

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“MANEJO INTEGRADO DE LA ENFERMEDAD
DEL DECAIMIENTO PROGRESIVO DEL LIMÓN
SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swing/*Citrus jambhiri* Lush)
EN EL VALLE DE SAN LORENZO - PIURA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Br. OLGÉN GARCÍA GARCÍA

PIURA - PERÚ

2015



7767
GAR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“MANEJO INTEGRADO DE LA ENFERMEDAD DEL
DECAIMIENTO PROGRESIVO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus
aurantifolia* Swing/*Citrus jambhiri* Lush) EN EL VALLE DE SAN
LORENZO - PIURA”**

TESIS

**ING. RENÉ AGUILAR ANCCOTA
ASESOR**

**Br. OLGÉN GARCÍA GARCÍA
TESISTA**

**PIURA – PERÚ
2016**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



FACULTAD DE AGRONOMÍA

TESIS

**“MANEJO INTEGRADO DE LA ENFERMEDAD DEL
DECAIMIENTO PROGRESIVO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus
aurantifolia* Swing/*Citrus jambhiri* Lush) EN EL VALLE DE SAN
LORENZO - PIURA”**


PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Br. OLGÉN GARCÍA GARCÍA


APROBADO POR:



Dr. CÉSAR MURGUÍA REYES
PRESIDENTE



ING. JAVIER ALVA M.Sc.
VOCAL

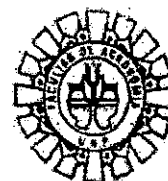


ING. CARLOS E. SAN MARTÍN ZAPATA
SECRETARIO

PIURA – PERÚ
2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISION DE INVESTIGACION AGRICOLA

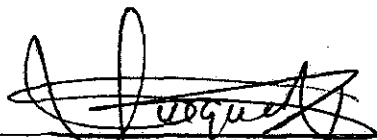


**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
001-2016-CIAFA-UNP**


Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "MANEJO INTEGRADO DE LA ENFERMEDAD DEL DECAIMIENTO PROGRESIVO DE LIMON SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swing/ *Citrus jambhiri* Lush) EN EL VALLE DE SAN LORENZO", conducido por el BR. GARCIA GARCIA OLGEN, asesorado por el Ing. Aguilar Ancota René.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO, en consecuencia queda en condiciones de ser calificado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 15 de Enero del 2016.



Dr. Cesar Murguía Reyes
Presidente



Ing. Javier Alva MSc.
Vocal



Ing. Carlos E. San Martín Zapata
Secretario

DEDICATORIA

A mi madre Deodila, mi mayor motivo para
seguir luchando y enseñarme que la
humildad es la mejor arma de un
profesional.

A mi hermano Luis, por su apoyo moral,
económico y su confianza depositada en mí,
y ser la fuerza y coraje que necesito.

A mi tío Carmen, por ser mi padre, amigo y
ejemplo a seguir, por apoyarme, por creer
en mí.

A mi tía Emiteira, más que mi tía, es mi
madre, por su amor, cariño y hacer de mí un
profesional con humildad y principios.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme salud y conocimiento para poder desarrollar este trabajo de investigación.

Al Ing. Rene Aguilar Ancota, patrocinador del presente trabajo, por sus consejos, enseñanzas y conocimientos, por su profesionalismo y apoyo constante y ser el principal gestor y promotor de este trabajo de investigación.

Al Dr. Cesar A. Murguía Reyes por su apoyo, sugerencias y consejos quien tuvo la gentileza de brindarme todo el apoyo profesional y científico para la redacción de la Tesis.

Al Ing. Javier Javier Alva y el Ing. Carlos San Martin, por sus consejos y sugerencias para la finalización de mi trabajo de investigación.

Al Ing. Rafael Grisolle Alvares Calderón, por sus enseñanzas y conocimientos, por su gentileza de poder apoyarme en la realización de mi tesis.

A mi amigo Ronald Edwin Gómez García, por su constante motivación y apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

A Elizabeth Susan Espinoza Rodríguez, por apoyarme arduamente en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los señores trabajadores del Centro de Producción Agrícola de la Universidad Nacional de Piura, por sus observaciones, conocimientos y por su apoyo incondicional durante todo el tiempo que duro la ejecución de mi trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

Página

CAPITULO 1

1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2

CAPITULO 2

2. REVISION DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
2.1. Hospedante.....	3
2.1.1. Posición sistémica de los cítricos	3
2.1.1.1. <i>C. Citrus aurantifolia</i> Swingle.....	3
2.1.1.2. <i>Citrus jambhiri</i> Lush.....	4
2.2. Patógenos asociados con el decaimiento progresivo.....	4
2.2.1. <i>Phytophthora</i> spp.....	4
2.2.1.1. Epidemiología.....	4
2.2.2. <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	6
2.2.2.1. Ciclo de vida.....	6
2.2.2.2. Enfermedad que produce a los cítricos.....	6
2.2.2.3. Control.....	7
2.3. Enfermedad causada por <i>P. parasitica</i> P. <i>Phytophthora</i>	8
2.3.1 Síntomas	9
2.3.1 Condiciones predisponentes	11
2.3.3 Umbral económico de daño.....	12
2.4 Aislamiento de <i>Phytophthora</i> del suelo	13
2.4.1 Control cultural.....	13
2.4.2 Control químico.....	14
2.4.3 Control biológico.....	16
2.4.4 Manejo integrado.....	17

CAPITULO 3

3	MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1	Ubicación de la parcela experimental.....	18
3.2	Duración y periodo de ejecución.....	19
3.3	Descripción de la parcela experimental.....	19
3.4	Fase de campo.....	19
3.4.1	Selección y marcado de árboles.....	19
3.4.2	Análisis Físico – Químico de suelo.....	20
3.4.3	Evaluación de severidad.....	20
3.5	Fase de laboratorio.....	27
3.5.1	Aislamiento de <i>Phytophthora parasítica</i>	27
3.5.1.1	Toma de muestra de suelo y raicillas.....	27
3.5.1.1.1	Suelo.....	27
3.5.1.1.2	Raíces.....	28
3.5.2	Detección de <i>Phytophthora parasítica</i> al inicio y final del experimento.....	29
3.5.3	Aislamiento de <i>Tylenchulus semipenetrans</i> del suelo.....	29
3.6	Medidas culturales implementadas para la recuperación de árboles de limonero por el ataque de <i>P. parasítica</i>	30
3.6.1	Control de maleza.....	30
3.6.2	Anillo de riego.....	30
3.6.3	Podas.....	32
3.6.4	Eliminación de mamones.....	32
3.6.5	Duración y frecuencia de riego.....	32
3.6.6	Aplicación de fungicidas en campo.....	33
3.6.7	Fertilización.....	33
3.6.8	Enmiendas orgánicas.....	34
3.7	Evaluación de <i>Phytophthora parasítica</i> y <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	36
3.8	Diseño experimental y distribución de tratamientos.....	36
3.9	Evaluación de parámetros de producción y calidad.....	37
3.9.1	Registro de la producción.....	37
3.9.2	Registro del diámetro promedio del fruto.....	38
3.9.3	Determinación del peso seco de raicillas de los arboles.....	39

CAPITULO 4

4.RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
4.1 Aislamiento y características generales de <i>Phytophthora parasítica</i>	41
4.2 Detección de <i>Phytophthora parasitica</i> al inicio y final del experimento...	42
4.3 Población de <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	46
4.4 Manejo integrado sobre la severidad de la enfermedad.....	46
4.5 Registro de la producción del cultivo.....	51
4.6 Registro de calibre de frutos.....	56
4.7 Densidad radicular.....	60

CAPITULO 5

CONCLUSIONES.....	63
-------------------	----

CAPITULO 6

RECOMENDACIONES.....	64
----------------------	----

CAPITULO 7

RESUMEN.....	65
--------------	----

CAPÍTULO 8

REVISION DE LITERATURA.....	65
ANEXOS.....	83

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 01. Escala de grados basada en el aspecto externo del follaje.....	21
Cuadro 02. Tratamientos de fungicidas aplicados en campo.....	33
Cuadro 03. Dosis de aplicación de Fungicidas, fertilizantes y Estiércol de Ovino aplicados en campo para el control de <i>Phytophthora parasitica</i> en árboles de limonero.....	37
Cuadro 04. Croquis de la distribución de tratamientos y repeticiones.....	37
Cuadro 05. Frecuencia de aparición de <i>Phytophthora parasitica</i>	45
Cuadro 06. Prueba Duncan del aspecto externo del follaje.....	50
Cuadro 07. Prueba Duncan del peso de frutos.....	55
Cuadro 08. Prueba Duncan del calibre de frutos.....	59
Cuadro 09. Prueba Duncan del peso radicular.....	62
Cuadro 10. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 0 días.....	66
Cuadro 11. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 30 días.....	66
Cuadro 12. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 60 días.....	66
Cuadro 13. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 90 días.....	67
Cuadro 14. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 120 días.....	67
Cuadro 15. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 150 días.....	67
Cuadro 16. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 180 días.....	67
Cuadro 17. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 210 días.....	67
Cuadro 18. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 240 días.....	68
Cuadro 19. Análisis de varianza del aspecto externo del follaje a los 270 días.....	68
Cuadro 20. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 0 días.....	68
Cuadro 21. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 30 días.....	68
Cuadro 22. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 60 días.....	69
Cuadro 23. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 90 días.....	69
Cuadro 24. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 120 días.....	69
Cuadro 25. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 150 días.....	69
Cuadro 26. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 180 días.....	70
Cuadro 27. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 210 días.....	70
Cuadro 28. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 240 días.....	70

Cuadro 29. Análisis de varianza del Peso de frutos a los 270 días.....	70
Cuadro 30. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 0 días.....	71
Cuadro 31. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 30 días.....	71
Cuadro 32. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 60 días.....	71
Cuadro 33. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 90 días.....	71
Cuadro 34. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 120 días.....	72
Cuadro 35. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 150 días.....	72
Cuadro 36. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 180 días.....	72
Cuadro 37. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 210 días.....	72
Cuadro 38. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 240 días.....	73
Cuadro 39. Análisis de varianza del Calibre de frutos a los 270 días.....	73
Cuadro 40. Análisis de varianza del Peso de raíces a los 0 días.....	73
Cuadro 41. Análisis de varianza del Peso de raíces a los 300 días.....	73
Cuadro 42. Evaluaciones mensuales del grado de severidad.....	74
Cuadro 43. Evaluaciones mensuales del Peso de frutos.....	75
Cuadro 44. Evaluaciones mensuales del Calibre de frutos.....	76

INDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. 01. Imagen satelital de ubicación de la parcela.....	18
Fig. 02. Marcado e identificación de plantas en estudio.....	19
Fig. 03. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 0.....	22
Fig. 04. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 1.....	22
Fig. 05. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 2.....	23
Fig. 06. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 3.....	23
Fig. 07. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 4.....	24
Fig. 08. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 5.....	24
Fig. 09. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 6.....	25
Fig. 10. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 7.....	25
Fig. 11. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 8.....	26
Fig. 12. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 9.....	26
Fig. 13. Aspecto externo del follaje. Grado de severidad 10.....	27
Fig. 14. Aislamiento de <i>Phytophthora parasitica</i> en suelo agrícola.....	28
Fig. 15. Aislamiento de <i>Phytophthora parasitica</i> en raíces.....	29
Fig. 16. Labor de desmalezado en las pozas de cada unidad experimental.....	31
Fig. 17. Construcción de anillo de riego a la altura de la copa del árbol.....	31
Fig. 18. Podas de mantenimiento y sanitarias.....	32
Fig. 19. Eliminación de mamones.....	32
Fig. 20. Construcción de anillos.....	34
Fig. 21. Fertilización a base de Urea.....	35
Fig. 22. Fertilización a base de fertiphost.....	35
Fig. 23. Aplicación de enmiendas orgánicas.....	36
Fig. 24. Pesaje de las jabas de limón cosechado.....	38
Fig. 25. Medición de calibre de los frutos utilizando un vernier.....	39
Fig. 26. Extracción de raíces	40
Fig. 27. Lavado de raíces	40
Fig. 28. Aislamiento de <i>Phytophthora parasitica</i>	41
Fig. 29. Detección de <i>Phytophthora parasitica</i>	45

Fig. 30. Dinámica de la enfermedad de <i>P. parasítica</i>	48
Fig. 31. Prueba Duncan sobre el efecto de fungicidas en la severidad de la enfermedad.....	49
Fig. 32. Efecto del manejo integrado en la producción de frutos.....	54
Fig. 33. Prueba Duncan sobre el efecto del manejo integrado en la producción....	54
Fig. 34. Efecto del manejo integrado sobre el Calibre de frutos.....	57
Fig. 35. Prueba Duncan sobre el efecto del manejo integrado en el Calibre de frutos.....	58

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 01. Análisis Físico – Químico de suelo del Campo experimental.....	82
Anexo 02. Interpretación de resultados.....	83

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

En la costa norte del país, los departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes; tienen condiciones de clima y suelo excepcionales para el cultivo de Limón Sutil (*Citrus aurantifolia* Swing), cuya cosecha es continua durante todo el año, genera una actividad fluida en lo económico y social. En el departamento de Piura se cultivan 14,600 ha, (Vegas y Narrea, 2013), con rendimientos de 9 a 14 T/ha producción que está destinada principalmente al mercado nacional para el consumo fresco, sin embargo, los bajos precios de la fruta en los meses de verano sumados a la baja calidad de la mayor parte de los frutos que producen los árboles, atentan contra la estabilidad económica de quienes están involucrados en el cultivo. Para atenuar esto, en la actualidad la empresa privada, se está dedicando a la producción y exportación a Chile y Estados Unidos de limón sutil, aceite esencial y cáscara deshidratada (Vegas y Narrea, 2013).

Muchos microorganismos pueden causar enfermedades a los cítricos; hongos, bacterias, virus, viroides, fitoplasmas y algas, también causan daños a los cítricos los insectos, ácaros y nematodos. Las enfermedades que afectan a los cítricos en general, pueden producir daños a las raíces, tronco, ramas, hojas, flores y frutos (Klotz, 1978). Las enfermedades de origen fúngico más importantes en el mundo son las producidas por *Phytophthora parasitica* y *Phytophthora citrophthora* causando pérdidas en la producción (Broadbent, 1977).

Numerosas especies de nemátodos también están asociadas a la rizosfera de los cítricos (Cohn, 1972) pero relativamente pocas tienen importancia económica. Los fitonemátodos más reconocidos son *Tylenchulus semipenetrans* y *Radopholus similis* capaces de causar daños (Duncan y Cohn, 1990).

Sin embargo en la parcela del centro de producción agrícola (CPA) de la Universidad Nacional de Piura – San Lorenzo se viene presentando un decaimiento lento en plantas de limonero, al realizar estudios de investigación se ha detectado la presencia del ataque de *Phytophthora parasitica*, ocasionando lesión y pudrición radicular, amarillamiento y defoliación de hojas y posterior muerte de la planta, como consecuencia pérdidas económicas al centro de producción agrícola.

Por lo tanto se justificó realizar el presente trabajo de investigación, en donde se implementó un manejo integrado en el cultivo de limonero, el efecto de los fungicidas, enmiendas orgánicas y fertilizantes sintéticos.

1.2. OBJETIVOS

- a) Implementar prácticas culturales para la recuperación de árboles de limonero con decaimiento progresivo.
- b) Evaluar la severidad de la enfermedad de decaimiento progresivo por *Phytophthora parasitica*.
- c) Estudiar a nivel de campo el efecto de fungicidas, fertilizantes y enmiendas orgánicas frente a *Phytophthora parasitica*, y el efecto sobre la masa radicular, aspecto externo del árbol, producción y calidad de la fruta.

CAPÍTULO 2

2. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Hospedante

La clasificación taxonómica de los cítricos es la siguiente (Olivera, 1991).

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Metaclamidae
Tipo	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Rutales
Familia	:	Rutácea
Sub familia	:	Aurantioidea
Tribu	:	Citreae
Sub tribu	:	Citrinae
Género	:	Citrus
Especie	:	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle.

2.1.1. Posición sistémica de los cítricos

2.1.1.1. *C. aurantifolia*

Citrus aurantifolia Swingle; es la lima más conocida en el mundo (Sinónimos: *C. acida*; *C. lima*; *C. medica* var. *ácida* y *limonia aurantifolia*). Esta especie en el mundo hispano se conoce comúnmente como: lima chica; lima boba, limón chiquito, limón criollo, limón sutil, limón corriente, o limón agrio. Su origen, probablemente sea de las zonas tropicales del archipiélago Malayo. Son árboles muy vigorosos, con tendencia a la verticalidad, con muchas espinas. Presentan hojas pequeñas y redondeadas y poco aserradas, flores pequeñas con pétalos blancos y curvados hacia su eje; alas de los peciolos acusadas que presentan alrededor de 25 estambres. Sus frutos son redondos, con piel muy fina, vesículas pulpareas muy estrechas y alargadas, tienen

de 10 a 15 semillas en promedio, punto chalazal de la semilla coloreado marrón-castaño. La floración se extiende a lo largo de todo el año, de modo que la cosecha es continua. A ello se atribuye que sean las especies de género *Citrus* más sensibles a las bajas temperaturas, por lo que su cultivo está restringido a los trópicos y a las áreas subtropicales húmedas y calurosas (Augusti, 2000).

