



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**CONTROL QUÍMICO DEL AGENTE CAUSANTE DE LA PUDRICIÓN  
DE TALLO EN PORTAINJERTOS DE LIMA PERSA**

**TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA  
ZELTZIN MONZERRATH PREZA MEZA**

**DIRECTORA DE TESIS  
DRA. CARMELA HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ**

**San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Julio de 2023**



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**CONTROL QUÍMICO DEL AGENTE CAUSANTE DE LA PUDRICIÓN  
DE TALLO EN PORTAINJERTOS DE LIMA PERSA**

**TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA  
ZELTZIN MONZERRATH PREZA MEZA**

**DIRECTORA DE TESIS  
DRA. CARMELA HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ**

**ASESORES  
DR. RAÚL BERDEJA ARBEU  
MC. FABIEL VÁZQUEZ CRUZ**

**San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Julio de 2023**

La presente tesis titulada: **Control químico del agente causante de la pudrición del tallo en portainjertos de lima Persa** y realizada por **Zeltzin Monzerrath Preza Meza**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Dra. Carmela Hernández Domínguez

\_\_\_\_\_

Asesor: Dr. Raúl Berdeja Arbeu

\_\_\_\_\_

Asesor: MC. Fabiel Vázquez Cruz

\_\_\_\_\_

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Julio de 2023.

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico BUAP-CA-355 denominado: **Agrobiotecnología y recursos naturales** y de la Línea de Investigación: **Biotecnología, conservación y protección vegetal**. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi corazón quiero dedicar esta tesis especialmente a mis padres.

Beatriz Meza Sánchez, quien fue mi principal fuente de apoyo, eres ejemplo de resiliencia y pilar en mi vida, gracias mamá por siempre creer en mí, estoy agradecida con Dios de haberme mandado a mí como tu hija, gracias por los momentos de risa, de tristeza y ser mi consuelo en momentos difíciles, por ser mi amiga, por escucharme y aconsejarme siempre, gracias por la confianza que siempre has tenido conmigo, pues nuestra relación de madre e hija me ha permitido ser la mujer quien soy ahora y todo te lo debo a ti, mis palabras se quedan cortas con todo lo que tú has hecho por mí, gracias infinitas gracias a ti, mi madre querida, es por eso que quiero dedicarte este logro, siempre serás mi motivación y que sepas que tus sacrificios no son en vano, pues en esta tesis también está tu esfuerzo, tu valentía, tu carisma y amor, te admiro como madre y mujer, te amo con todo el corazón.

Jorge Preza Vargas, mi padre, quien siempre me apoyo sin condiciones y procurar que no me faltara nada, y que a pesar de su cansancio siempre me recibe con una sonrisa aun teniendo días malos y pasar horas trabajando en el calor, gracias papá por tu esfuerzo de cada mañana salir a trabajar desde temprano, por tus sacrificios que gracias a ellos nunca nos faltó el pan en la mesa, aprecio siempre tus consejos y tus oraciones, gracias a Dios estamos

culminando una etapa más en mi formación académica, aquí está tu sudor, tu valentía y cansancio, Dios bendiga tu camino siempre. Te amo papito.

### **A mi familia**

Mi abuelita Valentina Sánchez Martínez por ser mi segundo hogar y por tu cálido cariño, te quiero mucho.

Mi abuelito Rosalino Meza González, quien hizo mi infancia divertida, besos hasta el cielo tatita. Te quiero y te extraño mucho.

Mi hermano Jorge Ángel Preza Meza por los momentos de risas y tu disponibilidad de tiempo.

### **A las personas de mi vida**

Mis amistades José Eduardo Méndez Guerrero e Ivette Pérez Preza aprecio mucho sus buenos consejos y su cariño incondicional, por abrirme las puertas de su hogar y con su familia, son mis mejores amigos, los aprecio bastante y siempre los llevo en mi corazón, los quiero mucho.

Gerardo Reyes Tejeda por estar conmigo en mis buenos y malos momentos, por ser mi apoyo y mostrarme lo bonito del amor.

Estoy muy agradecida con Dios por sus maneras de obrar en mi vida, por ponerme con personas nobles y sabias en mi trayectoria de vida y académica. Gracias señor por la fortaleza que me das y la vida que disfruto cada día.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi casa de Estudios**

Le agradezco a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por ser parte de ella y abrirme las puertas de su campo científico, al mismo tiempo agradecer a cada docente por su dedicación y tolerancia, por sus conocimientos compartidos, los llevare conmigo en mi transitar profesional.

### **A mi consejo particular**

Dra. Carmela Hernández Domínguez le agradezco por su dedicación, paciencia, conocimientos y apoyo incondicional para brindarme la oportunidad de elaborar este trabajo de investigación, por sus palabras y correcciones que siempre fueron útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado.

Dr. Raúl Berdeja Arbeu, le agradezco su amistad al igual que la de su papá M. en C. Raúl Berdeja Parra, gracias por abrirme las puertas de su hogar, por sus sabios consejos, apoyo y guía en campo abierto, gracias por compartir sus aprendizajes sin límites, los estimo mucho.

M.C. Fabiel Vázquez Cruz, por contribuir con sus observaciones de forma significativa e inteligente, le agradezco por su amistad a lo largo de mi formación académica.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRAC .....	iv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
4.1. Origen del cultivo de lima Persa .....	5
4.2. Importancia del cultivo.....	5
4.3. Taxonomía del cultivo de lima Persa .....	5
4.4. Morfología del cultivo de lima Persa .....	6
4.5. Problemática en la producción de lima Persa.....	6
4.6. Hongos presentes en el cultivo de lima Persa .....	7
4.7. Taxonomía de <i>Phytophthora spp</i> .....	8
4.8. Trabajo de investigación sobre de <i>Phytophthora spp</i> .....	8
4.9. Ciclo biológico y morfología del patógeno <i>Phytophthora parasítica</i> .....	9
4.10. Control del patógeno <i>P. parasítica</i> .....	9
4.10.1. Control biológico.....	10
4.10.2. Control Cultural.....	10
4.10.3. Control químico.....	10



<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	12
5.1. Establecimiento del experimento .....	12
5.1.1. Ubicación.....	12
5.1.2. Material vegetal .....	12
5.1.3. Manejo del experimento .....	123
5.2. Muestreo de material vegetal para la detección de presencia del agente causante de la pudrición de corteza de portainjertos de lima Persa .....	13
5.2.1. Etapa 1: Muestreo antes del tratamiento con fungicida de ingrediente activo Fosetil aluminio .....	13
5.2.2. Etapa 2: Muestreo después del tratamiento con fungicida .....	17
5.3. Diseño experimental y análisis estadístico .....	17
5.3.1. Prueba t student para dos muestras relacionadas .....	18
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	19
6.1. Aislamiento e identificación del agente causal .....	19
6.2. Incidencia de <i>P. parasítica</i> antes de la aplicación de Fosetil aluminio.....	20
6.3. Supervivencia de <i>P. parasítica</i> en corteza de árbol de lima Persa antes y después del tratamiento con Fosetil aluminio .....	21
6.4. Rendimiento y calidad de fruto .....	21
<b>VII. CONCLUSIÓN</b> .....	24
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b> .....	25
<b>IX. ANEXOS</b> .....	28

