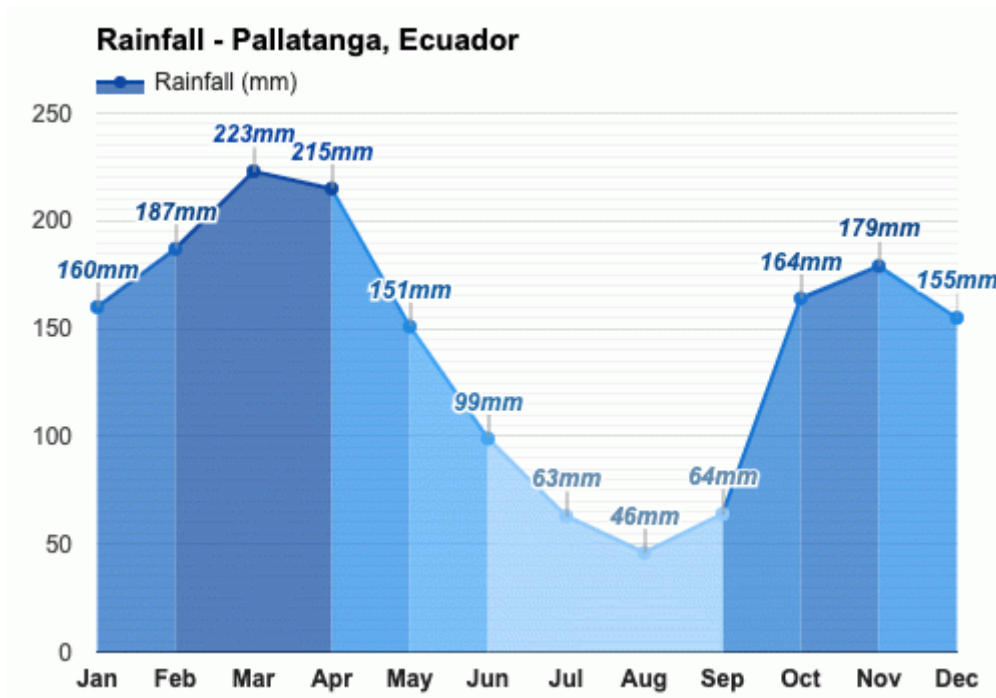
ANEXO I: CICLO BIOLÓGICO DE *Phytophthora infestans* EN PLANTAS DE TOMATE RIÑÓN



Fuente: <https://enfermedadesdeltomate1.blogspot.com/2014/12/tizon-tardio-del-tomate-phytophthora.html>

ANEXO J. TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACION DEL CANTON PALLANTAGA EN EL AÑO 2021





Fuente: <https://www.weather-atlas.com/es/ecuador/pallatanga-clima>

ANEXO K: COSTOS DE PRODUCCIÓN

COSTOS DE PRODUCCION POR TRATAMIENTO				
tratamientos	materiales	cantidad	costos unitario (\$)	costo total (\$)
1	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	kyralaxyl,	1	10	10
	Dimetomorph	1	11	11
	Fluazinam	1	15	15
	Propamocarb	1	18	18
	otros	-	-	34
2	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	kyralaxyl,	1	10	10
	Dimetomorph	1	11	11

	Fluazinam	1	15	15
	fosfitos de potasio	1/2	40	20
	Propamocarb	1	18	18
	otros	-	-	46
3	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	kyralaxyl,	1	10	10
	Dimetomorph	1	11	11
	Fluazinam	1	15	15
	Propamocarb	1	18	18
	otros	-	-	18
4	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	kyralaxyl,	1	10	10
	Dimetomorph	1	11	11
	Fluazinam	1	15	15
	fosfitos de potasio	1/2	40	20
	Propamocarb	1	18	18
	otros	-	-	21
5	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	Dióxido de cloro	2	16	32
	otros	-	-	41
6	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12

	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	Dióxido de cloro	2	16	32
	otros	-	-	33
7	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	Agua ozonizada	1	30	30
	otros	-	-	47
8	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	Agua ozonizada	1	30	30
	otros	-	-	40
9	palos	20	0,2	4
	plántulas	80	0,15	12
	estacas	8	0,25	2
	hilo	1	5	5
	otros	-	-	37

ANEXO L: PREPARACIÓN DEL SUELO PARA LA SIEMBRA DE PLANTAS DE TOMATE RIÑÓN



ANEXO N: PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN PLANTAS DE TOMATE RIÑÓN





ANEXO Ñ: DETECCIÓN Y MONITOREO DE LA PRECENCIA DE *Phytophthora infestans* EN PLANTAS DE TOMATE RIÑÓN



**ANEXO O: DETERMINACIÓN DL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS
EVALUADOS.**