2.1.1.2. *Citrus jambhiri*

C. jambhiri Lush denominado comúnmente limón rugoso, es un patrón o portainjerto muy utilizado en diversos países, predominante en Sudáfrica y en la India. Es muy vigoroso y produce frutos con la superficie muy rugosa de color amarillo. Patrón adecuado para naranja dulce, mandarino, pomelo y limonero; especies en las que induce elevada productividad. Sin embargo, la calidad de los frutos suele ser baja, reduciendo en ellos la cantidad de zumo, así como la de sólidos disueltos y acidez. También ampliamente utilizado por su tolerancia a tristeza, exocortis y xyloporosis. Por el contrario, es muy sensible a *Phytophthora* spp, sensible a *Armilaria mellea* y a nematodos. Presenta buena resistencia a la caliza y resistencia media a la salinidad, siendo sensible a la asfixia radical y al frío. Su comportamiento en vivero es excelente, dando lugar a plantas uniformes y de gran vigor (Klotz, 1973; Forner, 1985). El patrón limón rugoso está ampliamente difundido en el Perú por su precocidad, vigor y desarrollo radicular abundante que le permite adaptarse a suelos sueltos o arenosos. Produce frutos con la superficie muy rugosa de color amarillo. Es susceptible a la pudrición radicular (Klotz, 1973; Klotz y Calavan, 1969; Olivera, 1991).

2.2. Patógenos asociados con el decaimiento progresivo

2.2.1. *Phytophthora* spp.

2.2.1.1. Epidemiología

El incremento de inóculo de *Phytophthora* es causado por la rápida producción de esporangios y zoosporas en los tejidos de las plantas infectadas cuando se dan las condiciones ambientales favorables, la más importante de las cuales es la presencia de

agua libre. Todos los Oomycetos tienen un corto tiempo de generación y gran capacidad reproductiva; razón por la cual las enfermedades de follaje, fruto, coronas y raíces son consideradas generalmente multicíclicas. Nuevo inoculo es producido continuamente dentro del cultivo después de la infección inicial (Erwin y Ribeiro, 1996; Bartinick, *et al* 1983).

Phytophthora es endémica en el suelo de las plantaciones de cítricos en la mayoría de las zonas productoras del mundo. Suelos con abundante humedad, y con pH entre 6,0 y 6,5 son favorables para el desarrollo de la enfermedad. La severidad de la enfermedad aumenta en suelos con textura fina con deficiente drenaje. En suelos arcillosos, la mayor destrucción de las raíces alimentarias ocurre cuando se riega por gravedad. Suelos con altos niveles de salinidad predisponen a las plantas una mayor pudrición radicular (Blaker y MacDonald, 1986; Timmer y Menge, 1988; Erwin y Ribeiro, 1996).

Durante las épocas desfavorables *Phytophthora* permanece en el suelo en forma de clamidiospora u oospora, hifas o esporangios sobre raíces en descomposición u materia orgánica. Tienen poca habilidad saprofita competitiva (Timmer y Menge, 1988). Tsao, citado por Erwin y Ribeiro (1996), reporta que la pudrición radicular de la vainilla fue por largo tiempo erróneamente a *Fusarium* el cual es fácilmente aislado sin técnicas especiales. El mismo autor menciona algunos factores que no son considerados seriamente lo suficiente, como:

1. Las especies de *Phytophthora* tienen limitada habilidad saprófita.
2. La mayoría de ellos solo atacan tejidos de plantas sanas e intactas o cuando hay heridas muy frescas, no invade tejido previamente invadido por otros microorganismos, es decir son invasores primarios.
3. Pueden infectar raíces de árboles leñosos meses o años antes de que los síntomas en el follaje sean detectados.
4. Las especies de *Phytophthora* son responsables de la mayor parte de pudriciones de la corona de plantas leñosas.

2.2.2. *Tylenchulus semipenetrans*

2.2.2.1. Ciclo de vida

Tylenchulus semipenetrans es un nemátodo sedentario con un marcado dimorfismo sexual, la hembra es un parásito obligado de la raíz, con una vida sedentaria semiendoparásita que durante su desarrollo sufre una serie de cambios morfológicos (Cobb, 1914; Siddiqi, 1974). El ciclo se inicia en la rizosfera de las plantas, con la eclosión de los huevos, los cuales son puestos dentro de una matriz gelatinosa producida a través del poro excretor, puestos solos o en grupos de 12 – 20 o más, tardan entre 12 y 14 días en eclosionar a una temperatura de 24°C. Pasan por cuatro estados juveniles para luego alcanzar el estado adulto. El primer estado juvenil (J₁) muda dentro del huevo. El segundo (J₂) rompe el corion del huevo con el estilete y emerge. El porcentaje de eclosión depende de la temperatura (óptima 20 – 25 °C), aireación y de las secreciones radiculares. La diferenciación de sexos se da en el J₂. El J₂ macho es el menos móvil, desarrolla y madura durante los primeros siete días sin alimentarse y, no tiene ningún rol en la patogénesis, el J₂ hembra requiere aproximadamente 14 días para localizar la raíz y penetrar para alimentarse de las células epidérmicas. La duración total del ciclo de vida, de huevo a huevo, puede variar o ser regulado por varios factores: temperatura, medio ambiente del suelo, vigor y tipo de hospedante, fenología de la planta, etc., pero en promedio puede durar de seis a ocho semanas a temperaturas entre 24 y 26 °C (Cobb, 1914; Cohn, 1964; Schneider y Baines, 1974; Kirkpatrick *et al.*, 1965; Bello *et al.*, 1986).

2.2.2.2. Enfermedad que produce a los cítricos

Tylenchulus semipenetrans causa la enfermedad conocida como “decaimiento lento” de los cítricos, cuya sintomatología está asociada según Siddiqi (1974), a una reducción general del vigor y crecimiento del árbol, clorosis y caída de hojas, frutos pequeños, pudiéndose observar estos síntomas regularmente en la parte superior del árbol. Tarjan (1972) relacionó la enfermedad con un pronunciado marchitamiento foliar durante un periodo de sequía, falta de vigor y distribución errática de la brotación de primavera sobre árboles que muestran un decaimiento lento. Aunque se ha tratado de

establecer una sintomatología externa típica de la enfermedad sobre los árboles cítricos, esto es difícil, debido a que en muchos casos el decaimiento podría ser súbito y a la vez causado por varios factores (Baines *et al.*, 1978).

La podredumbre de las raicillas secundarias absorbentes ha sido considerada como un síntoma característico debido a que las altas poblaciones del nematodo causan daños severos al sistema radicular y producir en 3 a 5 años un decaimiento del árbol. También se ha observado una considerable reducción de las poblaciones del nematodo conforme avanza el decaimiento (Reynolds y O' Bannon, 1963; Feldmesser *et al.*, 1964; Natour, 1965; Cohn, 1965).

2.2.2.3. Control

Control Biológico. La descompensación de las enmiendas orgánicas produce una acumulación de amoníaco y una acidificación del suelo que afectan negativamente a las poblaciones de *T. semipenetrans* (Baines, 1974 y Mankau, 1975). Varias especies de hongos predadores de los géneros: *Dactylaria*, *Dactylella*, *Monascrosporium*, *Arthrobotrys* y nematodos depredadores estarían en estrecha asociación antagónica con *T. semipenetrans* (Roccuzzo *et al.*, 1992). Walter y Kaplan (1990) encontraron 11 especies de hongos (*Verticillium*, *Chlamydosporium*, *Paecilomyces lilacinus*, *P. Marquandii*, *Streptomyces sp.*, *Arthrobotrys oligospora*, *Dactylella ellipsospora*) además de *Pasteuria penetrans* que atacaban estados juveniles e infectaban masas de huevos de *T. semipenetrans*. La bacteria *Pasteuria penetrans* es un prometedor agente biológico (Walter y Kaplan, 1990), esta es un habitante común del suelo, formadora de esporas de resistencia y antagonistas de nematodos. Sus esporas resisten a los productos químicos aplicados al suelo y a las altas temperaturas, además de su relación sinérgica con otros hongos antagonistas (Mateille, 1993).

Control Químico. Los nematicidas utilizados en la citricultura pueden clasificarse de acuerdo a su uso, en nematicida de preplantación y postplantación. Los nematicidas más efectivos de preplantación utilizados en los cítricos son los fumigantes, que actúan

directamente sobre los nematodos como veneno de contacto, por ejemplo: bromuro de metilo, metam sodio y el 1,3 – dicloropropano. Anteriormente, el 1,2 dibromo-3-cloropropano (DBCP), se utilizó para el control de nematodos, hasta su prohibición en muchos países por razones ambientales y de salud (Baines *et al.*, 1978; Duncan y Cohn, 1990). Lo mismo sucederá con el bromuro de metilo por el efecto que ejerce sobre la capa de ozono estratosférico planteándose su reducción como fumigante del suelo a partir del 2001, y la eliminación en el 2005 en los países desarrollados (Bello *et al.*, 1999; Rascón, 1999). Los nematicidas de postplantación más utilizados pertenecen a los grupos: Organocarbamatos (aldicarb, oxamilo y carbofuran): organofosforados (Fenamifos, etoprofos y cadusafos). Asimismo, aldicarb, fenamifos y oxamilo son de translocación sistémica (Duncan y Cohn, 1990).

Manejo de cultivo. El uso de las prácticas culturales adecuadas y optimas tienen un valor que en relación con los costos económicos ambientales de otros métodos de control deberán tenerse en cuenta y en lo posible aplicarlos en el manejo de *T. semipenetrans*. Sin embargo, el control del nematodo puede tener un efecto limitado sobre árboles que están deteriorados por otras causas. Corrigiendo algunos factores como el mal drenaje, inadecuada altura de la cama para el desarrollo de la raíz, estrés por sequía, excesiva salinidad, exposición a fríos dañinos, riegos que favorecen la pudrición de raíces por *Phytophthora*, etc., deberían ser objetivos importantes en el momento de desarrollar las estrategias para el control de *T. semipenetrans*. Subsecuentemente, el manejo puede ayudar a la recuperación de los árboles afectados por alguna de estas causas (Duncan y Cohn, 1990).

2.3. Enfermedad causada por *P. parasitica* y *P. citrophthora*

Phytophthora parasitica causa pudrición marrón de los frutos de cítricos, gomosis de los cítricos cuando la lesión está debajo de la zona del injerto, pudrición del pie cuando está arriba de la unión con la yema y pudrición de raicillas alimenticias que se encuentran en las capas más superiores del suelo (Klotz, 1973; Klotz y Calavan, 1969). Estas enfermedades ocurren en cada área en el mundo donde se cultivan cítricos

y probablemente su diseminación fue a través de patrones infectados (Erwin y Ribeiro, 1996).

P. citrophthora y *P. parasítica* son ambos, agentes causales de la gomosis y pudrición radicular. El primero es más importante en climas tipo mediterráneo donde los inviernos son lluviosos y los veranos secos, y el segundo es más importante en áreas cálidas (Klotz y Calavan, 1969; Erwin y Ribeiro, 1996).

2.3.1. Síntomas

- Áreas acuosas sobre la parte del tronco más cercana al suelo que exudan pequeñas o grandes cantidades de goma.
- La corteza enferma permanece firme hasta los estados avanzados en que se levanta.
- Capas inferiores de la madera de coloración marrón claramente definida de las porciones sanas.
- Cambium más allá de las áreas enfermas se torna amarillo y gomoso.
- Eventualmente ocurren secados y rajaduras longitudinales de la corteza.
- Debido a que las capas interiores de la corteza se descomponen hay un olor desagradable.
- Árboles infectados a menudo contienen una pesada carga de frutas de baja calidad debido al efecto de anillado del floema; las hojas se tornan amarillas y caen prematuramente, especialmente en patrones susceptibles (rugoso) o puede ocurrir algún rebrote.

- Los árboles afectados con pudrición de la corona muestran severo amarillamiento del follaje seguido de la muerte rápida de las ramas superiores (Klotz y Calavan, 1969) y (Erwin y Ribeiro, 1996).

Los síntomas de la pudrición radicular incluyen la coloración marrón y muerte regresiva de raicillas alimenticias y a pesar de que muchos patrones son resistentes, siempre presentan pudrición de raicillas. Por otra parte, la pudrición radicular en cultivares resistentes a la gomosis puede ocurrir cuando la población de *P. parasitica* excede 15 – 25 propágulos por grano de suelo.

La pudrición de raíces fibrosas conduce al decaimiento lento de los árboles; pero, en algunos casos al árbol sobrevive y mantiene frutos a pesar de la infección. La pudrición radicular puede ser distinguida de la gomosis por la falta de la goma y por la coloración negra de la madera debajo de la corteza, pudiendo ser causada por condiciones anaeróbicas en suelos como resultado del exceso de agua del suelo o salinidad (Erwin y Ribeiro. 1996).

Grimm y Timmer citados por Sandler, *et al.*, (1989), Timmer y Menge, (1998)., afirman que la pudrición de raicillas alimenticias causada por *Phytophthora spp.*, es un problema común en huertos citrícolas. Zitko *et al.*, citados por; (Sandler *et al.*, 1989). Reportan que casi la mitad de los campos estudiados en Florida estuvieron infestados por *Phytophthora parasitica*.

Javier y Maldonado (1994), encontraron que todos los árboles muestreados en cuatro campos de observación en el norte del Perú, presentaban síntomas de pudrición de raicillas alimenticias e diferentes periodos de muestreo y en diferentes grados de ataque. Sin embargo, Sandler, *et al.*, (1989), afirman que muy poco es lo que se conoce acerca de la incidencia e importancia de la pudrición de raicillas alimenticias sobre el sostenimiento de los árboles de cítricos y que algunos patrones pueden ser susceptibles a la infección radicular a pesar de ser resistentes a la infección de la corteza. De otro

lado, Carpenter y Furr (1962), encontraron poca evidencia de diferencias entre cultivares y especies de cítricos con respecto a la capacidad de regeneración de raíces.

El limón rugoso, patrón que se utiliza en el norte del Perú, es resistente al virus de la tristeza de los cítricos, pero es susceptible a la gomosis del tronco, pudrición del pie y pudrición de raicillas por *Phytophthora* spp. (Klotz y Calavan. 1969), que en un estado avanzado recién se expresa como un decaimiento visible general y lento de la parte aérea del árbol con la pérdida continua de raicillas y poca capacidad de regeneración de estas.

Este decaimiento se inicia generalmente después de un año de abundante producción dando la impresión al inicio de una deficiencia nutricional, pero el árbol sigue debilitándose gradualmente con hojas cloróticas y pequeñas, ramas ralas y extendidas en un ángulo mayor del normal respecto al eje principal y muerte regresiva de ramillas y ramas.

CIBA- GEIGI- CSFRI CITUS EXCHANGE (12) ha desarrollado una escala de evaluación del decaimiento del árbol basada en 10 grados de acuerdo a la apariencia extrema del árbol, color y tamaño de hoja, raleamiento y extensión de las ramas y producción. Así, por ejemplo un grado 3 implica un árbol con buena apariencia extrema, color de hoja verde no muy oscura y tamaño normal, con una producción máxima de 65 ton/h/año. En contraste, el grado 6 indica un decaimiento avanzado del árbol con hojas pequeñas y cloróticas, ramas extendidas y ralas, muerte regresiva de ramillas y ramas y una producción máxima de 7 ton/h/año y frutos de menor calidad. El grado 10 se refiere a un árbol muerto el cual ya no produce.

2.3.2. Condiciones predisponentes

Esta enfermedad es favorecida por la abundante humedad del suelo y se hace más severa cuando este presenta textura fina con deficiente drenaje. En suelos

arcillosos, la mayor destrucción de raíces alimenticias ocurre cuando se riega por surcos al pie de planta, donde las condiciones saturadas favorecen la producción y movimiento de zoosporas (Feld, *et al.*, 1990). Las raíces fuera del surco a menudo permanecen sanas (Kannwischer y Mitchell. 1978).

Según Blaker y McDonald (1986) la salinidad del suelo predispone a los árboles cítricos al decaimiento. Ellos encontraron que altos niveles de salinidad del suelo predispusieron a plántulas de naranjo dulce a una pudrición radicular más severa; asimismo, las plántulas de Troyer Citrange (*Citrus sinensis* (L) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L) Raf. "Troyer") cultivadas en suelos salinos tuvieron un 30% del total de su longitud radicular y además menor crecimiento y producción de nuevas raicillas cuando afectaba *Phytophthora*.