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Tres hongos importantes que atacan al cultivo de lima Persa.....	7
<b>Cuadro 2.</b> Escala visual de daño de <i>Phytophthora spp</i> .....	8
<b>Cuadro 3.</b> Muestreo de frutos.....	13
<b>Cuadro 4.</b> Valores obtenidos de la estadística de la prueba t muestras relacionadas con $\alpha = 0.05$ .....	18
<b>Cuadro 5.</b> Resultados del análisis de cosecha antes del tratamiento comparación de medias por la prueba Tukey.....	19
<b>Cuadro 6.</b> Resultados del análisis de cosecha después del tratamiento con comparación de medias por la prueba de Tukey.....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
<b>Figura 1.</b> Ubicación del rancho San Antonio.....	11
<b>Figura 2.</b> Colecta de corteza de árboles de lima Persa.....	14
<b>Figura 3.</b> Observación del microorganismo en el microscopio.....	14
<b>Figura 4.</b> Medición de la variable de peso de fruto antes del tratamiento.....	16
<b>Figura 5.</b> Medición de la variable de diámetros de fruto antes de la aplicación de Fosetil aluminio.....	16
<b>Figura 6.</b> Aplicación del fungicida con el ingrediente activo Fosetil aluminio al follaje.....	17
<b>Figura 7.</b> Características de definen a <i>P. parasítica</i> : a) Crecimiento algodonoso, b) esporangios globosos y papilados, c) clamidosporas formadas del micelio, d) micelio liso.....	19
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de incidencia de <i>P. parasítica</i> en 11 árboles de tres variedades de lima Persa .....	20

## RESUMEN

La lima Persa (*Citrus latifolia*) es el principal cultivo en Martínez de la torre, Veracruz, sin embargo, la enfermedad de gomosis disminuye su rendimiento. En la presente investigación se evaluó la efectividad del fungicida Fosetil aluminio al 80 % en dosis de 4 g L<sup>-1</sup>. Para el estudio, se evaluó el porcentaje de presencia del agente causal en tres variedades (Volkameriana, C35 y Carrizo), para esto se obtuvo tejido dañado del tallo y se obtuvieron diez aislados, además, se evaluó la calidad de 20 frutos tomados al azar en 11 árboles de cada variedad. Las variables medidas antes y un mes después de la aplicación fueron, porcentaje de incidencia, peso de fruto, grosor de cascara, diámetro polar, diámetro ecuatorial y relación diámetro polar / diámetro ecuatorial. Los resultados de incidencia de la enfermedad mostraron que la variedad Volkameriana fue 55 % más susceptible que carrizo y C35, sin embargo, en esta variedad se observó control de *P. parasítica*, después de la aplicación. Con respecto a calidad y rendimiento en carrizo y c35 los frutos de los árboles sanos tuvieron mejor peso y diámetro ecuatorial que los frutos de los árboles enfermos. Después del tratamiento en árboles enfermos solo se observó un ligero incremento en peso de fruto en volkameriana. En conclusión, de acuerdo a este estudio no todas las variedades de lima persa responden de la misma manera al control de *P. parasítica* con Fosetil aluminio.

**Palabras claves:** *Citrus latifolia*, *Phytophthora parasítica*, Fosetil aluminio

## ABSTRAC

Persian lime (*Citrus latifolia*) is the most important crop in Martínez de la Torre, Veracruz, however, gummosis disease decreases the crop yield. In this work, the effectiveness of fungicide fosetyl aluminum 80% doses of 4 g L<sup>-1</sup> to control gomosis was investigated. For this study, the percentage of causative agent present was evaluated, for this we collected in the varieties (Volkameriana, C35 and Carrizo), damaged stem tissue, ten isolates were obtained additionally, the quality of 20 fruits taken at random in 11 trees of each variety was evaluated. The variables measured before and one month after application were, percentage of incidence, fruit weight, shell thickness, polar diameter, equatorial diameter and polar diameter / equatorial diameter ratio. The results of incidence of the disease showed that the variety Volkameriana was 55 % more susceptible than reed and C35, however, in this variety the control of *P. parasitica* was observed, after the application. With respect to quality and yield in Carrizo and C35 the fruits of healthy trees had better weight and equatorial diameter than the fruits of diseased trees. After treatment on diseased trees only a slight increase in fruit weight was observed in volkameriana. In conclusion, according to this study not all varieties of Persian lime respond in the same way to the control of *P. parasitica* with Fosetyl aluminum.

**Key words:** *Citrus latifolia*, *Phytophthora parasitica*, Fosetyl aluminum

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de los cítricos, la lima Persa destaca por su importancia comercial, industrial, medicinal y en la alimentación humana, ya que fortalece las defensas del organismo por su aportación de vitaminas y sus componentes que ayudan a la circulación del cuerpo (Valencia y Duana, 2019).

La lima Persa (*Citrus latifolia Tanaka*), o limón sin semilla, es originario del sudeste asiático, es un fruto tropical y se cultiva en varias partes del mundo por lo que es el cultivo de mayor importancia económica. Dentro de los principales países exportadores de este fruto se encuentran España, México, Turquía y Argentina (Rocha *et al.*, 2019).

En México, se siembran 101,958 hectáreas y se cultivan 95, 804 hectáreas, con un rendimiento de 15. 41 toneladas por hectárea (SIAP, 2020) y el principal productor es el estado de Veracruz, con un rendimiento de 16.72 toneladas por hectárea y un valor de producción estimado 4 929, 603.18 miles de pesos (SIAP, 2020).

Unos de los principales municipios productores de lima Persa en el estado de Veracruz es el Municipio de Martínez de la Torre, el cual se caracteriza por producir frutos casi todo el año. Debido a esto, éste fruto es una fuente generadora de oportunidades laborales (Medina *et al.*, 2003). Sin embargo, a pesar de su importancia, existen problemas que disminuyen su rendimiento, por ejemplo, la enfermedad conocida como gomosis o podredumbre de pie, generada por *Phytophthora parasítica* (*P. parasítica*) que es el patógeno causante de la marchitez repentina.

Esta enfermedad destruye las raíces en algunos portainjertos, por lo tanto, la absorción de agua y nutrientes disminuye de tal manera que los árboles crecen dañados, manifestando secreción gomosa en las ramas o/y troncos, un declive lento hasta provocar la muerte total de la planta (Escalante *et al.*, 2001).

El naranjo Agrio (*Citrus aurantium*) se ha considerado el portainjerto más resistente a la gomosis por su fácil adaptación a diferentes tipos de suelo, sin embargo, resulta susceptible al virus de la tristeza por lo que se emplean otros patrones como, Troyer, Volkameriana, Swingle, Cleopatra con cierta tolerancia a la podredumbre de pie o gomosis y al virus de la tristeza y de esa manera se afronta la problemática por esta enfermedad (Acosta *et al.*, 2012).

Otra manera de controlar la gomosis es la aplicación de fungicidas sistémicos y de contacto como; fosetil aluminio y mancozeb directamente al tronco y ramas (Álvarez *et al.*, 2008), sin embargo, a pesar de la integración de estas formas de control, el problema se sigue presentando constantemente. Por lo anterior, en este trabajo se plantea los siguientes objetivos.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Evaluar la efectividad del fungicida Fosetil aluminio con aplicaciones foliares para detener el avance de la podredumbre del tallo dañado de portainjertos de lima Persa.

### 2.2. Objetivos específicos

- Aislar el agente causal de la podredumbre de la corteza dañada del portainjertos de lima Persa e Identificarlo con claves taxonómicas.
- Realizar aplicaciones de Fosetil aluminio en follaje con dosis de  $4 \text{ g L}^{-1}$  para incrementar la calidad y rendimiento de frutos.
- Determinar la sobrevivencia del patógeno en corteza dañada de lima Persa después del tratamiento con el fungicida Fosetil aluminio.



### III. HIPÓTESIS

La causa de la podredumbre del tallo en cultivos de lima Persa es *Phytophthora parasítica*, y el avance de síntomas se controlará con el ingrediente activo Fosetil aluminio

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Origen del cultivo de lima Persa

Los cítricos son originarios de una zona de Asia que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia (Murcia *et al.*, 2020).

### 4.2. Importancia del cultivo

Los cítricos son el cultivo de mayor importancia en la fruticultura mexicana, tanto por los estados de la República que se dedican al cultivo, como por los empleos que genera por la producción, la industria y la comercialización nacional e internacional (Valencia y Duana, 2019).