La severidad de la fase de la pudrición radicular varía con las condiciones del suelo. Bajo condiciones desfavorables para el crecimiento del hongo, la infección es limitada en las raicillas alimenticias.

Si el suelo es saturado por un período prolongado, las raicillas laterales mueren regresivamente y la infección puede extenderse hacia los tejidos de la corteza y del floema de grandes ramas de raíces sobre las cuales se forman lesiones (Erwin y Ribeiro. 1996).

2.3.3. Umbral económico de daño

No se ha establecido un umbral económico de daño en California o Florida; sin embargo, el Florida 0 - 5 propágulos por cm³ de suelo es considerado bajo, 5 - 15 moderado y más de 15 alto (Erwin y Ribeiro, 1996).

2.4. Aislamiento de *Phytophthora* del suelo

La mayor parte de especies de *Phytophthora* no pueden ser aisladas de tejidos enfermos tan fácilmente como otros patógenos fungosos y a menudo requieren de métodos diferentes. Sin embargo en las tres últimas décadas para facilitar su aislamiento de tejido enfermo y de suelo se han desarrollado técnicas utilizando medios de cultivo al que se adicionan antibióticos selectivos y químicos en el suelo se encuentran oosporas, micelio, clamidosporas, esporangios y zoosporas (Erwin y Ribeiro, 1996).

Lutz y Menge, citados por Erwin y Ribeiro (1996), reportan que los propágulos de *P. parasítica*, consisten en clamidosporas con ocasionales oosporas, ambos son latentes en la rizosfera de raíces fibrosas de cítricos durante los meses de invierno frío y no pueden ser detectados por métodos de dilución de suelo, excepto cuando las muestras de suelo son preincubadas por 48 horas a 28 o 34 °C antes del aislamiento por dilución. Con este método el nivel de detección se incrementa de 10 a 12 propágulos por gramo de suelo, lo que atribuyeron como una respuesta al calor para vencer la latencia.

2.4.1. Control cultural

La regulación del agua de riego es la práctica más importante para el manejo de la enfermedad. La manipulación de factores que causen una disminución o supresión del inóculo pueden ser usados como métodos de control cultural. Estos métodos deben aumentar el periodo entre riegos, disminuir las horas de riego, mantener los suelos con buen drenaje, permeable y prevenir que el agua de irrigación tome con el tronco del árbol (Erwin y Ribeiro, 1996).

El agua de riego en el campo es aplicada por varios métodos: superficial (inundación, surcos). Un factor importante a tener en cuenta en el control de la enfermedad es la regulación del agua de riego, aspersión y goteo o escurrido. Con los métodos superficial y escurrido se satura un gran volumen de suelo (potencial mátrico =

0 cb) durante la irrigación. Para los suelos regados en surcos. Feld *et al.*, (1990), recomienda que se les permita secar a -50 -70 cb entre riegos, que favorecen a la planta hospedante y reducen el daño por *P. parasitica* más que otros métodos de riego. El mismo autor ha determinado que la pudrición radicular de plántulas de cítricos por el hongo, es más severa cuando son regadas por goteo o mantenidas constantemente bajo riego por surcos.

2.4.2. Control químico

Está ligado al uso de fungicidas y agentes erradicantes. Los fungicidas más usados son los fenilamidas que incluyen al metalaxil, furalaxil, benolaxil, ofurace, cypofuram y oxadical, tienen acción sistémica y son altamente tóxicos para la mayoría de especies de *Phytophthora*. El fosfonato fosetyl-Al es otro importante fungicida sistémico (Davidse, 1987).

Actualmente se han desarrollado cinco clases de nuevos tipos de fungicidas que controlan enfermedades causadas por Oomycetos: los carbamatos, isoxazoles (himexanol), las oximas cianoacetamidas, los etilfosfonatos (fosetyl-Al) y las fenilamidas. Estas últimas abarcan las acilalaninas, dentro de las cuales están los fungicidas furalaxil, metalaxil y benalaxil. En los últimos años, se ha logrado controlar eficazmente a las pudriciones de la raíz y la parte inferior del tallo ocasionado por *Phytophthora* utilizando varios fungicidas sistémicos como el metalaxil, fosetyl – Al, ethazol y propamocarb, los cuales se emplean para tratar semillas y suelos o se aplican como inmersiones de trasplante o como aspersiones, o bien utilizando agua de riego.

La formulación granulada de metalaxil es usada actualmente para controlar patógenos del suelo. En la rizosfera inhibe el crecimiento fungoso y esporulación. En los suelos bajas dosis (<10 µg/ml) dan buen control y la explicación de la buena actividad residual es el hecho de la alta sensibilidad a algunas especies de *Phytophthora* en la producción de esporangios. Metalaxil no erradica *Phytophthora*, pero si suprime

su actividad y en algunas circunstancias parece estimular las capacidades líticas de los organismos antagónicos del suelo (Cohen y Coffey, 1986).

El fosetyl tiene un amplio espectro de uso, fuerte sistemicidad basipetal en tejido verde y leñoso lo cual lo hace muy importante y a la vez lo constituye como una extraordinaria herramienta para el control de enfermedades de muchos cultivos. Es activo frente a Oomycetos, hongos causantes de los mildius polvorientos foliares y hongos que afectan raíces. Se transloca acropetal y basipetalmente, lo que permite dar protección a nuevos brotes y raíces por aplicación foliar y es débil actividad curativa. Tiene un excelente transporte simplástico (coherente malla de protoplastos conectados por plasmodesmos) y un buen transporte apoplástico (Schwinn y Staub, 1987). Fosetyl o su producto de degradación H_3PO_4 actúan directamente sobre el hongo objetivo, inhibiendo su crecimiento lo que permite estimular las reacciones de defensa de las plantas normalmente susceptibles. Por eso se dice que la protección de fosetyl es el resultado de acciones combinadas del fungicida y de la planta sobre el hongo (Fenn y Coffey 1985; Schwinn y Staub, 1987).

El fosetyl inhibe fuertemente la formación de esporangios de *P. citrophthora* y *P. parasítica* ($EC < 5 \mu g/ml$), también afecta la liberación de zoosporas e inhibe la producción de clamidosporas de *P. parasítica*. El fosetyl – Al y el H_3PO_4 afecta negativamente la germinación de quistes y clamidosporas (Cohen y Coffey, 1986).

Farih *et al.*, (1981) reportaron que ambos metalaxyl y fosetyl-Al redujeron significativamente o frenaron la expansión de lesiones en árboles de limonero susceptibles en el campo y también redujeron la severidad de la pudrición radicular sobre árboles inoculados experimentalmente.

Metheron y Matejka (1991), estudiaron en cítricos el efecto de tetrathiocarbonato de sodio (STTC) usado como nematicida, metalaxyl y fosetyl-Al, sobre el desarrollo y control de la pudrición radicular por *Phytophthora*, encontrado en el crecimiento de plantas de limón rugoso inoculadas con esporangios de *P. parasítica* o

P. citrophthora en presencia de STTC o metalaxyl fue mejorado significativamente comparadas con las plantas testigo. En planta inoculadas con *P. parasítica* e inundadas por 48 h cada dos semanas, el crecimiento radicular y aéreo fue mayor en las tratadas con metalaxyl que en aquellas tratadas con STTC, en contraste, no hubo diferencia significativa en el crecimiento entre los dos tratamientos cuando no se inundó el suelo. El STTC en el suelo libera rápidamente disulfuro de carbono, un biocida activo se diluye en agua inhibe rápidamente a *Phytophthora*.

Menge y Pond citados por (Sandler, *et al.*, 1989). Indican que el naranjo dulce es altamente susceptible a *Phytophthora*, las pérdidas de raíces alimenticias debido a la infección por el hongo podrían ser reducidas por aplicaciones de fungicidas e incrementar la producción de frutos.

Sandler, *et al.*, (1989), encontraron que las aplicaciones de los fungicidas fosetyl-Al (al follaje) y metalaxyl (al suelo) dieron como resultado un incremento en la densidad de raicillas alimenticias para determinar cuándo deben ser aplicados el metalaxyl y/o fosetyl-Al.

Son necesarias las investigaciones de las relaciones entre la densidad de inoculo en el suelo y la severidad de la pudrición de las raicillas alimenticias para determinar cuándo deben ser aplicados el metalaxyl y/o fosetyl – Al. Según (Davis, 1982) y (Timmer, 1977), afirman que las medidas preventivas, así como las aplicaciones de fungicidas al suelo, pintando el tronco con pasta bordalesa y aspersiones foliares de fungicidas pueden controlar efectivamente la pudrición del pie y de la gomosis sobre el suelo.

2.4.3. Control biológico

Se recomienda el uso de enmiendas orgánicas aplicadas al suelo por su efecto mejorador de la textura y retentividad de agua en el suelo, y porque estimulan el

incremento poblacional y la actividad microbiológica que favorecen el crecimiento de las plantas al suprimir los patógenos principales o secundarios (Bollen, *et al.*, 1989; Mankau y Minter, 1962). Se sabe además que estos microorganismos pueden crecer en la rizósfera (rizósfera - competidores) y que son agentes controladores ideales dado que la rizosfera constituye una línea frontal de defensa para las raíces ante el ataque de patógenos, los que encuentran antagonistas antes y durante la infección primaria y también durante el desarrollo secundario sobre las raíces (Javier y Delgado, 1990; Nemec, *et al.*, 1991).

2.4.4. Manejo integrado

El manejo integrado de la enfermedad incluye el uso del suelo no infestado, fumigado con bromuro de metilo o vapor en camas almacigueras, uso de patrones altamente resistentes, selección de sitios bien drenados para plantar árboles, evitar excesivos riegos, remoción de ramas que están contacto con el suelo para evitar la pudrición marrón del fruto, evitar el daño de la corteza y el colocado de mulching o suelo frente al tronco, aplicación de enmiendas orgánicas ricas en antagonistas biológicos y el control de malezas antes del uso de herbicidas si es necesario.

P. citrophthora en presencia de STTC o metalaxyl fue mejorado significativamente comparadas con las plantas testigo. En planta inoculadas con *P. parasítica* e inundadas por 48 h cada dos semanas, el crecimiento radicular y aéreo fue mayor en las tratadas con metalaxyl que en aquellas tratadas con STTC, en contraste, no hubo diferencia significativa en el crecimiento entre los dos tratamientos cuando no se inundó el suelo. El STTC en el suelo libera rápidamente disulfuro de carbono, un biocida activo se diluye en agua inhibe rápidamente a *Phytophthora*.

Menge y Pond citados por (Sandler, *et al.*, 1989). Indican que el naranjo dulce es altamente susceptible a *Phytophthora*, las pérdidas de raíces alimenticias debido a la infección por el hongo podrían ser reducidas por aplicaciones de fungicidas e incrementar la producción de frutos.

Sandler, *et al.*, (1989), encontraron que las aplicaciones de los fungicidas fosetyl-Al (al follaje) y metalaxyl (al suelo) dieron como resultado un incremento en la densidad de raicillas alimenticias para determinar cuándo deben ser aplicados el metalaxyl y/o fosetyl-Al.

Son necesarias las investigaciones de las relaciones entre la densidad de inoculo en el suelo y la severidad de la pudrición de las raicillas alimenticias para determinar cuándo deben ser aplicados el metalaxyl y/o fosetyl – Al. Según (Davis, 1982) y (Timmer, 1977), afirman que las medidas preventivas, así como las aplicaciones de fungicidas al suelo, pintando el tronco con pasta bordalesa y aspersiones foliares de fungicidas pueden controlar efectivamente la pudrición del pie y de la gomosis sobre el suelo.

2.4.3. Control biológico

Se recomienda el uso de enmiendas orgánicas aplicadas al suelo por su efecto mejorador de la textura y retentividad de agua en el suelo, y porque estimulan el

incremento poblacional y la actividad microbiológica que favorecen el crecimiento de las plantas al suprimir los patógenos principales o secundarios (Bollen, *et al.*, 1989; Mankau y Minter, 1962). Se sabe además que estos microorganismos pueden crecer en la rizósfera (rizósfera - competidores) y que son agentes controladores ideales dado que la rizosfera constituye una línea frontal de defensa para las raíces ante el ataque de patógenos, los que encuentran antagonistas antes y durante la infección primaria y también durante el desarrollo secundario sobre las raíces (Javier y Delgado, 1990; Nemec, *et al.*, 1991).

2.4.4. Manejo integrado

El manejo integrado de la enfermedad incluye el uso del suelo no infestado, fumigado con bromuro de metilo o vapor en camas almacigueras, uso de patrones altamente resistentes, selección de sitios bien drenados para plantar árboles, evitar excesivos riegos, remoción de ramas que están contacto con el suelo para evitar la pudrición marrón del fruto, evitar el daño de la corteza y el colocado de mulching o suelo frente al tronco, aplicación de enmiendas orgánicas ricas en antagonistas biológicos y el control de malezas antes del uso de herbicidas si es necesario.

CAPITULO 3

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación de la parcela experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela del Centro de Producción Agrícola (CPA) de la Universidad Nacional de Piura, la cual se encuentra ubicada en el Valle de San Lorenzo – distrito Tambogrande (Fig. 01). Geográficamente está ubicada a Latitud Sur $03^{\circ}54'00''$ con una Longitud de $80^{\circ}52'00''$ y Altitud de 6 m.s.n.m.

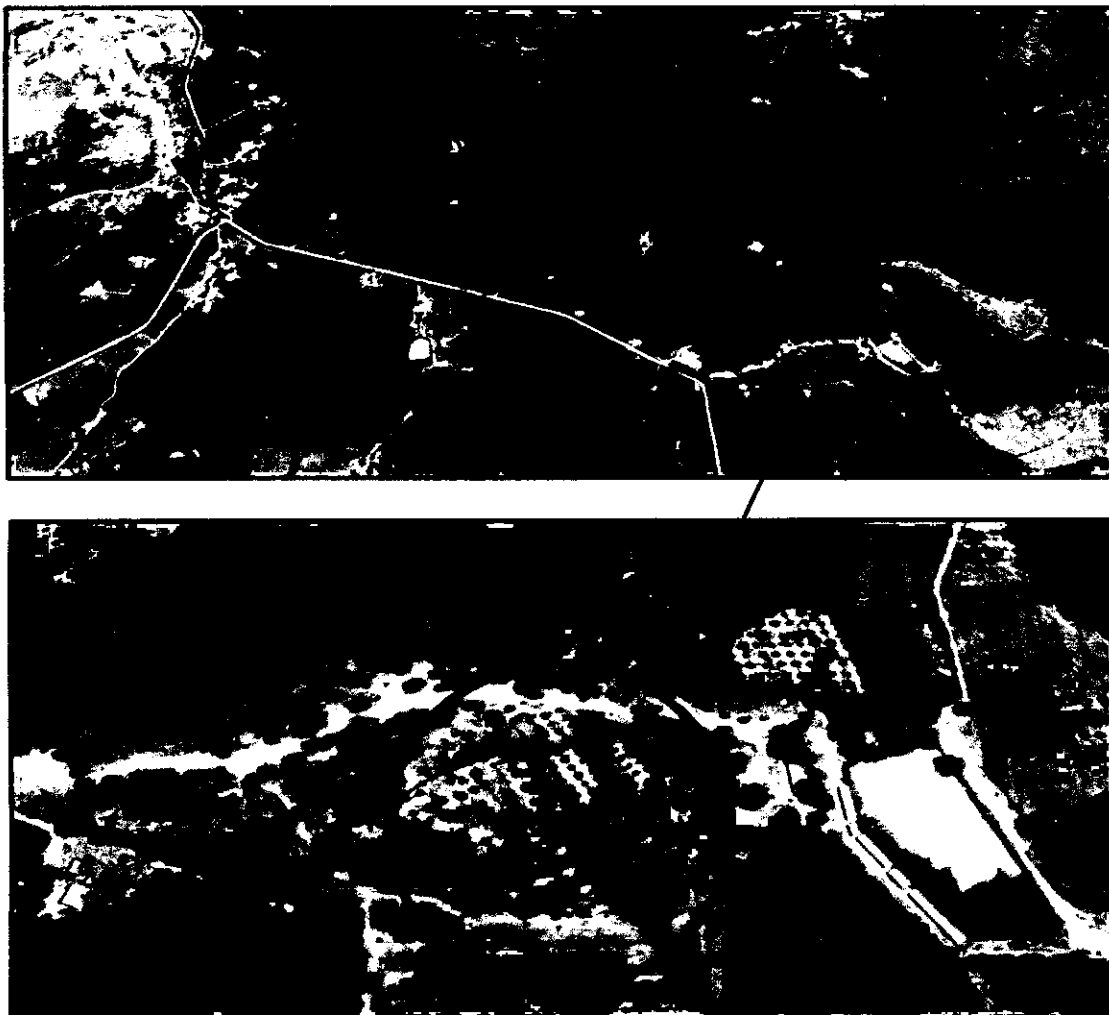


Fig. 01. Imagen satelital de ubicación de la parcela experimental de (CPA) de la Universidad Nacional de Piura – Valle San Lorenzo – Distrito Tambo Grande.