A nivel mundial India ocupa el primer lugar como productor de limón con 3 millones de toneladas, seguido de México con 2.8 millones de toneladas y en tercer lugar se encuentra china con 2.7 millones de toneladas (Orús, 2022).

Los estados productores en el país son Veracruz, Oaxaca, Jalisco, Tabasco y Yucatán, siendo Veracruz el principal productor con un rendimiento de 16.72 t·ha<sup>-1</sup> y 47,959.31 ha<sup>-1</sup> de lima Persa. La lima Persa por su calidad del fruto es el cítrico con alto potencial de desarrollo en el municipio de Martínez de la Torre, y más del 70 % es destinado para exportación a Estados Unidos, Europa y Asia. A demás, por su producción todo el año, es una de las principales fuentes de trabajos para las familias de la región (Berdeja *et al.*, 2016).

### 4.3. Taxonomía del cultivo de lima Persa

La lima Persa dentro de los frutos cítricos tiene la siguiente clasificación taxonómica:

**Familia:** Rutáceas

**Género:** *Citrus*

**Especie:** *latifolia*

**Reino:** Plantae

**Clase:** Dicotiledóneas

**Subclase:** Arquiclamídeas

**Orden:** Geraniales

**Nombre Científico:** *Citrus latifolia* L.

#### 4.4. Morfología del cultivo de lima Persa

La lima Persa es un híbrido que se obtuvo de forma natural, entre la especie *Citrus aurantifolia* y otra especie cítrica que todavía no ha sido identificada. Es una planta que se desarrolla y produce bien en clima tropical y subtropical. El árbol es de copa redonda, densa y simétrica, puede crecer dependiendo del portainjerto seleccionado, sin embargo, se prefiere tener árboles de mediano o pequeño tamaño, eso mediante el uso de patrones o el uso de podas (Murcia *et al.*, 2020).

**Ramas:** Sus ramas tienen un crecimiento libre por lo que pueden caer al suelo, motivo por el cual las prácticas de podas son esenciales para el cultivo.

**Hojas:** Las hojas son unifoliadas, enteras, elípticas, pecioladas, alternas y separadas, su color pasa de verde claro en hojas jóvenes a un verde oscuro en hojas maduras (Murcia *et al.*, 2020).

**Fruto:** Las plantas de lima Persa producen fruto casi continuamente, debido a que tienen varias floraciones durante el año; sin embargo, su volumen de producción no se reparte uniformemente, sino que existe un periodo de alta producción y baja producción, raras veces los frutos tienen semillas (Almaguer *et al.*, 2011)

**Raíz:** El sistema radical del limón tiene una raíz pivotante que se ancla al árbol, es una raíz vertical con crecimiento longitudinal espesas y duras, tiene color externo blancuzco, al desarrollarse nuevas raíces la raíz principal va perdiendo sus pelos absorbentes, por lo que desaparece la función de absorción y se convierte en órganos de sostén y conducción (Sequera, 2000). Las principales funciones que la raíz realiza son: absorción, conducción, almacenamiento, fijación y respiración (Sequera, 2000). Bajo la copa del árbol después de 60 cm de la superficie se encuentra la mayor densidad de raíces que van disminuyendo desde el tronco hasta la zona de goteo (Contreras *et al.*, 2008).

#### 4.5. Problemática en la producción de lima Persa

Los principales problemas en la producción de lima Persa son de plagas y enfermedades, además de que los productores reciben precios bajos por su producto eso debido a la ineficiencia de los canales de comercialización, deficiencias nutricionales, prácticas agronómicas que no son adecuadas para promover la floración, la selección errónea de portainjertos cuando se busca

para una condición específica, donde se puede llegar a perder la oportunidad de lograr mayor productividad, se busca seleccionar portainjertos apropiados para un rendimiento y calidad de fruta aceptable, y que sea resistente a enfermedades y daños causados por hongos, virus y bacterias tales como; *Lasiodiplodia theobromae*, *Huanglongbing Candidatus Liberibacter spp.*, Virus de la tristeza de los cítricos y *Phytophthora spp.* (Curti *et al.*, 2012).

#### 4.6. Hongos presentes en el cultivo de lima Persa

El cultivo de lima Persa (*Citrus latifolia tan*) es dañado debido a hongos fitopatógenos (Cuadro 1), los cuales causan lesiones en las hojas, canchros, necrosis, pudriciones de raíces, pedúnculos y frutos, marchitez, muerte de ramas y muerte regresiva, enfermedades y reducir su producción (Polanco *et al.*, 2019).

**Cuadro 1. Tres hongos importantes que atacan al cultivo de lima Persa.**

Hongos	Sintomatología
Antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> )	Ataca principalmente al fruto y brotes florales, causa la caída prematura del fruto y se manifiesta en hojas como lesiones redondas con bordes cafés oscuros
Gomosis o podredumbre de pie ( <i>Phytophthora spp.</i> )	Daña parte del tronco y ramas, segregando una goma resinosa, provoca la pudrición de las raíces y aguado de los frutos, es típico en plantas leñosas cuando se presentan daños mecánicos o por estrés hídrico.
Fumagina ( <i>Capnodium sp.</i> )	Puede afectar las hojas, ramas y frutos, causa un ennegrecimiento superficial, reduciendo la fotosíntesis lo que provoca la caída de hojas y frutos, es causada por los insectos chupadores al alimentarse

Fuente: Murcia *et al.* (2020).

#### 4.7. Taxonomía de *Phytophthora spp.*

Pertenece a la familia Peronosporaceae y es un oomiceto cosmopolita de condiciones subtropicales y tropicales. Se puede hospedar en plantas herbáceas y especies maderables. Dentro de los cultivos de cítricos afectados por el patógeno se pueden relacionar las especies como lo son: *P. nicotianae*, *P. citrophthora*, *P. palmivora* y *P. parasítica* Dastur (Murcia *et al.*, 2020).

#### 4.8. Trabajo de investigación sobre de *Phytophthora spp.*

Murcia *et al.* (2020) menciona que en trabajos desarrollados en Agrosavia en lima ácida Tahití, en cinco localidades, se registró la presencia de *P. nicotianae* y *P. parasítica* en los portainjertos Carrizo, Cleopatra, Citrumelo, Kryder y Volkameriana. Para evaluar la incidencia de gomosis, se utilizó la escala visual descrita por Orozco-Santos (1995) que presenta cuatro niveles de daño (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Escala visual de daño de *Phytophthora spp.***

Nivel	Descripción
0	Árbol sano
1	Lesiones activas: abultamientos de corteza y formación de goma
2	Agrietamiento visible, con exposición de leña y pudrición de corteza
3	Presencia de canchales bien definidos y destrucción del leño
4	Árbol muerto

Fuente: Basada en Orozco-Santos (1995)

Mismas investigaciones en Agrosavia por Murcia *et al.* (2020) valoraron la presencia de gomosis en los portainjertos como Carrizo, Citrumelo, Sunki, Kryder y Volkameriana injertados con lima ácida Tahití en cuatro localidades del país de Colombia: Palmira, Nataima, Lebrija y La Libertad. Mencionan que la incidencia de gomosis osciló entre el 0 % y 100 %, en los portainjertos Sunki en Palmira, y Carrizo en la localidad de Nataima. Los huertos menos

afectados fueron Palmira (0 % - 10.5 % de incidencia) y Lebrija (12.5 % - 29.1 %), y los más afectados La Libertad (9.0 % - 47.8 %) y Nataima (81.2 % - 100 %). Esto quiere decir que la respuesta del portainjerto a *Phytophthora* spp. se relaciona con las condiciones ambientales.

#### **4.9. Ciclo biológico y morfología del patógeno *Phytophthora parasítica***

Se caracteriza por ser un patógeno típico de las raíces, su ciclo de vida consiste en producir esporangios asexuales, zoosporas y clamidosporas, las zoosporas son producidas por los esporangios y son células sin pared con dos flagelos por los que les permite deslizarse (Drenth y Guest, 2013).

*P. parasítica* puede sobrevivir en los desechos de las raíces afectadas, cuando la corteza se encuentra en estado de descomposición, la producción de clamidosporas aumenta y permiten persistir por periodos más largos, cuando las condiciones se vuelven favorables las clamidosporas germinan y producen esporangios y zoosporas (Murcia *et al.*, 2020).

La manera de infectarse por *Phytophthora* es porque los esporangios y las zoosporas se dispersan por salpicaduras y se adhieren en la superficie de la raíz del árbol, iniciando la podredumbre en la raíz incluso hasta la muerte de los árboles cítricos durante la temporada de lluvias abundantes y excesos de humedad (Medina *et al.*, 2001).

Los portainjertos pueden ser susceptibles a la infección dependiendo de la variedad, las condiciones agroecológicas y prácticas agronómicas del cultivo. Reportes de Roose (2014), describen que C35, Swingle, Sour Orange, Macrophylla y los trifoliados son tolerantes, Troyer y Carrizo son de tolerancia intermedia y Cleopatra, Rough Lemon y Volkameriana son susceptibles, pero las condiciones tropicales, los grados de resistencia pueden variar por la interpretación del genotipo y las condiciones del ambiente (Murcia *et al.*, 2020).

#### **4.10. Control del patógeno *P. parasítica***

El género *Phytophthora parasítica* ataca a especies cítricas afectando los tejidos que conducen la savia desde las raíces hasta el tronco. Da a conocer López *et al.* (2007) que los naranjos dulces y otros cítricos son susceptibles a la enfermedad llamada gomosis, el naranjo Agrio (*Citrus aurantium*) se le considera el mejor portainjerto por resistencia a la gomosis, sin embargo, para el control de la enfermedad se realiza un manejo integrado en el que se incluye el control biológico, cultural y químico.

#### **4.10.1. Control biológico**

Beneduzi *et al.* (2012) describe que el control biológico es una alternativa que consiste en el uso de microorganismos o antagonistas naturales de una plaga o patógeno, con el fin de reducir o eliminar los efectos nocivos sobre la planta. De esta manera para el control biológico de gomosis se utilizan aplicaciones de *Trichoderma* al tallo del árbol en intervalos de 21 días durante un año, de esa manera se muestra una eficacia del 45% (Sáenz *et al.*, 2019).

#### **4.10.2. Control Cultural**

El control cultural es un complemento al control químico, esta práctica consiste en bajar los niveles de colonias del hongo, con labores agrícolas por ejemplo; tener un diseño de drenaje que evite la acumulación de agua en la base de los árboles, o evitar alternancias de periodos de sequía y riego abundante, en caso de aplicar algún tipo de riego, también es recomendable adquirir portainjertos de buena calidad fitosanitaria en viveros registrados, de igual importancia se debe sembrar plantas injertadas sobre patrones resistentes a la enfermedad (Restrepo *et al.*, 2012) como lo sugieren López *et al.* (2007) que para tolerar la gomosis y al virus de la tristeza, se puede emplear patrones de mandarina Cleopatra, limón Volkameriana y Swingle.

#### **4.10.3. Control químico**

Tomando en cuenta a Garran (1996) el control químico es el tipo de táctica más utilizada en el control de enfermedades y consiste en utilizar productos químicos que son medidas más rápidas y efectiva.

Para el manejo de la gomosis se han utilizado productos fungicidas de contacto que son efectivos compuesto de cobre y mancozeb, que son aplicados directamente sobre las zonas susceptibles antes de la infección, durante verano y otoño.

También se han aplicado fungicidas sistémicos como; fosetil aluminio y metalaxil. Al respecto, Pabón y Castaño (2015) mencionan que éstos productos tienen acción preventiva y curativa a diferencias de los compuestos de cobre y mancozeb y que poseen capacidad de translocación vascular ascendente y descendente.

Para aplicar estos productos se recomienda hacerlo a través del riego, donde puede inyectarse directamente al suelo bajo la copa del árbol o vía foliar, estos fungicidas funcionan

dependiendo de la fisiología de la planta, por lo que se recomienda ser aplicado durante primavera, verano u otoño (Pabón y Castaño, 2015).

Autores como Mitidieri *et al.* (2018) menciona que las aplicaciones de fosetil aluminio y metalaxil fueron efectivas cuando se aplicaron directamente al tronco y ramas principales.

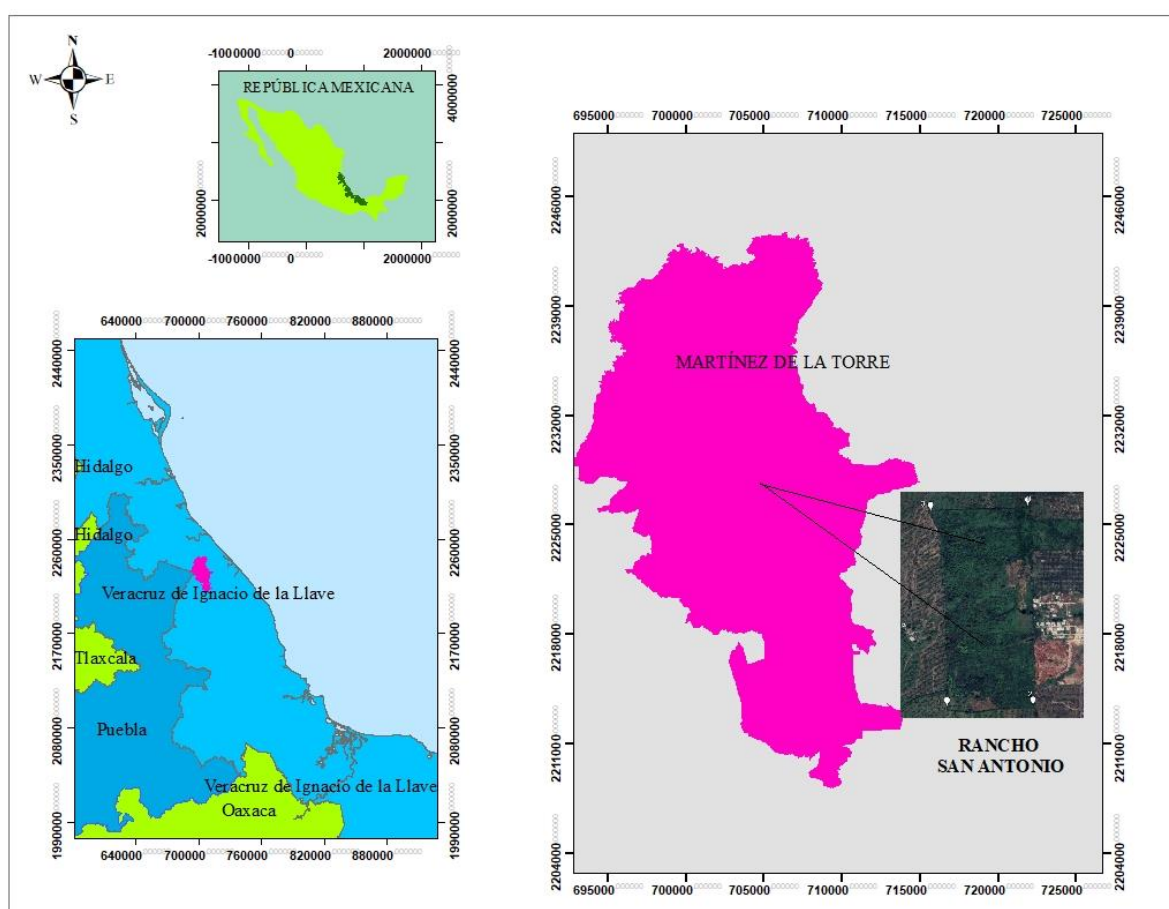


## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Establecimiento del experimento

#### 5.1.1. Ubicación

El experimento se realizó en el rancho San Antonio (Figura 1), ubicado en la Localidad El Diamante perteneciente al Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz (20° 05' 41.02" N, 97° 03' 25.01" O, 100 msnm). Con temperatura media anual arriba de 26 °C y precipitación media anual de 1,626 mm (García, 1987).