3.2. Duración y periodo de ejecución

El periodo de duración del proyecto fue de 10 meses, se inició 15 de Octubre del 2014 y finalizó 15 de agosto del 2015.

3.3. Descripción de la parcela experimental

La parcela tiene una plantación de árboles de limón sutil (*C. aurantifolia*) de entre 12 y 15 años de edad, sembrado a un distanciamiento de 6 x 6 m. El área total de la parcela experimental fue de 1512 m², con 6 bloques de 252 m² c/u., y un total de 7 plantas experimentales en cada bloque, obteniendo un total de 42 plantas en toda la parcela experimental.

3.4. Fase de campo

3.4.1. Selección y marcado de árboles

Se seleccionaron y codificaron 42 árboles de limonero *C. aurantifolia*/*C. jambhiri* de 12 - 15 años de edad, instalados a un distanciamiento de 6 x 6 al tresbolillo (278 árboles/ha), bajo riego por gravedad, casi todos en grado de 5.1 de acuerdo a la escala de CIBA-GEIGI-CITRUS EXCHANGE (12). La codificación consistió en poner tarjetas de cartulina en el tronco de los árboles según los tratamientos y repeticiones. (Fig. 02).



Fig. 02. Marcado e identificación de plantas en estudio

3.4.2. Análisis físico – químico de suelo

Se realizó un análisis nutricional del suelo a los 0 días de iniciado el experimento, se muestrearon 5 plantas al azar, extrayendo 200 g de suelo de cada planta, obteniendo una muestra representativa de 1 kg, y se llevó al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Piura.

3.4.3. Evaluación de severidad

La evaluación del decaimiento progresivo se realizó mediante la escala de grados (Cuadro 01 y fig. 3 al 13) esta escala presenta 10 grados de evaluación que considera la apariencia externa del árbol, color y tamaño de la hoja, calidad y tamaño del fruto y producción (Javier, 1998). Se realizaron 10 evaluaciones, una evaluación por mes. La primera evaluación se desarrolló a los 0 días (28/10/14), la segunda a los 30 días (27/11/2014), la tercera a los 60 días (28/12/2014), la cuarta a los 90 días (29/01/2015), la quinta a los 120 días (27/02/2015), la sexta a los 150 días (29/03/2015), la séptima a los 180 días (26/04/2015), la octava a los 210 días (29/05/2015), la novena a los 240 días (28/06/2015), la décima y última evaluación se dio a los 270 días (24/07/2015).

Cuadro 01. Escala de grados basada en el aspecto externo de árboles utilizada para evaluar el decaimiento progresivo de los cítricos por el ataque del hongo *P. parasítica* (Javier, 1998).

GRADO	DESCRIPCION
0	Árbol sano y vigoroso, hojas grandes y de un color verde oscuro, frutos grandes.
1	Árbol sano, hojas color verde oscuro y frutos grandes.
2	Árbol sano, hojas color verde y frutos grandes.
3	Árbol sano, hojas verdes ligeramente brillantes.
4	Muerte regresiva de brotes terminales, las ramas del árbol empiezan a abrirse en un ángulo mayor de lo normal respecto al eje principal del árbol, hojas terminales y frutos más pequeños.
5	Muerte regresiva de ramas terminales, hojas pequeñas y cloróticas, frutos pequeños.
6	Marchitez, clorosis de la copa del árbol, hojas y frutos pequeños.
7	Marcada marchitez, hojas cloróticas y pequeñas, frutos pequeños y reducción de la cosecha.
8	Marchitez generalizada, ramas abiertas en un ángulo más grande de lo normal respecto al eje principal del árbol. Hojas cloróticas con desbalance de micronutrientes, frutos pequeños y producción muy baja.
9	Marchitez del árbol, pocas hojas y frutos.
10	Árbol muerto.



Fig. 03. Árbol sano y vigoroso, hojas grandes y de un color verde oscuro, frutos grandes (Grado 0)

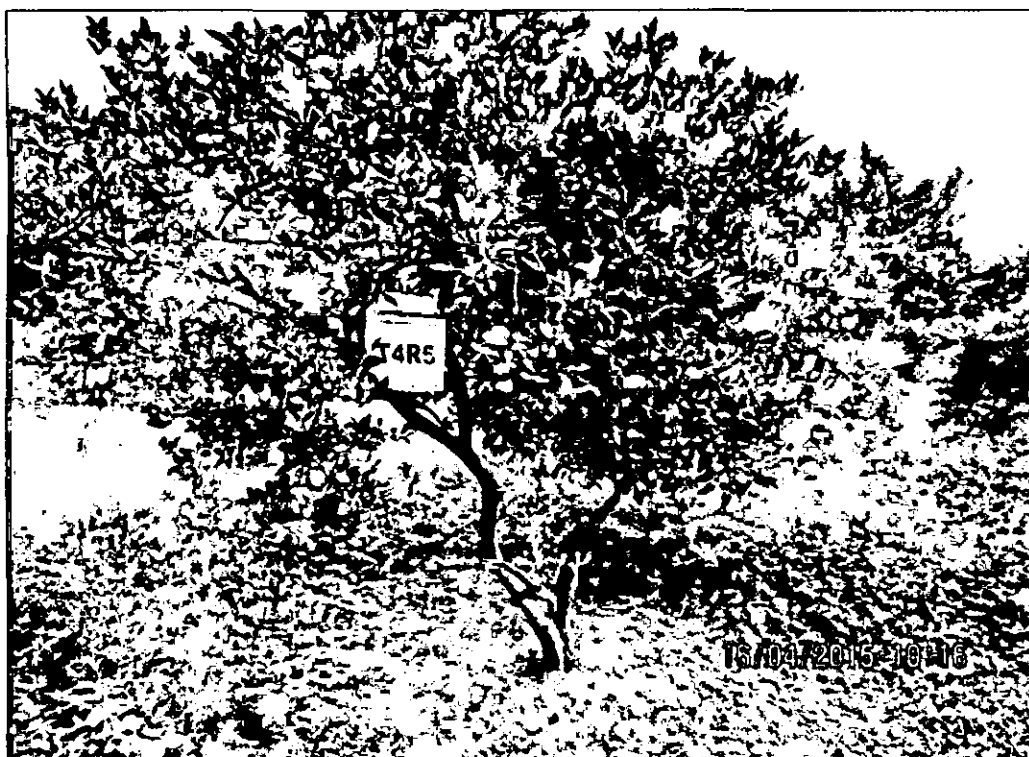


Fig. 04. Árbol sano, hojas color verde oscuro y frutos grandes (Grado 1)



Fig. 05. Árbol sano, hojas color verde y frutos grandes (Grado 2)

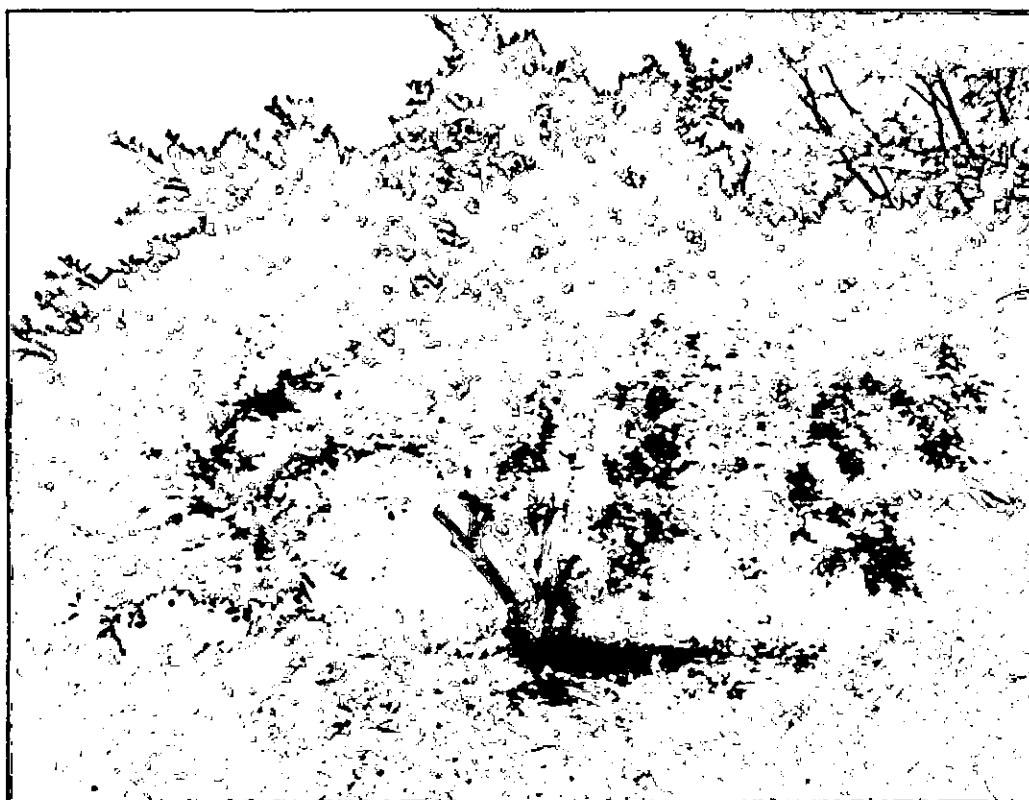


Fig. 06. Árbol sano, hojas verdes ligeramente brillantes (Grado 3)



Fig. 07. Muerte regresiva de brotes terminales, las ramas del árbol empiezan a abrirse en un ángulo mayor de lo normal respecto al eje principal del árbol, hojas terminales y frutos más pequeños (Grado 4).



Fig. 08. Muerte regresiva de ramas terminales, hojas pequeñas y cloróticas, frutos pequeños (Grado 5).

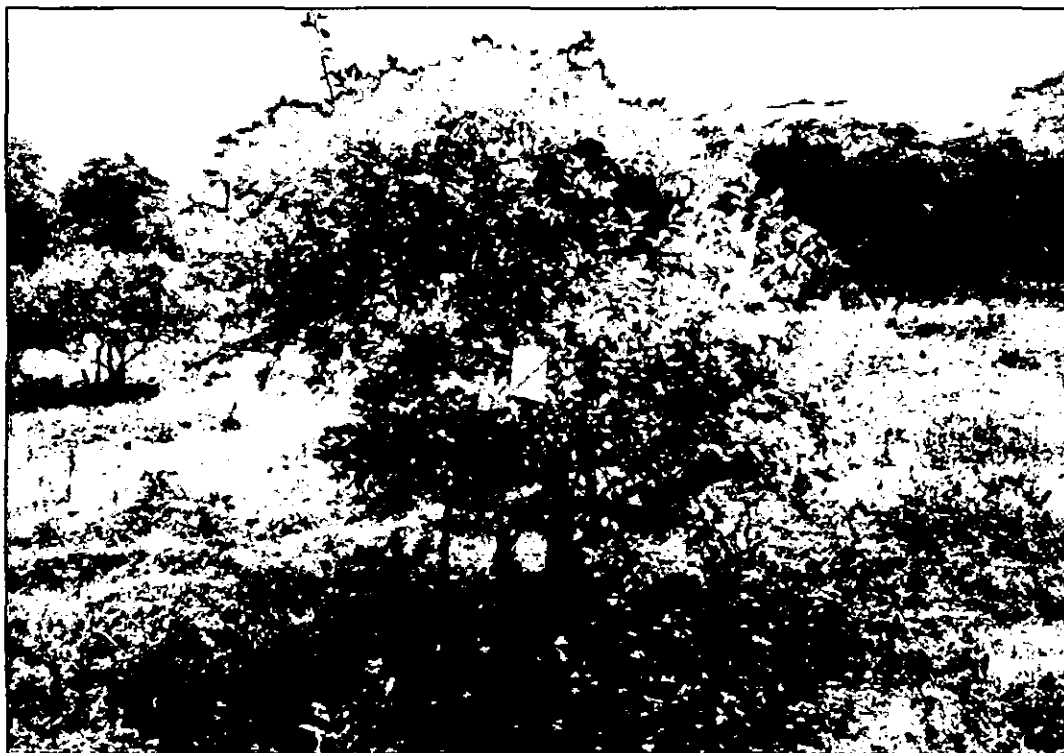


Fig. 09. Marchitez, clorosis de la copa del árbol, hojas y frutos pequeños (Grado 6).



Fig. 10. Marcada marchitez, hojas cloróticas y pequeñas, frutos pequeños y reducción de la cosecha (Grado 7).

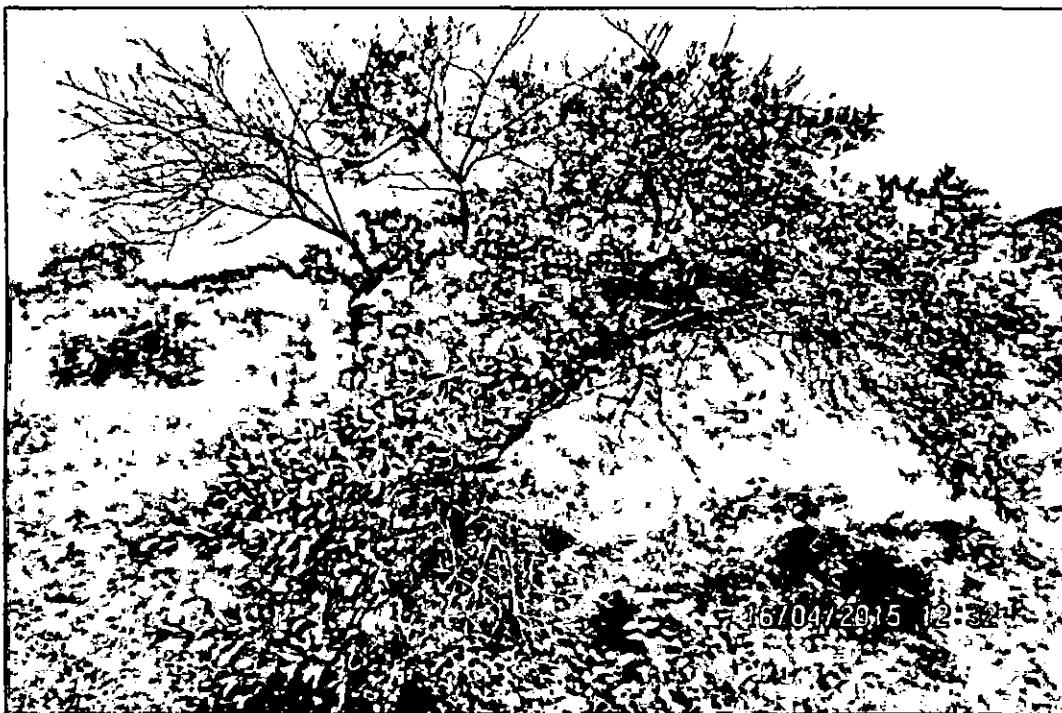


Fig. 11. Marchitez generalizada, ramas abiertas en un ángulo más grande de lo normal respecto al eje principal del árbol. Hojas cloróticas con desbalance de micronutrientes, frutos pequeños y producción muy baja (Grado 8).



Fig. 12. Marchitez del árbol, pocas hojas y frutos (Grado 9).



Fig. 13. Árbol muerto (Grado 10)

3.5. Fase de laboratorio

3.5.1. Aislamiento de *Phytophthora parasitica*

3.5.1.1. Toma de muestra de suelo y raicillas

De 7 tratamientos con 6 repeticiones se obtuvo un total de 42 plantas como unidades experimentales, de cada tratamiento se eligió 3 muestras al azar obteniendo un total de 21 árboles. De cada árbol se extrajo submuestras de 250 – 300 g de los 4 puntos cardinales, obteniendo una muestra representativa de 1 kg/árbol de suelo para el análisis nematológico, físico-químico y aislamiento de *P. parasitica* en los laboratorios de la Universidad Nacional de Piura.

3.5.1.1.1. Suelo

Para el aislamiento se empleó el método de los pétalos de clavel (Ricci *et al.*, 1974), que consistió en agregar 50 g de suelo en Erlenmeyer con 500ml de agua esterilizada, haciendo una mezcla uniforme se dejó decantar por 20 minutos.

Posteriormente la solución suelo fue vertida en placas de Petri en una cantidad de 30ml/placa, en ellas se colocó pétalos inmaduros de clavel de color blanco, por cada muestra de suelo se empleó 5 placas (repeticiones), las placas fueron incubadas a temperatura de ambiente por un tiempo de 3 a 4 días, con el fin de que pueda ser colonizado por el pseudohongo *P. parasitica*.



Fig. 14. Aislamiento de *Phytophthora parasitica* en suelo agrícola, para esto se utilizó pétalos de clavel inmaduros, estas placas se dejaron incubar por 4 días.

3.5.1.1.2. Raíces

Se siguió la metodología de Javier, (1998), consistió en sumergir raicillas de limonero a chorro continuo de agua 10 – 15 minutos aproximadamente, hasta que las raíces queden completamente limpias, se utilizó un grifo de agua, posteriormente las raicillas fueron cortadas en pequeños trocitos con un tamaño promedio de 5 a 10 mm de longitud, luego fueron colocadas en placas de Petri (vidrio) en un número de 20 a 30 trocitos de raicillas, posteriormente se vertió 30ml/placa de agua destilada esterilizada, en ella se colocó pétalos inmaduros de clavel de color blanco y se dejaron incubar por un tiempo de 3 a 4 días, después de este tiempo se realizó repiques en placas con medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA).



Fig. 15. Aislamiento de *Phytophthora parasitica* en raíces con pétalos de clavel inmaduro y agua destilada, se dejó incubar por 4 días para su colonización del hongo.

3.5.2. Detección de *P. parasítica* al inicio y final del experimento.

Para detectar *P. parasítica* en la fase inicial y final del experimento, se empleó la metodología de pétalos de clavel como se describe en el aislamiento. Se muestrearon 21 plantas al azar 3 plantas por tratamiento. Se consideró positiva cuando los pétalos eran colonizados por las estructuras del hongo y negativa cuando los pétalos no fueron colonizados.

3.5.3. Aislamiento de *Tylenchulus semipenetrans* del suelo

Se hizo a los 0 y a los 300 días, es decir, antes del inicio y después de finalizado el experimento, de cada planta se recolectaron 250 g de suelo y se llevó al laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Piura para su análisis.

Para la extracción de los segundos estadios juveniles (J2) más machos de *T. semipenetrans*, se empleó la técnica del tamizado combinado con el embudo de Baermann (Ayoub, 1980), que se fundamenta en las diferencias entre el tamaño y la gravedad específica de los nematodos y otros componentes del suelo. La cuantificación se realizó a partir de una muestra de 100 cm³ de suelo, utilizándose tamices de 364, 100 y 30 µm de diámetro de poro, puestos uno sobre el otro en el orden indicado para separar los nematodos grandes y medianos, y las partículas más pequeñas de suelo. Los J2 + machos de *T. semipenetrans* atrapados sobre el tamiz de 30 µm se recuperaron en el embudo de Baermann, 24 horas después. La cuantificación de J2 + machos se determinó bajo un microscopio estereoscópico.

3.6. Medidas culturales implementadas para la recuperación de árboles de limonero por el ataque de *P. parasitica*

3.6.1. Control de maleza

El control de maleza se ejecutó a los 0 días (26 de setiembre 2014), 60 (13 de diciembre 2014), 150 (21 de marzo 2014), 240 (27 de junio 2015) días de iniciado el proyecto (Fig. 16). Esta fue una de las primeras labores que se realizó con el fin de eliminar las malas hierbas del anillo y de airear las capas superficiales del suelo de la planta.

3.6.2. Anillo de riego

Para evitar el contacto de agua de riego con la base del tallo del árbol, se ampliaron y se construyeron anillos a la altura de la copa del árbol, además se elevaron el talud de algunas pozas que eran muy superficiales y se realizaron pequeñas aberturas para el drenaje (Fig. 17).



Fig. 16. Labor de desmalezado en las pozas de cada unidad experimental.



Fig. 17. Construcción de anillo de riego a la altura de la copa del árbol.

3.6.3. Podas

Se realizaron podas de fructificación, sanitarias y regeneración en las plantas identificadas, con la finalidad de originar nuevos brotes, mayor aireación y luminosidad (Fig. 18).

3.6.4. Eliminación de mamones

Se realizaron periódicamente a los 0, 60, 120, 180, 240 días de iniciado el trabajo, dado que estos compiten por nutrientes con las ramas fructíferas del limonero, (Fig. 19).



Fig. 18. Podas de mantenimiento y sanitarias



Fig. 19. Eliminación de mamones.

3.6.5. Duración y frecuencia de riego

Antes de instalar el trabajo de investigación los riegos eran pesados sin supervisión del personal, las pozas permanecían con agua de riego por 5 a 6 días, lo que creaba condiciones favorables para la enfermedad; frente a esta situación los riegos realizados fueron ligeros y conducidas por un obrero de la parcela del CPA, en el cual no se dejaron acumular el agua por mucho tiempo en las pozas; se implementaron

drenajes a cada una de ellas y la frecuencia de riego fue de acuerdo al turno programado por la junta de usuarios.

3.6.6. Aplicación de fungicidas en campo

Los fungicidas empleados se encuentran en el Cuadro 2, las aplicaciones se realizaron a los 0 días (18/11/2014) y 21 días después de la 1^{ra} aplicación (18/12/14) y posteriormente se realizaron 2 aplicaciones en el mes de marzo (09/03/15 y 30/03/15). Las aplicaciones de fungicidas se realizaron en 2 formas: Ridomil (Metalaxyl), Aliette PM (Fosetyl Al), Vacomil – Plus 50 (Metalaxyl + Oxidloruro de cobre) se aplicaron al cuello de la planta (drench) y Feno – Cu (Sulfato de cobre), Phyton 27 (Sulfato de cobre pentahidratado), Pare (Ácido fosfórico), se aplicaron al follaje de las plantas; tratamiento testigo no se le aplicó fungicidas, abono orgánico ni abonos sintéticos.

Cuadro 02. Tratamientos de fungicidas aplicados en campo para el control de *Phytophthora parasitica* en árboles de limonero.

TRATAMIENTOS	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS/200 L
T1	Ridomil	Metalaxyl	500 g
T2	Aliette PM	Fosetil Aluminio	500 g
T3	Vacomil - Plus 50	Metalaxyl + Oxidloruro de cobre	500 g
T4	Feno - Cu	Sulfato de cobre	500 ml
T5	Phyton 27	Sulfato de cobre pentahidratado	500 ml
T6	Pare	Ácido fosfórico	600 ml
T7	Testigo

3.6.7. Fertilización

La fertilización se basó de acuerdo a los requerimientos nutricionales basados en la edad del cultivo, para su aplicación se limpiaron los anillos de riego a la altura de la proyección de la copa y se realizaron anillos alrededor de la planta a una profundidad de 30 cm (Fig. 20) zona donde se encuentra un 60 % de raíces absorbentes que

aprovecharan mejor los fertilizantes (Hamid *et al.*, 1989). Una vez hecho el anillo se distribuyó alrededor de la planta (Fig. 21 y 22), fertifhost y urea a una dosis de 200 g y 800g cada fertilizante/árbol, fraccionada en tres fechas; la primera fertilización fue a los 0 días (04/10/2014), 120 días (21/02/2015), 240 días (27/06/2015).

3.6.8. Enmiendas orgánicas

Como enmienda orgánica se empleó estiércol de ovino descompuesto, se aplicó en la proyección de la copa de la planta, la cantidad de 15 kg fraccionada en 3 partes y se aplicaron en las mismas fechas de fertilización (Fig. 20).

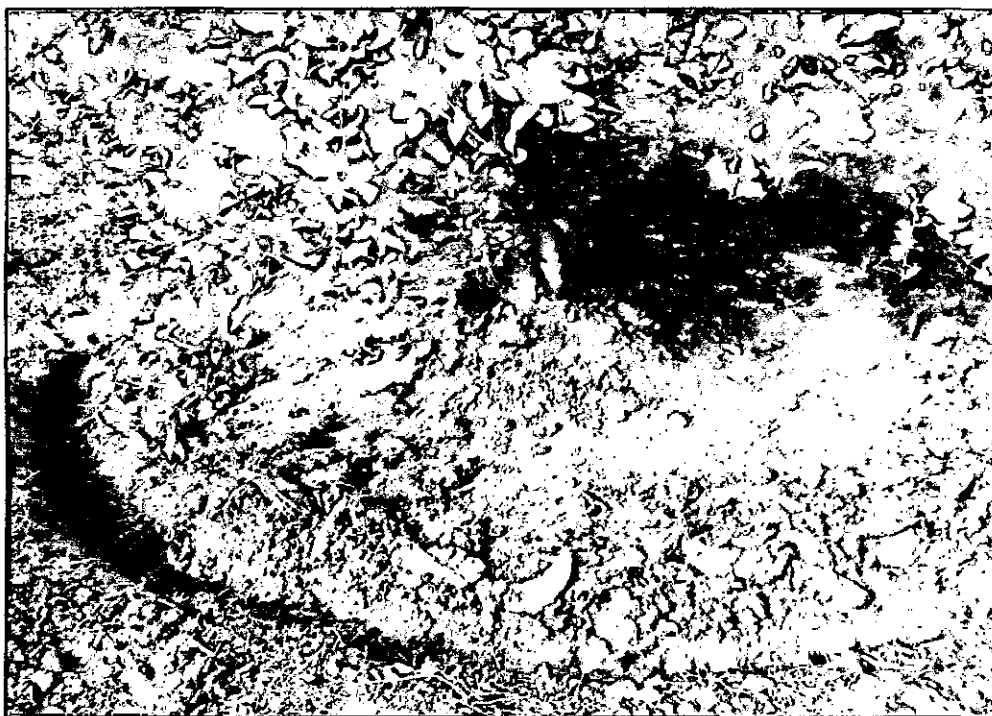


Fig. 20. Construcción de anillos de 30 cm de profundidad a la altura de la copa del árbol para la fertilización y abonamiento.



Fig. 21. Fertilización a base de Urea alrededor de la planta en estudio, a una dosis de 800 g/árbol.



Fig. 22. Fertilización a base de fertiphosf, al contorno de la planta, con una dosis de 200g/árbol.



Fig. 23. Aplicación de enmiendas orgánicas a base de estiércol de ovino 15 kg/árbol.

3.7. Evaluación de *Phytophthora parasitica* y *Tylenchulus semipenetrans*

Se evaluó la presencia de *P. parasítica* y las poblaciones de *T. semipenetrans* a los 0 días de iniciado el experimento y 300 días después de finalizado el trabajo de investigación.

3.8. Diseño experimental y distribución de tratamientos

Se empleó Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 7 tratamientos y 6 repeticiones, y 6 bloques, para el análisis estadístico se usó el Statical Analysis System (SAS).

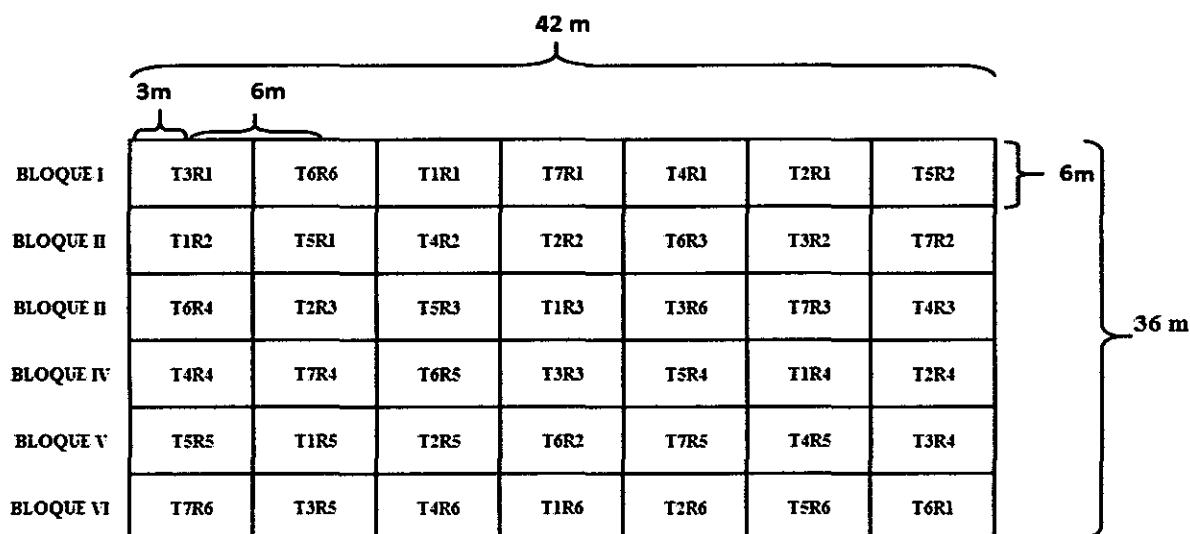
Cuadro 03. Dosis de aplicación de fungicidas, fertilizantes y estiércol de ovino aplicados en campo para el control de *Phytophthora parasitica* en árboles de limonero.

TRATAMIENTOS	NOMBRE COMERCIAL	Dosis/Árbol	Dosis/Ha
T1	Ridomil + UR + FR + EO	500 g + 800 g + 200 g + 15 kg	139 kg + 222.4 kg + 55.6 kg + 4.17 T
T2	Aliette PM + UR + FR + EO	500 g + 800 g + 200 g + 15 kg	139 kg + 222.4 kg + 55.6 kg + 4.17 T
T3	Vacomil Plus 50 + UR + FR + EO	500 g + 800 g + 200 g + 15 kg	139 kg + 222.4 kg + 55.6 kg + 4.17 T
T4	Feno Cu + UR + FR + EO	500 ml + 800 g + 200 g + 15 kg	139 L + 222.4 kg + 55.6 kg + 4.17 T
T5	Phyton + UR + FR + EO	500 ml + 800 g + 200 g + 15 kg	139 L + 222.4 kg + 55.6 kg + 4.17 T
T6	Pare + UR + FR + EO	600 ml + 800 g + 200 g + 15 kg	166.8 L + 222.4 kg + 55.6 kg + 4.17 T
T7	Tratamiento Testigo

*UR= Urea

*FR= Fertiphost

*EO= Estiércol de Ovino



Cuadro 04. Croquis de la distribución de tratamientos y repeticiones en la parcela experimental.

3.9. Evaluación de parámetros de producción y calidad

3.9.1. Registro de la producción

Se realizó a los 0 días (31/10/2014), 30 días (29/11/2014), 60 días (30/12/2014), 90 días (31/01/2015), 120 días (28/02/2015), 150 días (28/03/2015), 180 días (25/04/2015), 210 días (30/05/2015), 240 días (27/06/2015) y 270 días (25/07/2015).

Las jabas cosechadas de cada árbol experimental se pesaron en campo, se tomó un peso total en kg.



Fig. 24. Pesaje de las jabas de limón cosechado, con la ayuda de los trabajadores de la parcela de la UNP.

3.9.2. Registro del diámetro promedio del fruto

En cada cosecha, de cada una de las jabas de los tratamientos, se tomaron al azar 10 frutos de limón, a cada uno de estos frutos se midió el calibre, para luego promediar el diámetro de cada tratamiento y testigo, para esto se utilizó un vernier proporcionado por la Empresa Granja Sinchi S.A. Las evaluaciones de calibre se realizaron en las mismas fechas del registro de producción.

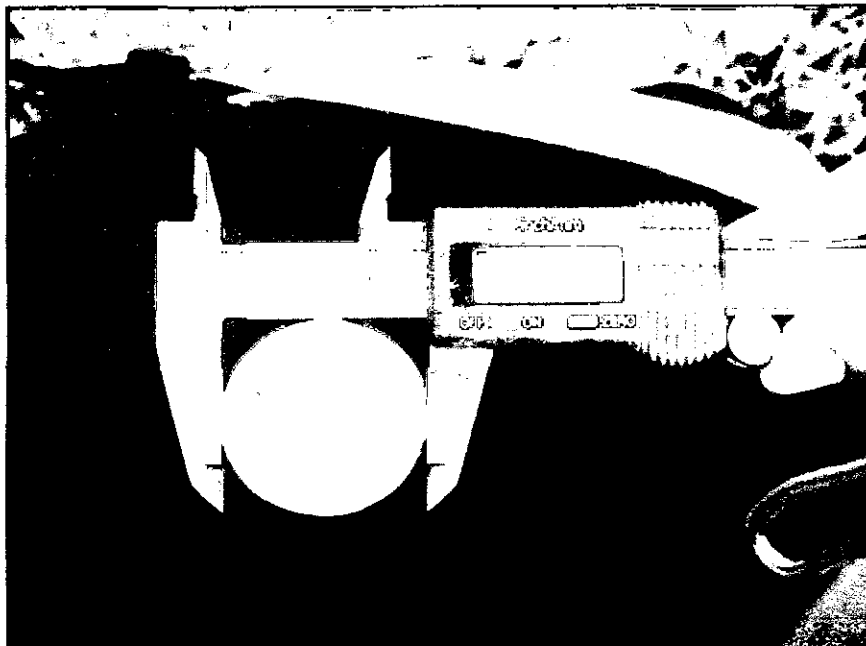


Fig. 25. Medición de calibre de los frutos utilizando un Vernier.