**Figura 1. Ubicación del rancho San Antonio.**

#### 5.1.2. Material vegetal

Se utilizaron árboles de lima persa de cinco años, injertados en tres tipos de portainjertos; Volkameriana, C35, Carrizo con distancia de plantación de 6 x 5 m, de estos portainjertos se

realizó un conteo y análisis visual de árboles con síntomas de marchitez en la corteza del árbol en una extensión de terreno de 2,500 m<sup>2</sup>, y del total de árboles con síntomas obtenidos se seleccionaron 11 árboles de cada portainjertos.

### **5.1.3. Manejo del experimento**

El 15 de agosto se realizó un control de maleza manual con machete, se controlaron plagas y enfermedades: se aplicó al follaje Bifentrina dos ml L<sup>-1</sup> más cuatro gramos de oxiclورو de cobre más 200 gramos de nitrato de magnesio, esta aplicación se realizó cada 45 días por la incidencia de plagas y enfermedades.

## **5.2. Muestreo de material vegetal para la detección de presencia del agente causante de la pudrición de corteza de portainjertos de lima Persa**

### **5.2.1. Etapa 1: Muestreo antes del tratamiento con fungicida de ingrediente activo Fosetil aluminio**

El 10 de septiembre del 2022 se realizó la etapa uno, donde se tomaron muestras de corteza y frutos.

Muestreo de corteza: Se tomó una muestra 10 x 10 mm de corteza de los tres árboles de cada portainjerto con síntomas (Figura 2), las cuales se introdujeron en una bolsa tipo ziploc de 20 x 25 cm y se resguardaron en una hielera de unicel con conservadores de temperatura, y se llevaron al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para su identificación donde se siguió la metodología descrita por Agrios (2004) la cual se describe a continuación: Las cortezas colectadas se cortarán en trozos de 0.5 x 0.5 cm , cada trazo se colocará sobre medio de cultivo V-8 (Anexo 1) preparado de acuerdo a la metodología descrita por Tuite (1969).

Las cajas Petri preparadas con V-8 más los trozos de tejido infectado fueron incubados a 30 +/- 2 °C, hasta observar presencia de microorganismos, de los cuales se tomó una pequeña muestra y se aislaron en cajas Petri con medio nuevo, de igual manera fueron incubados a la temperatura antes mencionada hasta observar características morfológicas propias se retiró de la incubadora y en un área estéril, se colocó una pequeña muestra del microorganismo en un portaobjeto con azul de lactofenol y se cubrió con una laminilla de cristal para posteriormente

observarse en el microscopio con el objetivo de 40x (Figura 3). Las características observadas se compararán con las claves taxonómicas de Stamps *et al.* (1990).



**Figura 2. Colecta de corteza de árboles de lima Persa.**



**Figura 3. Observación del microorganismo en el microscopio.**

Muestreo de frutos: De cada grupo de árboles sanos y enfermos de cada tratamiento se tomaron 20 frutos al azar (Figura 4) y se evaluaron las siguientes variables (Cuadro 3).

Peso de fruto: Se pesó con una báscula digital registrando los valores en gramos

Grosor de la cáscara: El fruto se cortó por mitad en la zona ecuatorial y se midió con vernier en centímetros el grosor de cáscara.

Diámetro ecuatorial: Con vernier se midió en milímetros en la parte media de fruto.

Diámetro polar: Con vernier se midió en milímetros la longitud de fruto.

Relación diámetro ecuatorial / polar: Se dividió el diámetro ecuatorial entre el diámetro polar.

**Cuadro 3. Muestreo de frutos**

<b>Tipo de portainjerto</b>	<b>Árboles Sanos</b>	<b>Árboles enfermos</b>
C35	Peso de fruto	Peso de fruto
	Grosor de fruto	Grosor de fruto
	Diámetro ecuatorial	Diámetro ecuatorial
	Diámetro polar	Diámetro polar
	Relación Diámetro ecuatorial/polar	Relación Diámetro ecuatorial/polar
Carrizo	Peso de fruto	Peso de fruto
	Grosor de fruto	Grosor de fruto
	Diámetro ecuatorial	Diámetro ecuatorial
	Diámetro polar	Diámetro polar
	Relación Diámetro ecuatorial/polar	Relación Diámetro ecuatorial/polar
Volkameriana	Peso de fruto	Peso de fruto
	Grosor de fruto	Grosor de fruto
	Diámetro ecuatorial	Diámetro ecuatorial
	Diámetro polar	Diámetro polar
	Relación Diámetro ecuatorial/polar	Relación Diámetro ecuatorial/polar



**Figura 4. Medición de la variable de peso de fruto antes del tratamiento**



**Figura 5. Medición de diámetros de fruto con vernier antes de la aplicación de Fosetil aluminio.**



Aplicación de Fungicida a portainjertos: El 11 de septiembre de 2022 se aplicó al follaje de los árboles el ingrediente activo fosetil aluminio 80 % en dosis de cuatro gramos por litro de agua. Se utilizó una aspersora manual de 20 litros marca Jacto.



**Figura 6. Aplicación del fungicida con el ingrediente activo Fosetil aluminio al follaje.**

### **5.2.2. Etapa 2: Muestreo después del tratamiento con fungicida**

El 29 de noviembre de 2022 se evaluó la calidad de fruto con las mismas variables de igual manera que en la etapa uno, donde también se tomó muestras de corteza para verificar la presencia o ausencia de la enfermedad y poder observar diferencias antes y después del tratamiento.

### **5.3. Diseño experimental y análisis estadístico**

El diseño experimental fue completamente al azar, para las variables de presencia y ausencia de daño por gomosis, y dentro de la parcela fue un muestreo dirigido a los árboles con presencia de la enfermedad y los datos obtenidos se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis para comparar el efecto de los tres tratamientos a través de la comparación de medianas por la prueba

de Tukey. Para evaluar las variables peso de fruto, grosor de cáscara, grados brix y número de frutos por metro cuadrado se compararon las medias de los grupos de tratamientos antes y después de la aplicación de fungicida con la prueba de T student a  $\alpha=0,05$ .

### 5.3.1. Prueba t student para dos muestras relacionadas

La prueba t student para muestras relacionadas o dependientes consiste en comparar las medias antes y después de un tratamiento de un mismo individuo.

Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

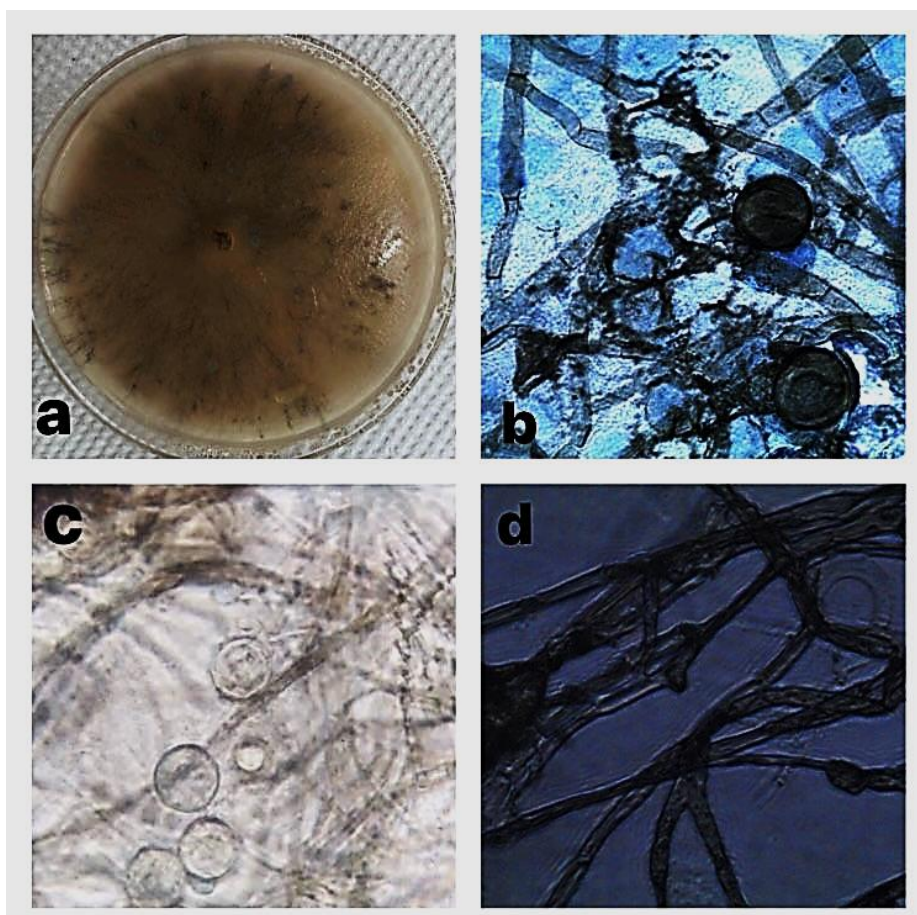
Donde:

(t) es igual al promedio de las diferencias, ( $S_d$ ) es la desviación estándar de las diferencias, ( $\bar{d}$ ) es el promedio de las diferencias y (n) es el número total de muestras pareadas

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Aislamiento e identificación del agente causal

Se obtuvieron 10 aislados de 11 árboles de tres variedades (Volkameriana, C35 y Carrizo) con lima Persa de cuatro años de producción. Los aislamientos mostraron un crecimiento algodonoso no muy elevado de color grisáceo (Figura 7a). En las observaciones microscópicas del tejido afectado, se encontró micelio liso (figura 7d), escasos esporangios de forma globosa y papilados (figura 7b) y clamidosporas (Figura 7c). La identificación se realizó con las claves taxonómicas de Stamps *et al.* (1990)

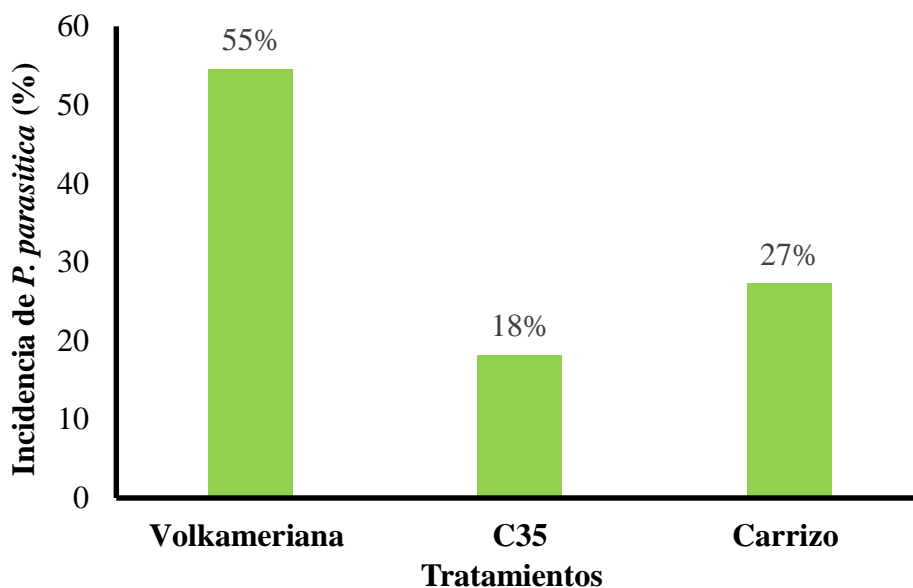


**Figura 7. Características de definen a *P. parasítica*: a) Crecimiento algodonoso, b) esporangios globosos y papilados, c) clamidosporas formadas del micelio, d) micelio liso.**



## 6.2. Incidencia de *P. parasítica* antes de la aplicación de Fosetil aluminio

El resultado muestra que el mayor porcentaje de incidencia de *P. parasítica* en árboles dañados se observó en la variedad Volkameriana con 55 %, seguido de Carrizo con 27 % y C35 con 18 % (Figura 8). Lo que muestra que Volkameriana es susceptible al ataque de *P. parasítica* a diferencia de C35 y Carrizo. Estos resultados concuerdan con Murcia *et al.* (2020) quienes mencionan que las incidencias de la enfermedad de *P. parasítica* varían por el tipo de portainjerto a utilizar, condiciones agroecológicas y prácticas agronómicas en el cultivo, sin embargo, de acuerdo con Drenth y Guest (2004) menciona que la infección por *P. parasítica* depende de las condiciones climáticas, que determina la agresividad del patógeno, ya que C35 es un patrón de tolerancia intermedia. Acosta *et al.* (2012) también hace mención que la incidencia es favorecida por los suelos pesados en el área citrícola por que retienen humedad en los perfiles de suelo por mayor tiempo, lo que indica un manejo regional inadecuado de la enfermedad.



**Figura 8. Porcentaje de incidencia de *P. parasítica* en 11 árboles de tres variedades de lima Persa.**

### 6.3. Supervivencia de *P. parasítica* en corteza de árbol de lima Persa antes y después del tratamiento con Fosetil aluminio

De acuerdo con la prueba de t muestras relacionadas se establecieron las siguientes hipótesis:

(Hipótesis nula)  $H_0$ : el porcentaje de presencia de *P. parasítica* antes de la aplicación es igual al porcentaje de presencia de *P. parasítica* después de la aplicación:  $P \geq 0.05$

(Hipótesis alterna)  $H_a$ : el porcentaje de presencia de *P. parasítica* antes de la aplicación es diferente al porcentaje de presencia de *P. parasítica* después de la aplicación:  $P \leq 0.05$

De acuerdo con estas hipótesis los resultados indicaron diferencias estadísticas significativas  $p \leq 0.05$  en la variedad Volkameriana, lo que indica que Fosetil aluminio, ayudó a controlar la presencia de *P. parasítica* en esta variedad, sin embargo, en las variedades Carrizo y C35 no hubo diferencia estadística significativa  $P \geq 0.05$ , lo que significa que Fosetil aluminio no tuvo efecto en estas dos variedades (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Valores obtenidos de la estadística de la prueba t muestras relacionadas con  $\alpha = 0.05$**

Variedad	Media de las diferencias	n	Desviación estándar	P valor
Volkameriana	65	5	12.58	0
Carrizo	-13	6	42.58	1
C35	-57	6	42.95	1

n: número total de muestras pareadas, P valor: probabilidad asociada al estadístico de prueba.

### 6.4. Rendimiento y calidad de fruto

Antes del tratamiento: De acuerdo con la prueba de Tukey los resultados indicaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades antes de la aplicación con Fosetil aluminio al 80 % (Cuadro 5) con respecto al peso de fruto en árboles sanos y enfermos, los frutos de los árboles sanos tuvieron mejor peso que los frutos de los árboles enfermos, de acuerdo con Pabón y castaño (2015) la enfermedad causada por *P. parasítica* puede reducir el

peso del fruto y los rendimientos tanto en árboles jóvenes como en adultos, con respecto al diámetro polar no hubo diferencias estadísticas significativas, sin embargo en diámetro ecuatorial hubo diferencias estadísticas significativas en las variedades C35 y Carrizo donde se observa que Carrizo tiene mejor diámetro ecuatorial cuando los árboles están sanos, Sáenz *et al.* (2019) menciona que dependiendo de la susceptibilidad del hospedero y otros factores, se puede producir un decaimiento progresivo durante el cual se observan floraciones anormales, frutos pequeños y síntomas secundarios en el sistema radicular, lo que puede afectar el diámetro de los frutos. En las variables relación diámetro polar entre diámetro ecuatorial (DP/DE) y grosor de cáscara (GC) no se observaron diferencias estadísticas significativas. Lo que significa el decaimiento progresivo durante el cual se observan floraciones anormales, frutos pequeños que menciona Sáenz *et al.* (2019) tiene efecto mínimo en estas dos variables.