3.9.3. Determinación del peso seco de raicillas de los árboles

Se realizó a los 0 y 300 días después de iniciado el experimento. Teniendo como referencia que la zona de mayor crecimiento de raicillas alimenticias esta inmediatamente antes de la proyección de la copa, se tomaron muestras de suelo y raicillas utilizando cilindros metálicos de 6 cm de largo x 4.5 cm de ancho que muestrean un volumen total de 95.426 cm³ de suelo de cada uno (Fig. 23), primero se tomaron 3 sub muestras por árbol en tres puntos diferentes, las que luego en el mismo campo, se mezclaron, uniformizaron y tamizaron en tamices de malla metálica de 3mm de diámetro.

Las raíces obtenidas se introdujeron en bolsas plásticas codificadas y se llevaron a laboratorio donde se lavaron 30 min con agua de caño, se secaron en toallas de papel higiénico (Fig. 24) por 12 horas y se eliminaron las raíces gruesas con más de 2 mm.

Finalmente, las raicillas se colocaron en sobres de papel con su código correspondiente y se sometieron a 60-62° C de temperatura en la estufa por 2 días (48 horas), periodo después del cual se secaron y pesaron en la balanza de precisión para obtener el peso seco en mg/árbol.



Fig. 26. Extracción de raíces con un saca bocados de 6 cm de largo, por 4.5 cm de ancho, que muestrea un total de 95.426 cm³ de volumen de tierra más raíces.



Fig. 27. Lavado de raíces en laboratorio a chorro continuo por 30 min, se llevó a la estufa a 60 - 62 °C de temperatura por 48 horas, luego se llevó a la balanza y se obtuvo un peso en gr/árbol.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Aislamiento y características generales de *Phytophthora parasitica*

En medio de cultivo PDA, a los 4 días de incubación desarrolló 42 mm de diámetro de crecimiento micelial de coloración blanquecino, colonia tipo tela de araña, y en medio CMA desarrolló colonia lanosa-esponjosa e irregular.

Las hifas de los aislados fueron cenocíticas, los esporangios son persistentes, predominantemente son de forma esférica y ovoide-elipsoides y papilados, ocasionalmente esféricos bipapilados y obpiriformes, las zoosporas son biflageladas, los esporangioforos alargados más delgados que las hifas, las clamidospras son intercalares, estas características corresponden al hongo *Phytophthora parasitica* (Javier, 1998).



Fig. 28. Aislamiento de *Phytophthora parasitica*.

4.2. Detección de *Phytophthora parasitica* al inicio y final del experimento

Los resultados de detección y frecuencia de aparición de *P. parasitica* a los 0 días (12/10/14) y 300 días (26/08/15) se presentan en el cuadro 05.

A los 0 días, los tratamientos ridomil, aliette PM, y vacomil – plus 50, de las 3 plantas evaluadas por tratamiento, en dos se aisló *P. parasitica*, resultando positivo (+), mientras que en solo una muestra por tratamiento no se aisló la enfermedad, resultando negativo (-), obteniendo una frecuencia de aparición de *P. parasitica* del 67% (Cuadro 05). A los 300 días de evaluación, ocurrió todo lo contrario a la primera evaluación, solo en una muestra por tratamiento se aisló *P. parasitica*, arrojando un resultado positivo (+), mientras que en dos muestras no se aisló la enfermedad de *P. parasitica*, obteniendo un resultado negativo (-), dando como resultado una frecuencia de aparición de *P. parasitica* del 33%, estos resultados se presentan en el Cuadro 05.

Estos resultados que se observan a los 300 días (Cuadro 05) probablemente se deban al efecto de los fungicidas durante las tres aplicaciones, ya que suprime e inhibe la proliferación de zoosporas que pueden infestar a la planta, la esporulación del hongo pudo haber sido afectada por methalaxyl, fosetyl y el Oxiclورو de cobre, ya que se aplicó directamente al cuello de la planta, el cuello de la planta es el medio de mayor contagio de enfermedades producidas por patógenos y es por esta zona por donde la planta tiene más contacto con el suelo o agua infestadas con zoosporas de *P. parasitica*. Estos resultados coinciden con los autores (Cohen y Coffey 1986), ellos indican que la formulación granulada de metalaxyl es usada actualmente para controlar patógenos del suelo. En la rizosfera inhibe el crecimiento fungoso y esporulación. En los suelos bajas dosis ($<10 \mu\text{g/ml}$) dan buen control y la explicación de la buena actividad residual es el hecho de la alta sensibilidad a algunas especies de *P. parasitica* en la producción de esporangios. El fosetyl tiene un amplio espectro de uso, fuerte sistemicidad basipetal en tejido verde y leñoso lo cual lo hace muy importante y a la vez lo constituye como una extraordinaria herramienta para el control de enfermedades de muchos cultivos. Es activo frente a Oomycetos, hongos causantes de los mildius polvorientos foliares y hongos que afectan raíces (Schwinn y Staub. 1987).

Farih *et al.* (1981) reportaron que ambos metalaxyl y fosetyl-Al redujeron significativamente o frenaron la expansión de lesiones en árboles de limonero susceptibles en el campo y también redujeron la severidad de la pudrición radicular sobre árboles inoculados experimentalmente, estos resultados coinciden con nuestra investigación, ya que se observaron plantas que presentaban la enfermedad a los 0 días, y a los 300 días en las mismas plantas no se aisló la enfermedad de *P. parasitica*, lo cual da confiabilidad a nuestro experimento.

Metheron y Matejka (1991), estudiaron methalaxyl y fosetyl-Al, sobre el desarrollo y control de la pudrición radicular por *Phytophthora* encontrado en el crecimiento de plantas de limón rugoso, inoculadas con esporangios de *P. parasitica* o *P. citrophthora* en presencia de metalaxyl fue mejorado significativamente comparadas con las plantas testigo.

La formación de esporangios y la liberación de zoosporas en el campo experimental, probablemente haya disminuido por la acción de los fungicidas aplicados, según investigadores Cohen y Coffey (1986), indican que el fosetyl inhibe fuertemente la formación de esporangios de *P. citrophthora* y *P. parasitica* ($EC < 5 \mu\text{g/ml}$), también afecta la liberación de zoosporas e inhibe la producción de clamidosporas de *P. parasitica*.

La detección negativa también se le pueden atribuir al efecto del estiércol de ovino que se aplicó al suelo como fuente de materia orgánica, probablemente se creó una barrera contra los patógenos que afectan la raíz de la planta, la incorporación de fuentes de materia orgánica al suelo ayudan a mejorar la estructura del suelo, además estos microorganismos pueden crecer en la rizósfera (rizósfera - competidores) y que son agentes controladores ideales dado que la rizósfera constituye una línea frontal de defensa para las raíces ante el ataque de patógenos, los que encuentran antagonistas antes y durante la infección primaria y también durante el desarrollo secundario sobre las raíces (Javier y Delgado, 1990; Nemec *et al.*; 1991).

La descompensación de las enmiendas orgánicas produce una acumulación de amoníaco y una acidificación del suelo que afectan negativamente a las poblaciones de patógenos asociados al suelo lo cual atribuye confiabilidad a este trabajo de investigación ya que los resultados obtenidos coinciden con estos autores (Mankau, 1975).

Los tratamientos phyton y pare, a los 0 días, de las 3 plantas evaluadas por tratamiento, en dos se aisló *P. parasitica*, resultando positivo (+), mientras que en solo una muestra por tratamiento no se aisló la enfermedad, resultando negativo (-), la frecuencia de aparición de *P. parasitica* fue de 67% (Cuadro 05). El tratamiento feno - Cu, de las tres plantas evaluadas, en solo una planta resulto positivo para *P. parasitica*, las dos restantes resultaron negativas, es decir no se aisló el patógeno obteniendo una frecuencia de *P. parasitica* de 33%. A los 300 días de evaluación, el tratamiento phyton obtuvo una frecuencia de aparición de la enfermedad del 33%, mientras que en Feno-Cu y Pare obtuvieron una frecuencia de aparición de la enfermedad de *P. parasitica* del 67%. Probablemente los fungicidas feno Cu y Pare al ser aplicados a nivel foliar no posea un movimiento basipetala por consiguiente no tenga efecto negativo contra los esporangios y zoosporas del hongo.

El tratamiento testigo, a los 0 días presenta resultados negativos en dos de sus muestras, mientras que en la otra muestra se aisló *P. parasitica*, obteniendo una frecuencia de aparición de *P. parasitica* del 33%. A los 300 días de transcurrido el experimento, se detectó *P. Parasitica* en las tres plantas dando como resultado una frecuencia de aparición de *P. parasitica* del 100% estos resultados se observan en el Cuadro 05.

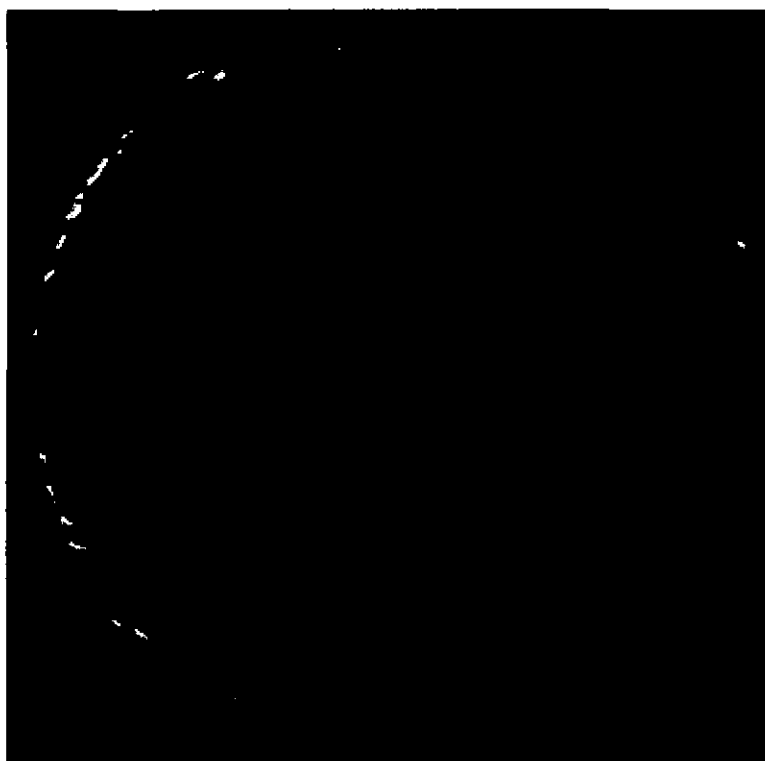


Fig. 29. Esporangios de *Phytophthora parasitica*.

Cuadro 05. Frecuencia de aparición de *Phytophthora parasitica* expresado en porcentaje a los 0 y 300 días de iniciado el experimento.

TRATAMIENTOS		0 días 12/10/2014	Frecuencia de aparición	300 días 26/08/2015	Frecuencia de aparición
Ridomil	T1R2	+		+	
	T1R5	-	67%	-	33%
	T1R6	+		-	
Aliette PM	T2R4	+		+	
	T2R5	+	67%	-	33%
	T2R6	+		-	
Vacomil - Plus 50	T3R3	-		-	
	T3R4	+	67%	-	33%
	T6R6	+		+	
Feno - Cu	T4R1	-		-	
	T4R4	+	33%	+	67%
	T4R6	-		+	
Phyton 27	T5R3	+		-	
	T5R4	+	67%	+	33%
	T5R6	-		+	
Pare	T6R2	+		+	
	T6R5	+	67%	+	67%
	T6R6	-		-	
Testigo	T7R1	-		+	
	T7R2	-	33%	+	100%
	T7R4	+		+	

4.3. Población de *Tylenchulus semipenetrans*

Según los resultados obtenidos a los 0 y 300 días no se detectó al nematodo *Tylenchulus semipenetrans*.

Estos resultados tal vez se deba a que los suelos del Centro de Producción Agrícola (CPA) – Tambo Grande, son pesados, contienen una textura altamente arcillosa, su capacidad de infiltración es lenta, debido al diámetro de poros, en épocas de escasez de agua los suelos presentan grietas, esta característica conlleva a la muerte e inmovilidad de los nematodos.

4.4. Manejo integrado sobre la severidad de la enfermedad

Los resultados de severidad de muerte regresiva en árboles de limonero se observan en el cuadro 06, según la prueba de comparación de medias múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$), el tratamiento Vacomil – Plus 50 a los 0 días se obtuvo una media de 4.3, presentando como característica principal muerte regresiva de brotes terminales, las ramas del árbol empiezan a abrirse en un ángulo mayor de lo normal respecto al eje principal del árbol, hojas terminales y frutos más pequeños (Fig. 07). Durante las evaluaciones posteriores (30, 60, 90, 120 y 150 días) se observó una disminución numérica en el aspecto externo del follaje. A los 180 días se registra una media de 2.5 según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$), presentando como característica principal un árbol sano, hojas verdes ligeramente brillantes (Fig. 06), posteriormente a los 210 y 240 días las medias inician una disminución progresiva de 2.0 y 1.7 respectivamente.

A los 270 días se observa una media de 1.3 presentando como característica un árbol sano, hojas color verde oscuro y frutos grandes (Fig. 04), según el Análisis de Varianza del efecto de fungicidas a nivel de campo, se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en ensayo y el testigo, siendo el promedio más bajo comparado con los promedio finales de los otros tratamientos (Cuadro 19).

Esta recuperación de plantas se debe a las actividades implementadas como el desmalezado en su momento oportuno, deschuponado, manejo de riego adecuado, fertilización y la aplicación de enmiendas orgánicas; estos hayan influenciado positivamente en la formación e incremento del volumen radicular, y haya conllevado a una mayor absorción de agua y nutrientes disponibles en suelo, como resultado se observó una recuperación del aspecto externo de la planta, manifestándose plantas vigorosas con hojas de color verde oscuro.

Con la aplicación del fungicida vacomil – Plus 50, como complemento al manejo integrado de la enfermedad, las plantas se observaron vigorosas con hojas de color verde oscuro, es probable que este producto haya protegido e inhibido la infección por *P. parasitica*, estos resultados observados coinciden con la sintomatología descrita por Farid *et al.* (1981) reportaron que metalaxyl redujo significativamente o frenaron la expansión de lesiones en árboles de limonero susceptibles en el campo y también redujeron la severidad de la pudrición radicular sobre árboles inoculados experimentalmente con *P. parasitica*. Según, Volker y Wijnem (1989), indican que el uso de enmiendas orgánicas aplicadas al suelo, mejora la textura y estructura y retentividad de agua, además estimulan el incremento poblacional y la actividad microbiológica que favorecen el crecimiento de las plantas al suprimir los patógenos principales o secundarios.

Además, el drenaje de agua de riego de cada uno de los anillos de cada unidad experimental, tuvo mucho que ver en el progreso de la enfermedad, la acumulación de agua por varios días, conllevaba a crear un ambiente apropiado para *Phytophthora*; esta recuperación se debe también que en los meses de marzo a julio hubo disponibilidad de agua de riego y los árboles no han sufrido stress hídrico.

El guano de ovino no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la defensa contra patógenos asociados al suelo y agua como *Phytophthora parasitica* y *Tylenchulus semipenetrans* (Guerrero, 1993).

Sin embargo el tratamiento testigo (Fig. 30), se observa el incremento de grados en el aspecto externo del follaje, esto indica claramente que las plantas sufren un decaimiento progresivo conforme pasa el tiempo. La falta de manejo, prevención y control ya sea químico, cultural y/o biológico conlleva a la baja producción, decaimiento progresivo y posteriormente la muerte de esta.

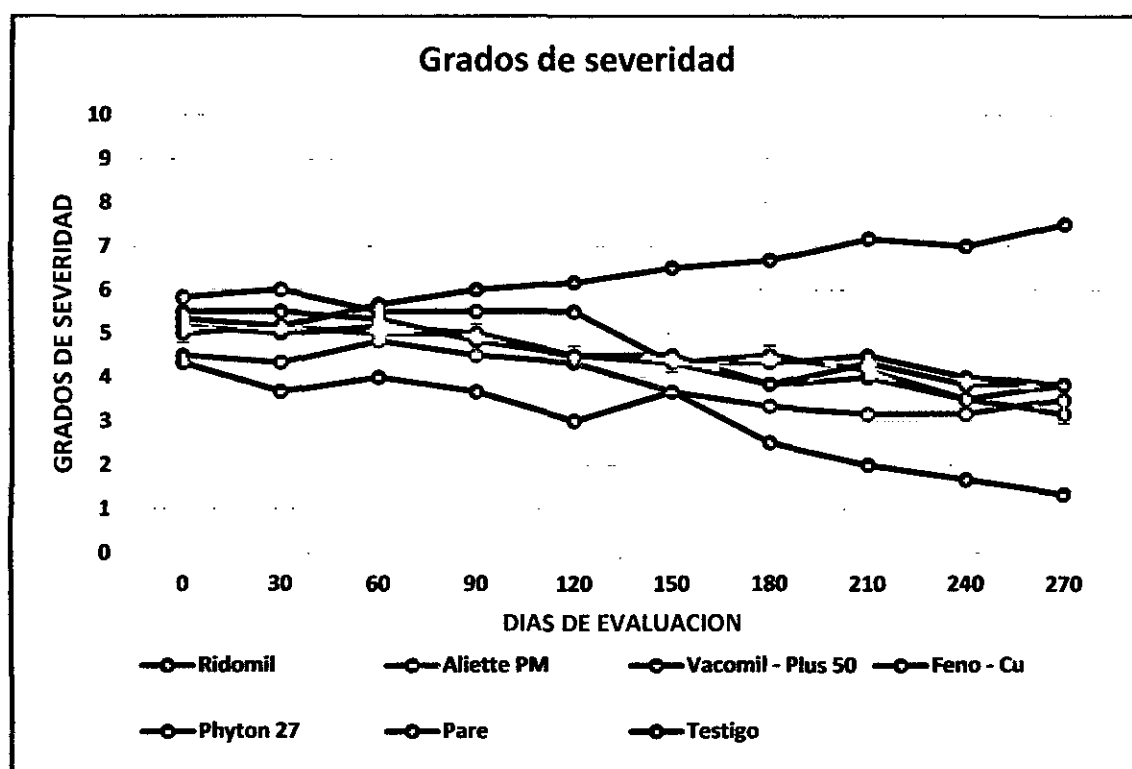


Fig. 30. Dinámica de la enfermedad de *P. parasitica* expresada en grados de severidad durante los 270 días de estudio.

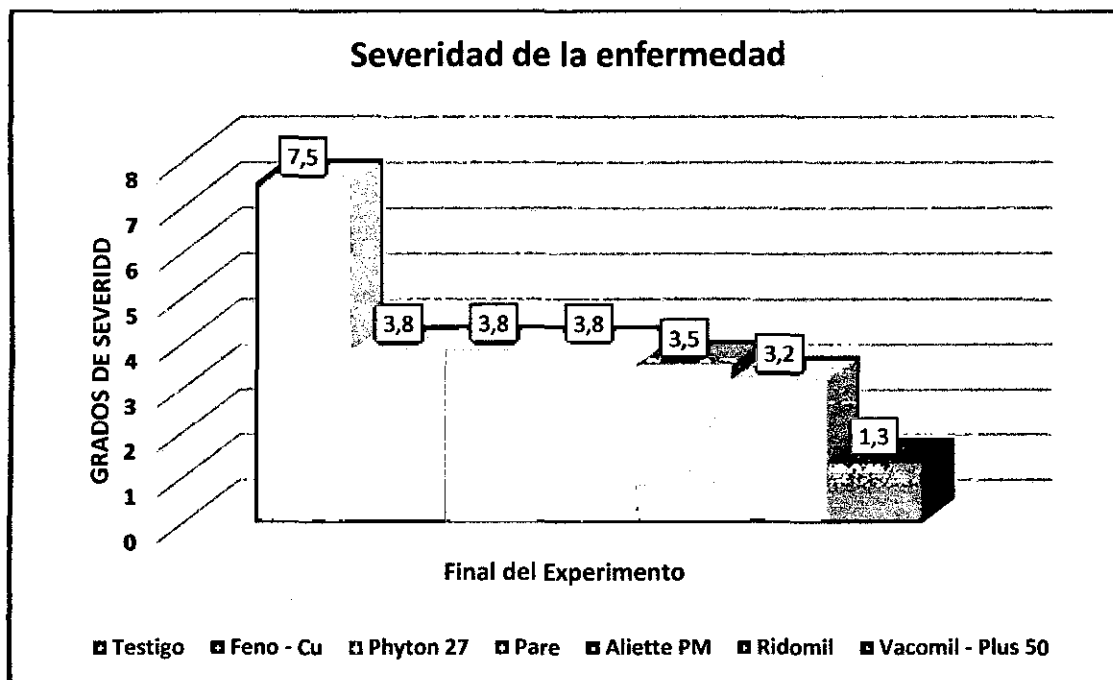


Fig. 31. Prueba Duncan ($P \leq 0.05$) sobre el efecto de fungicidas en la severidad de la enfermedad por *P. parasitica* al final del experimento.

Cuadro 06. Aspecto externo del follaje de árboles de limonero (limón sutil/limón rugoso) durante diez periodos de observación, parcela de la Universidad Nacional de Piura - San Lorenzo - Piura – Perú.

Tratamientos	PERIODO DE EVALUACION									
	28/10/2014	27/11/2014	28/12/2014	29/01/2015	27/02/2015	29/03/2015	26/04/2015	29/05/2015	28/06/2015	24/07/2015
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Ridomil	5 ab	5.2 bc	5 ab	5 bc	4.5 b	4.3 a	4.5 b	4.2 bc	3.5 b	3.2 b
Aliette PM	4.5 a	4.3 ab	4.8 ab	4.5 ab	4.3 b	3.7 a	3.3 ab	3.2 b	3.2 b	3.5 b
Vacomil - Plus 50	4.3 a	3.7 a	4.0 a	3.7 a	3.0 a	3.7 a	2.5 a	2.0 a	1.7 a	1.3 a
Feno - Cu	5.8 b	6.0 c	5.5 b	5.5 bc	5.5 ab	4.3 a	4.3 b	4.5 c	4.0 b	3.8 b
Phyton 27	5.5 b	5.5 bc	5.3 ab	4.8 abc	4.5 b	4.5 a	3.8 b	4.3 c	3.8 b	3.8 b
Pare	5.2 ab	5 bc	5.2 ab	5 bc	4.5 b	4.3 a	3.8 b	4 bc	3.5 b	3.8 b
Testigo	5.3 ab	5.2 bc	5.7 b	6.0 c	6.2 c	6.5 b	6.7 c	7.2 d	7.0 c	7.5 c

CV= 18.57 %

4.5. Producción del cultivo

Los resultados de la producción en Kg/árbol del cultivo de limonero se encuentran en el cuadro 07.

A los 0 días de iniciado el experimento en el (Cuadro 20) se observa el análisis de varianza del efecto de fungicidas, fertilizantes y guano de ovino, en interacción con las labores culturales desarrolladas durante la ejecución del experimento a nivel de campo, detectándose diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en ensayo y el testigo.

Durante las evaluaciones posteriores (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 y 270) según el análisis de varianza del efecto de fungicidas, fertilizantes, guano de ovino en interacción con las labores culturales que se desarrollaron durante la ejecución del proyecto se observa diferencias estadísticas significativas (Cuadro 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29).

En el cuadro 07, se aprecia la prueba de comparación de medias múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$), donde el tratamiento a base de vacomil – Plus 50 a los 0 días con una media de 17.6, presentando mejores características en producción con respecto a los demás tratamientos. Durante las evaluaciones posteriores (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 días) se observó un aumento numérico la producción de frutos por árbol.

A los 270 días vacomil – Plus 50, registra una media de 26.1 (Cuadro 07), siendo esta la mayor producción por árbol, durante el experimento. Según el análisis de varianza del efecto de fungicidas, fertilizantes, guano de ovino en interacción con las labores culturales que se desarrollaron durante la ejecución del proyecto se observa diferencias estadísticas significativas (Cuadro 29), en comparación con los otros tratamientos y el tratamiento testigo.

Este aumento en producción de Kg/árbol del tratamiento vacomil – Plus 50 probablemente se le atribuye a que las plantas hayan podido asimilar los nutrientes que han sido previamente incorporados al suelo como guano de ovino y fertilizantes, estos resultados reflejan cierta similitud con el autor Le Blanc (2000), quien evaluó el efecto de estiércol de ovino sobre parronales de uva de mesa var. Thompson Seedless en la zona de Melipilla, determinó un claro efecto sobre la calidad de la fruta, tamaño de racimo a una dosis de 24 Kg/planta de estiércol de ovino.

El guano de ovino no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retentividad de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas y por ende aumenta la producción sustancialmente (Guerrero, 1993).

El efecto del metalaxyl mas el oxiclورو de cobre que se aplicó al follaje, promovió el brotamiento de las plantas y coincide con los resultados obtenidos por Schwinn y Staub (1987), donde reporta que metalaxyl tiene un efecto fungitoxico, además se lo considera que es un promotor del crecimiento radicular y foliar en la planta.

Se le puede atribuir a las labores culturales aplicadas el aumento de frutos por árbol, la materia orgánica en interacción con los fungicidas y fertilizantes, el efecto del ácido fosfórico (H_3PO_4) en la planta que se dispone en lugares o puntos de infección, no solo inhibe el crecimiento micelial del hongo *Phytophthora parasitica*, en los tejidos vegetales, también actúa en la producción, proporcionando la firmeza y número de frutos por árbol de limonero (Fenn y Coffey, 1985).

Durante el experimento podemos atribuir el aumento de la producción a la materia orgánica, proporcionando a las plantas un aspecto verde oscuro, frutos grandes con una apariencia estética llamativa para el mercado, similares resultados obtuvieron Kimpinski *et al.* (2003), concluyeron que el estiércol y compost incrementaron la producción en los cultivos. Según Kostewicz, (1993), concluye que todo material orgánico descompuesto, tales como los restos de animal de corral (estiércol) incrementan la materia orgánica y mejoran la capacidad de distribución del agua en el suelo, subsecuentemente incrementan la producción del cultivo.

El tratamiento testigo (Cuadro 07) presento diferencias estadísticas significativas en comparación a los demás tratamientos, llegando a una producción relativamente baja con una media de 5.2., esta producción se le puede atribuir a la falta de fertilizaciones e incorporación de materia orgánica. En frutales la pérdida de las condiciones físicas del suelo es un factor decisivo que puede afectar severamente la productividad de los árboles, debido a que estas especies deben permanecer continuamente por muchos años ancladas al mismo sitio, liberando excreciones al medio edáfico que deben ser biodegradadas y, además, deben tolerar la continua compactación del suelo por el continuo pastoreo que hay en la parcela.

El tratamiento testigo como se observa (Fig. 32), muestra claramente el efecto del decaimiento progresivo en las plantas. Una de las consecuencias que sufrieron las plantas del tratamiento testigo es que el hongo *Phytophthora parasitica* inhibe el número de brotes, por ende la floración y el cuajado de frutos es muy bajo, la duración del experimento logramos observar que mientras aumenta el grado de severidad, disminuyen progresivamente el número de frutos por árbol.

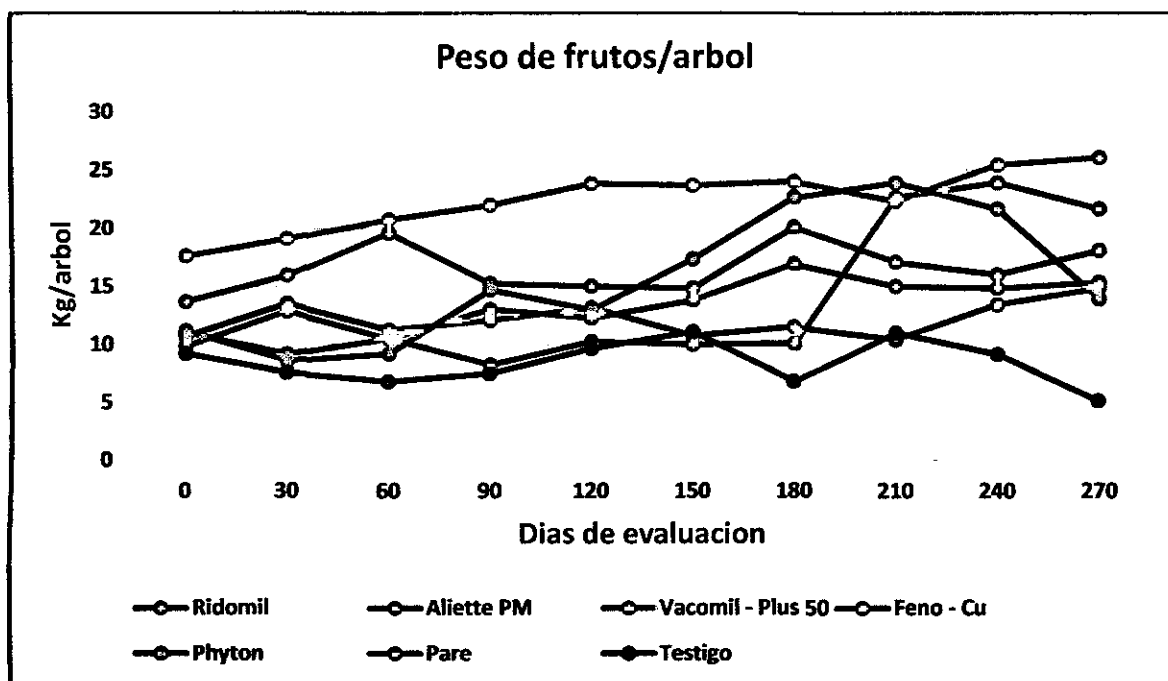


Fig. 32. Efecto del manejo integrado en la producción de frutos expresada en Kg/árbol, durante los 270 días de estudio.

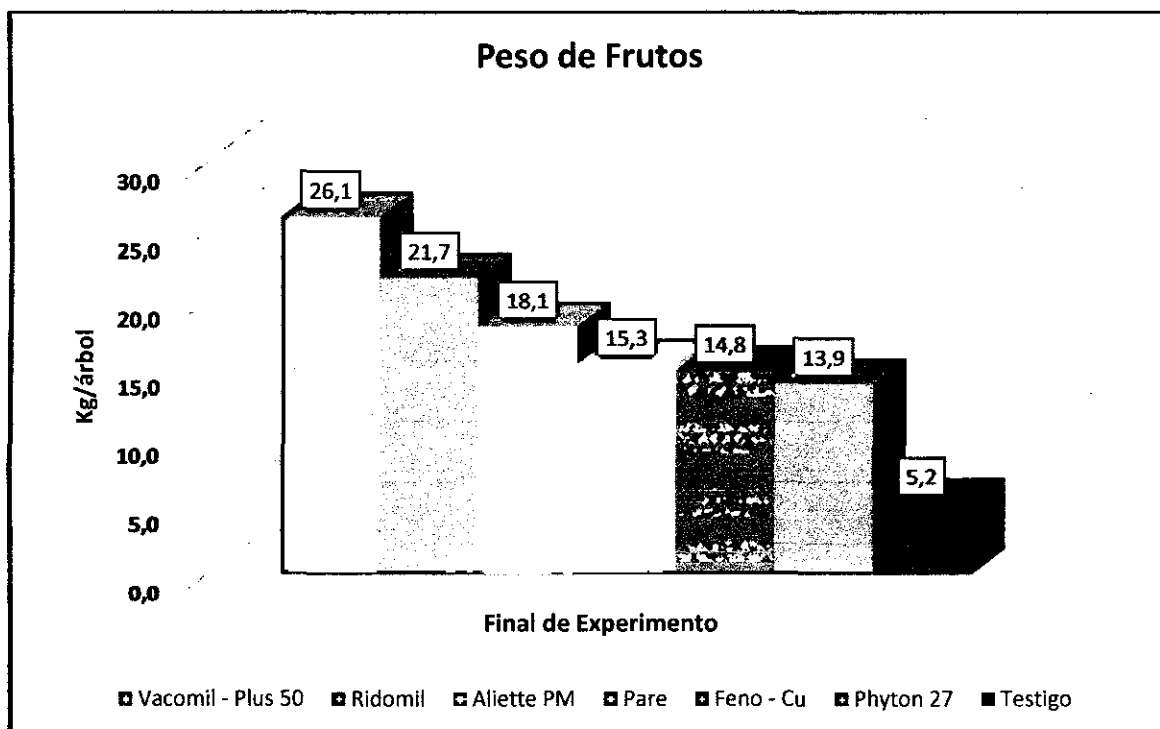


Fig. 33. Prueba Duncan ($P \leq 0.05$) sobre el efecto del manejo integrado en la producción de frutos expresada en Kg/árbol, al final del experimento.

Cuadro 07. Peso de frutos de árboles de limonero (limón sutil/limón rugoso) durante diez periodos de observación, parcela de la
Universidad Nacional de Piura - San Lorenzo - Piura – Perú

Tratamientos	PERIODO DE EVALUACION									
	31/10/2014	29/11/2014	30/12/2014	31/01/2015	28/02/2015	28/03/2015	25/04/2015	30/05/2015	27/06/2015	25/07/2015
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Ridomil	11 bc	9.2 cd	10.5 b	8.3 cd	10.3 b	10.0 c	10.1 de	22.9 a	23.9 a	21.7 ab
Aliette PM	13.7 b	15.9 ab	19.6 a	15.3 b	15.0 b	14.8 bc	20.1 bc	17.1 b	16.0 b	18.1 bc
Vacomil - Plus 50	17.6 a	19.1 a	20.8 a	22 a	23.8 a	23.7 a	24.0 a	22.3 a	25.5 a	26.1 a
Feno – Cu	10.7 bc	13.5 b	11.3 b	12.1 bc	13.2 b	10.8 c	11.5 d	10.4 d	13.4 bc	14.8 c
Phyton 27	11.2 bc	8.6 d	9.2 bc	14.7 b	13.0 b	17.3 b	22.7 ab	23.9 a	21.7 a	13.9 c
Pare	9.8 c	12.8 bc	10.5 b	13.0 b	12.3 b	13.8 bc	16.9 c	15.0 bc	14.8 b	15.3 c
Testigo	9.2 c	7.6 d	6.8 c	7.5 d	9.7 b	11.1 c	6.8 e	11 cd	9.2 c	5.2 d

C.V= 22.52 %

4.6. Calibre de frutos

Los resultados del calibre de frutos de limonero se presentan en el cuadro 08.