**Cuadro 5. Resultados del análisis de cosecha antes del tratamiento comparación de medias por la prueba Tukey**

Tratamiento	P (g)	DP (mm)	DE (mm)	DP/DE	GC (mm)
Volkameriana / Sano	63.00 ab	52.31 a	46.06 b	0.88 a	3.42 a
Volkameriana / Enfermo	59.10 b	53.71 a	45.16 b	0.83 a	2.61 a
C35 / Sano	62.60 ab	54.74 a	46.31 b	0.84 a	2.27 a
C35 / Enfermo	57.75 b	52.57 a	46.55 ab	0.86 a	2.14 a
Carrizo / Sano	63.25 ab	55.43 a	46.60 ab	0.84 a	2.14 a
Carrizo / Enfermo	72.15 a	55.45 a	49.16 a	0.88 a	2.24 a
CV	17.06	8.55	6.61	6.09	69.2
DMSH	9.84	4.23	2.82	0.04	1.56

Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Características físicas de peso de fruto (P), diámetro polar (DP), Diámetro ecuatorial (DE), relación diámetro polar entre diámetro ecuatorial (DP/DE), grosor de cáscara (GC), coeficiente de variación (CV), diferencia mínima significativa honesta (DMSH).

Después del tratamiento: Después de la aplicación de Fosetil aluminio se observó un ligero incremento en peso de fruto en las variedades Volkameriana y C35 tanto en los frutos de los árboles sanos y enfermos, sin embargo en la variedad Carrizo el peso de los frutos fueron menores después del tratamiento con Fosetil aluminio, lo que indica que no hubo efectividad del tratamiento en esa variedad (Cuadro 6), Coffey y Guillerment (1984), trabajaron en el cultivo de aguacate, logrando un rendimiento de 6.3 a 29.2 kg/árbol luego de 36 meses con la

aplicación de Fosetil aluminio, lo que Pabón y Castaño (2015) resaltan que las aplicaciones de fungicidas están dirigida a optimizar el sistema radical por lo que los resultados de la aplicación mostraron una recuperación parcial en un proceso lento, lo que sugiere que algunas variedades como Volkameriana y C35 pueden responder más rápido que otras, en este caso la variedad Carrizo fue más lenta en responder por lo que no se observó efecto del tratamiento, por lo que se recomienda mantenerla en observación en los próximos ciclos de producción.

Con respecto al diámetro polar hubo diferencias estadísticas significativas solo en la variedad C35, lo que demuestra la respuesta de esta variedad al tratamiento con Fosetil aluminio a diferencia de Carrizo y Volkameriana que como ya se mencionó antes por Sáenz *et al.* (2019) dependiendo de la susceptibilidad del hospedero y otros factores, se puede producir frutos pequeños. Con respecto al diámetro ecuatorial no hubo diferencias estadísticas significativas, lo que significa que el tratamiento no tuvo efecto en esta variable, sin embargo, en la relación diámetro polar entre diámetro ecuatorial todos los tratamientos fueron diferentes, y en el grosor de cáscara existen diferencias en la variedad volkameriana y carrizo, lo que sugiere que todas las variables responden de diferente manera al tratamiento como lo afirma Murcia *et al.* (2020).

**Cuadro 6. Resultados del análisis de cosecha después del tratamiento con comparación de medias por la prueba de Tukey**

Tratamiento	P (g)		DP (mm)		DE (mm)		DP/DE		GC (mm)	
Volkameriana / Sano	64.80	ab	57.55	a	47.16	a	1.22	a	3.23	a
Volkameriana / Enfermo	65.60	ab	57.20	a	48.21	a	1.19	ab	2.91	ab
C35 / Sano	61.80	b	52.82	b	47.18	a	1.12	bc	2.88	ab
C35 / Enfermo	69.90	a	54.40	ab	49.46	a	1.10	c	2.72	ab
Carrizo / Sano	64.85	ab	54.35	ab	46.93	a	1.15	abc	2.4	b
Carrizo / Enfermo	64.25	ab	54.15	ab	47.78	a	1.13	bc	2.87	ab
CV	12.99		7.24		6.14		7.64		20.46	
DMSH	7.75		3.65		2.69		0.08		0.53	

Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Características físicas de peso de fruto (P), diámetro polar (DP), Diámetro ecuatorial (DE), relación diámetro polar entre diámetro ecuatorial (DP/DE), grosor de cáscara (GC), coeficiente de variación (CV), diferencia mínima significativa honesta (DMSH).

## VII. CONCLUSIÓN

La podredumbre de la corteza dañada de portainjertos de lima Persa es causada por *Phytophthora parasítica* la cual se encuentra presente en todos los portainjertos analizados en este estudio, sin embargo, la variedad Volkameriana es más susceptible a su ataque a diferencia de Carrizo y C35. El control de la incidencia de esta enfermedad con el ingrediente activo Fosetil aluminio 4 g litro<sup>-1</sup> fue efectivo en la variedad Volkameriana, sin embargo, en las variedades Carrizo y C35 no se observó efecto en el control. A pesar de que la variedad C35 fue más susceptible a la enfermedad y no se observó efecto en el control con Fosetil aluminio, se caracterizó por tener frutos con mayor diámetro polar y diámetro ecuatorial, resultado que debería ser analizado junto con el rendimiento de esta variedad debido a su incongruencia. Por otra parte, las variedades Volkameriana y Carrizo en las cuales se observó menor resistencia a la enfermedad bajaron la calidad de fruto cuando esta se presentó, pero después de ser tratadas con Fosetil aluminio, en la variedad Volkameriana se controló la enfermedad y se mejoró la calidad de fruto, sin embargo en la variedad carrizo hubo mayor peso y diámetro ecuatorial de frutos, pero esta mejora en calidad no puede ser atribuido al efecto de Fosetil aluminio debido a que no hubo control de la incidencia de la enfermedad.

### VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta-Pérez J.A., C. F Ortiz-García, J. M Zaldívar-Cruz, M Rodríguez-Cuevas, C. C Bautista-Muñoz y C de la Cruz Castillo-Aguilar. 2012. Identificación del agente causal e importancia de la gomosis en la zona citrícola de Huimanguillo. Tabasco. México. Universidad y ciencia. 28(3): 245-258.
- Agrios G. 2004. Plant Pathology. Elsevier Academic Press, San Diego. En línea: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v15n1/1900-3803-entra-15-01-298.pdf>. Consultado 05 abril 2023.
- Almaguer G, J. R Espinoza-Espinoza y J. L Quirós-García. 2011. Desfasamiento de cosecha de limón persa. Revista Chapingo. Serie horticultura. 17(3): 197-205.
- Álvarez A, A Vicent, J. M Soler, E De la Roca, J Bascón, J García-Jiménez. 2008. Comparison of application methods of systemic fungicides to suppress branch cankers in clementine trees caused by *Phytophthora citrophthora*. Plant Disease 92: 1357-1363.
- Beneduzi A, A Ambrosini, and L. M. P Passaglia. 2012. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. Genet Mol Biol. 35(4): 1044-1051.
- Berdeja-Arbeu R, K Hernández-Sayago, R. I Salazar-Sandoval, F Vázquez-Cruz, J Méndez-Gómez y D Moreno-Velázquez. 2016. Aspersiones foliares con nitratos en lima persa mejoran el rendimiento y calidad de fruta. Acta Agrícola y Pecuaria 2(3): 72 - 77.
- Coffey M. and Guillemet F. 1984. Chemical control of *Phytophthora cinnamomi* on avocado rootstocks. Am. Phytopath. Soc. 68 (11): 956 – 958.
- Contreras-Morales E, G Almaguer-Vargas, J. R Espinoza-Espinoza, R Maldonado-Torres y E Álvarez-Sánchez. 2008. Distribución radical de árboles de limón persa (*Citrus latifolia* Tan). Revista Chapingo. Serie horticultura. 14(2):223-234.
- Curti-Díaz S. A., C Hernández-Guerra y R. X Loredó-Salazar. 2012. Productividad del limón 'persa' injertado en cuatro portainjertos en una huerta comercial de Veracruz. México. Revista Chapingo. Serie horticultura 18(3): 291-305.
- Drenth A. and Guest D. 2013. *Phytophthora: The Plant Destroyer*. Palmas. Vol. 34 No. Especial. Tomo I. 2013.
- Drenth A. and Guest D. 2004. Diversity and management of *Phytophthora* in southeast Asia (Monograph N.º 114). Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR)
- Escalante J, Y. Escalante y S. Osada. 2001. Variabilidad Patogénica de *Phytophthora parasítica* Dastur en Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Revista Mexicana de Fitopatología. 19(1): 84- 89. En línea: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61219112>. Consultado: 23 abril 2022.

- García E. 1987. Modificación al Sistema de la clasificación de Koppen. México. En línea: [https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones\\_al\\_sistema\\_de\\_clasificaci%C3%B3n\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_K%C3%B6ppen\\_para\\_adaptarlo\\_a\\_las\\_condiciones\\_de\\_la\\_Rep%C3%BAblica\\_Mexicana\\_2004\\_Enriqueta\\_Garc%C3%ADa](https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones_al_sistema_de_clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen_para_adaptarlo_a_las_condiciones_de_la_Rep%C3%BAblica_Mexicana_2004_Enriqueta_Garc%C3%ADa). Consultado: 12 junio 2023.
- Garran S. 1996. Manual para Productores de Naranja y Mandarina. Cap. 12 enfermedades y su control. pp. 5. En línea: <https://es.scribd.com/document/177269523/Inta-Manual-Para-Productores-de-Naranja-y-Mandarina-de-La-Region-Del-Rio-Uruguay-Cap12>. Consultado: 12 junio 2023.
- López R. J. A. y J. H Cardona. 2007. Evaluación de portainjertos de cítricos en la zona central cafetera de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café Pedro Uribe Mejía Chinchiná Colombia. En línea: <http://hdl.handle.net/10778/585>. Consultado: 12 junio 2023.
- Medina H. P, R Bordiognon, W. J Siqueira, E Feichtenberger, M. R. T CarvalhAao y J Teófilo-Sobrinho. 2003. Resistência de clones e híbridos de porta-enxertos de citros à gomose de tronco causada por *Phytophthora parasítica*. Fitopatología Brasileira 28: 534-540
- Medina V. M, M.M Robles, S Becerra, J Orozco, M Orozco, J. G Garza, M. E Ovando, X Chave, F. A Feliz. 2001. El cultivo del limón mexicano. INIFAP. Libro técnico. Núm. 1. México. 188.
- Mitidieri M. S., M. V Brambilla, E. B Piris, M. O Barbieri, R. E Celie y N. E Arpia. 2018. Evaluación de alternativas a los fungicidas de síntesis química para el control de enfermedades de postcosecha en durazno. En línea: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6328999>. Consultado: 12 junio 2023.
- Murcia R. N., M. Betancourt, L Pérez, D, M Rodríguez, L Ríos-Rojas, Y. M Pisco y M Fernando. 2020. Capítulo XII Principales enfermedades en el cultivo de lima ácida Tahití. para Colombia. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Cap. 12 pp. 257-325. En línea: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7403435>. Consultado: 13 noviembre 2022.
- Orozco-Santos M. 1995. Enfermedades presentes y potenciales de los cítricos en México. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo Centro de Investigaciones del Pacífico Centro. 150 p. En línea: [https://www.google.com.mx/books/edition/Enfermedades\\_presentes\\_y\\_potenciales\\_de/NtJJEASqBBIC?hl=es-419&gbpv=0&bsq=inauthor:%22Mario%20Orozco%20Santos%22](https://www.google.com.mx/books/edition/Enfermedades_presentes_y_potenciales_de/NtJJEASqBBIC?hl=es-419&gbpv=0&bsq=inauthor:%22Mario%20Orozco%20Santos%22). Consultado: 12 noviembre 2022.
- Orús A. 2020. Principales países productores de limones y limas en el mundo en 2020. Statista. En línea: <https://es.statista.com/estadisticas/613493/principales-paises-productores-de-limon-en-el-mundo/>. Consultado 12 junio 2023

- Pabón V. J y J Castaño. 2015. Evaluación de productos químicos y uno biológico para el manejo de *Phytophthora spp.* en naranjo 'Salustiana' injertado en portainjerto sunki. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 18(2): 339-349.
- Polanco F. L. G., O. G Alvarado, O Pérez, R González, y E Olivares. 2019. Hongos asociados con la muerte regresiva de los cítricos en Nuevo León y Tamaulipas, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 10(4): 757-764.
- Sáenz C., E Osorio, B Estrada, W Poot, R Delgado, R Rodríguez. 2019. Principales enfermedades en cítricos. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 10(7): 1653-1665.
- Sequera I. 2000. Producción de limonero *Citrus limón (L.)* Burn y sus principales plagas y enfermedades. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria, Antonio Narro.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. En línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado: 12 junio 2023.
- Soto C. F., P. C Tramón, M. P Aqueveque y J de Bruijn. 2018. Microorganismos antagonistas que inhiben el desarrollo de patógenos en post-cosecha de limones (*Citrus limon L.*). Chilean journal of agricultural & animal sciences. 34(2): 173-184.
- Stamps D. J., G. M Waterhouse, F. J Newhook y G.S. Hall. 1990. Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. 2nd edn. Mycological papers 162:1-28.
- Restrepo S. J. C, R Sánchez, J. F Gallego, T Beltrán, C. A Soto y F Nieto. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de cítricos. Colombia. En línea: <https://www.ica.gov.co/getattachment/18307859-8953-4a7d-8d7f-864e3f4898cf/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-citricos.aspx>. Consultado: 12 junio 2023.
- Rocha R. A. M., M. I. V Velázquez, M. Á. G Salas, A. G Acosta y J.C.G Cárdenas. 2019. Propuesta de proyecto de exportación: Limón" sin semilla" o lima persa (*Citrus latifolia*). Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan. 7(2): 182-193.
- Roose, M. L. 2014. Rootstocks. En L. Ferguson & E. Grafton-Cardwell (Eds.). Citrus Production Manual (pp. 95-105). Oakland. EE. UU. Universidad de California.
- Tuite J. 1969. Plant pathological methods. Fungi and Bacteria. Minneapolis. Burgess Publishing. p. 239.
- Valencia K y D Duana. 2019. Cítricos en México: análisis de eficiencia técnica. Análisis económico. 34 (87): 269-283.



## IX. ANEXOS

### **Anexo 1.** Preparación de medio de cultivo de cultivo de jugo de verduras (V8)

Pesar 1 g de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y 5 g de agar, con ayuda de una probeta se mide 400 mL de agua destilada y 100 mL de jugo de verduras (jugo v8), disolver todos los ingredientes en un matraz Erlenmeyer de 500 mL hasta formar una mezcla homogénea, se esteriliza en la autoclave durante 15 min después de ese tiempo se deja reposar sin que se solidifique para empezar a colocar en cajas Petri en un ambiente esterilizado.