Durante las evaluaciones a los (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 y 270) días de iniciado el experimento según el análisis de varianza del efecto de fungicidas, fertilizantes, guano de ovino en interacción con las labores culturales que se desarrollaron durante la ejecución del proyecto se observa diferencias estadísticas significativas.

En el cuadro 08, se aprecia la prueba de comparación de medias múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$), donde el tratamiento a base de ridomil desde los 0 días de evaluación se observó una media de 35.5, presentando frutos con mayor diámetro con respecto a los demás tratamientos, manteniendo un incremento en el diámetro de frutos hasta los 270 días, llegando a un promedio de 39.5 de diámetro.

Desde los 180 días en adelante el tratamiento vacomil – Plus 50 presenta un incremento en el diámetro de sus frutos/árbol, a los 270 días se aprecia la prueba de comparación de medias múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) una media 45.7 que estadísticamente es significativo.

El tratamiento testigo a los 0 días de iniciado el experimento, según el Análisis de Varianza del efecto de fungicidas a nivel de campo, estadísticamente no hubo diferencias significativas (Cuadro 30). A los 270 días en el tratamiento testigo en el cuadro 08, se aprecia la prueba de comparación de medias múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) una media de 26.5, siendo este el resultado más bajo comparado con los otros tratamientos.

Este aumento en diámetro/fruto del tratamiento vacomil – Plus 50 probablemente se le atribuye a que las plantas hayan podido asimilar los nutrientes que han sido previamente incorporados al suelo como guano de ovino y fertilizantes. La incorporación de materia

orgánica a base de guano de ovino y fertiphos probablemente hayan actuado en el diámetro del fruto, dándole un mayor tamaño en comparación a el tratamiento testigo.

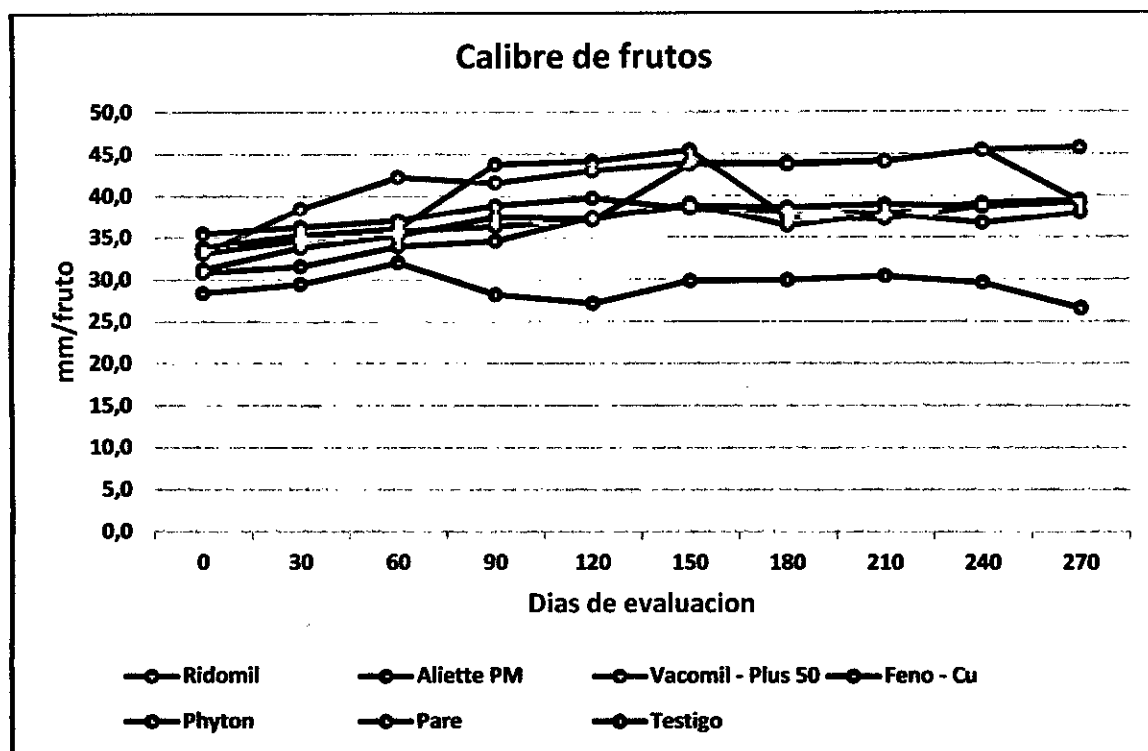


Fig. 34. Efecto del manejo integrado sobre el Calibre de frutos expresada en mm/fruto, durante los 270 días de estudio.

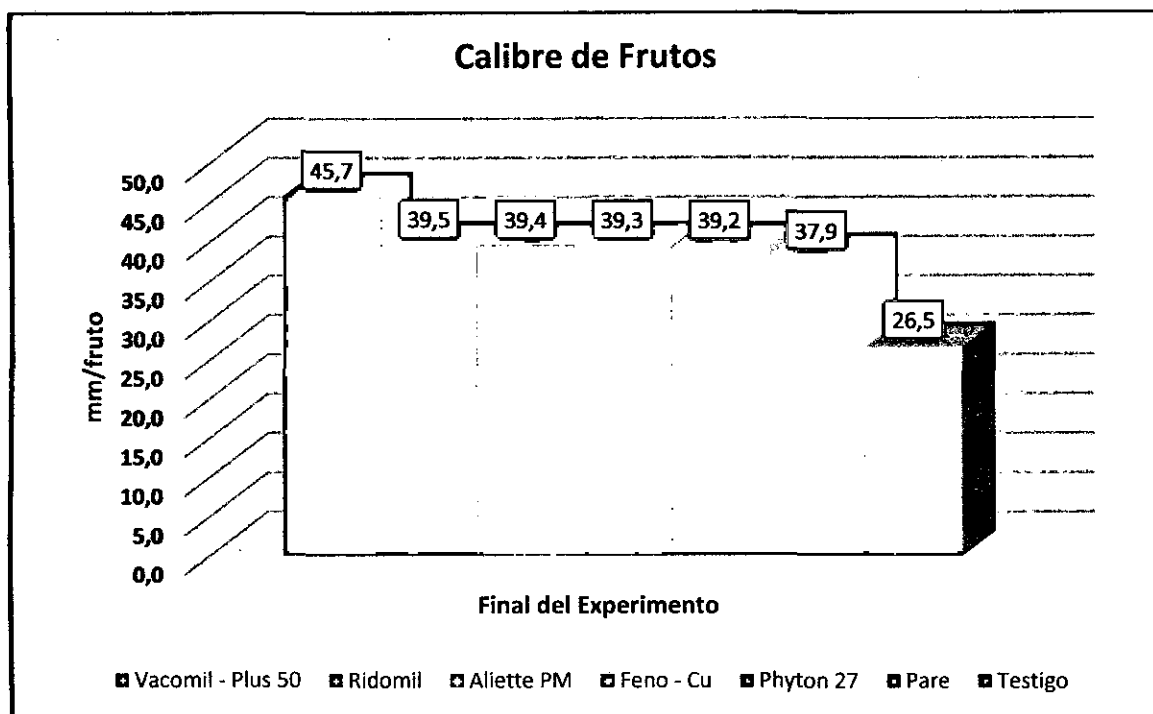


Fig. 35. Prueba Duncan ($P \leq 0.05$) sobre el efecto del manejo integrado en el Calibre de frutos expresada en mm/fruto, al final del experimento.

Cuadro N° 08. Calibre de frutos de árboles de limonero (limón sutil/limón rugoso) durante diez periodos de observación parcela de la
Universidad Nacional de Piura - San Lorenzo - Piura – Perú

Tratamientos	PERIODO DE EVALUACION									
	31/10/2014	29/11/2014	30/12/2014	31/01/2015	28/02/2015	28/03/2015	25/04/2015	30/05/2015	27/06/2015	25/07/2015
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Ridomil	35.5 a	36.2 ab	37.1 ab	38.9 bc	39.8 b	38.5 b	38.2 b	37.8 b	39.1 b	39.5 b
Aliette PM	33.8 a	35.2 abc	36.1 b	43.8 a	44.1 a	45.5 a	37.4 b	37.2 b	38.8 b	39.4 b
Vacomil - Plus 50	30.8 ab	38.5 a	42.3 a	41.6 ab	43.0 a	43.9 a	43.9 a	44.1 a	45.5 a	45.7 a
Feno - Cu	31.5 ab	34.7 abc	35.8 b	36.3 c	37.1 b	43.8 a	43.8a	44.1 a	45.5 a	39.3 b
Phyton 27	30.8 ab	31.5 cd	33.9 b	34.6 c	37.5 b	38.8 b	38.6 b	39.0 bb	38.7 b	39.2 b
Pare	31.2 ab	33.8 bcd	35.2 b	37.4 bc	37.2 b	39.1 b	36.4 b	37.9 b	36.7 b	37.9 b
Testigo	28.4 b	29.4 d	32.0 b	28.2 d	27.1 c	29.8 c	29.9 c	30.4 c	29.6 c	26.5 c

C.V = 7.46 %

4.7. Densidad radicular

La densidad radicular antes y después de la aplicación de los tratamientos se presenta en el cuadro 09.

Durante los 2 periodos de observación la densidad radicular según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$) no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Cuadro 09). Sin embargo es importante destacar que la dinámica de la densidad radicular en todos los tratamientos presentó una tendencia ascendente después de la aplicación de fungicidas, fertilizantes, guano de ovino en interacción con las labores culturales que se desarrollaron durante la ejecución del proyecto, excepto el tratamiento testigo, este presentó una disminución de la densidad radicular, siendo la más baja a comparación de los otros tratamientos en ensayo.

A los 0 días se observa que la densidad numérica más alta la presenta el tratamiento aliette PM, con una media de 1.98, y la densidad radicular más baja la presenta el tratamiento vacomil - Plus 50 con una media de 0.68.

A los 300 días se observa que el tratamiento aliette PM, presenta un incremento numérico con una media de 2.06 (Cuadro 07), siendo este el resultado más alto en densidad radicular, mientras que el tratamiento testigo presentó una disminución en la densidad radicular llegando a una media de 0.68.

El aumento de la masa radicular, probablemente se deba a la incorporación de materia orgánica y fertilizantes, coincidiendo con Guerrero (1993), el guano de ovino aporta al suelo materiales nutritivos, aumentando la masa radicular subsecuentemente aumenta la producción en árboles de limonero.

Según Kostewicz, (1993), concluye que todo material orgánico descompuesto, tales como los restos de animal de corral (estiércol) incrementan la materia orgánica y mejoran la capacidad de distribución del agua en el suelo, subsecuentemente incrementan el peso en raicillas, es decir aumentan la masa radicular.

Además estos resultados se le pueden atribuir a la distribución y manejo del agua de riego, ya que la planta aprovecha el agua que necesita para desarrollar su ciclo biológico, sin tener un stress hídrico por la acumulación de esta, coincidiendo con (Erwin y Ribeiro, 1996), concluye que la regulación del agua de riego es la práctica más importante para el manejo de la enfermedad. La manipulación de factores que causen una disminución o supresión del inoculo pueden ser usados como métodos de control cultural. Estos métodos deben aumentar el periodo entre riegos, disminuir las horas de riego, mantener los suelos con buen drenaje, permeable y prevenir que el agua de irrigación tome con el tronco del árbol, si el suelo es saturado por un período prolongado, las raicillas laterales mueren regresivamente y la infección puede extenderse hacia los tejidos de la corteza y del floema de grandes ramas de raíces sobre las cuales se forman lesiones (Erwin y Ribeiro. 1996).

Javier y Maldonado (1994) encontraron que todos los árboles muestreados en cuatro campos de observación en el norte del Perú, presentaban síntomas de pudrición de raicillas alimenticias e diferentes periodos de muestreo y en diferentes grados de ataque, esto coincide con nuestro experimento, ya que estas zonas son endémicas a *Phytophthora parasitica* por el clima apropiado y el mal manejo del cultivo, el tipo de suelo que se tiene en la zona ayudan a la proliferación de la enfermedad.

P. citrophthora y *P. parasítica* son ambos, agentes causales de la gomosis y pudrición radicular. El primero es más importante en climas tipo mediterráneo donde los inviernos son lluviosos y los veranos secos, y el segundo es más importante en áreas cálidas (Feld y Menge, 1990; Mankau y Minteer, 1962; Nemec, 1991).

Además el aumento de la masa radicular se le puede atribuir a la aplicación de fungicidas, como methalaxyl, fosetil. Graham and Zitko (1989), encontraron que las aplicaciones de los fungicidas fosetyl-Al (al follaje) y metalaxyl (al suelo) dieron como resultado un incremento en la densidad de raicillas alimenticias.

Fosetyl y methalaxyl probablemente incrementaron la densidad radicular, debido a esto la planta se tornó con mejores características ya sea en follaje y presento un aumento en la producción y calibre de la fruta, mientras se mantenga una raíz sana y en plena actividad fisiológica, la planta se mantendrá sana y con características fisiológicas atractivas, según Sandler *et al.* (1989), encontraron que las aplicaciones de los fungicidas fosetyl-Al (al follaje) y metalaxyl (al suelo) dieron como resultado un incremento en la densidad de raicillas alimenticias, esto me da confiabilidad en mi experimento, dado que hay una coincidencia en resultados.

Cuadro 09. Densidad radicular de árboles de limonero a los 0 y 300 días de iniciado el experimento.

Tratamiento	Densidad radicular (mg/cm ³ de suelo)	
	Fecha de evaluación	
	0	300
	26/09/2014	04/08/2015
Aliette PM	1.98 a	2.06 a
Pare	1.37 ab	1.57 a
Feno - Cu	1.21 ab	1.40 a
Testigo	1.09 ab	0.68 a
Ridomil	0.95 ab	1.78 a
Phyton 27	0.71 b	1.59 a
Vacomil - Plus 50	0.68 b	0.98 a

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

1. El manejo integrado de la enfermedad del decaimiento progresivo por *Phytophthora parasitica* redujo la severidad bajo condiciones de campo, es probable que las aplicaciones de los fungicidas vacomil-Plus 50 (metalaxyl + oxiclورو de cobre), ridomil (metalaxil) y aliette (fosetyl Al) contribuyeron en la recuperación de árboles de limonero.
2. Los abonamientos a base de estiércol de ovino como fuente de materia orgánica y fertilizaciones con urea y fertiphos aplicados directamente al suelo incrementaron la producción, calibre de frutos y densidad radicular de árboles de limonero.
3. En la parcela experimental con características de clase textural franco arcilloso no se detectó la presencia del nematodo *Tylechulus semipenetrans* al inicio y al final del experimento.

CAPÍTULO 6

RECOMENDACIONES

1. Realizar un mapeo fitopatológico de diferentes zonas limoneras para detectar la presencia de *Phytophthora parasítica* y *Tylenchulus semipenetrans*.
2. Realizar estudios sobre el efecto de la textura y estructura del suelo sobre la población y distribución del nematodo *Tylenchulus semipenetrans* en los valles de Piura.
3. Ejecutar trabajos de búsqueda de antagonistas biológicos, determinar su viabilidad en la rizosfera y nivel de control en el campo.

CAPÍTULO 7

RESUMEN



El departamento de Piura, tiene condiciones de clima y suelo excepcionales para el cultivo de Limón Sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.), el cual es fuente de trabajo e ingresos económicos para muchos productores minoristas y mayoristas, pero en los últimos años la zona norte del país está siendo afectada por enfermedades como *Phytophthora parasitica* y *Tylenchulus semipenetrans*, estas afectan severamente el cultivo de limón, en estas zonas es muy común observar el “decaimiento progresivo” de los árboles de limonero, este síndrome es causado por el hongo *P. parasitica* y muchas veces también se da por la interacción de *P. parasitica*, *T. semipenetrans* y el virus de la tristeza de los cítricos. En esta tesis se presentan los resultados de un trabajo de investigación que tuvo como objetivos: Implementar prácticas culturales para la recuperación de árboles de limonero con decaimiento progresivo, evaluar la severidad de la enfermedad de decaimiento progresivo por *Phytophthora parasitica* y estudiar a nivel de campo el efecto de fungicidas, fertilizantes y enmiendas orgánicas frente a *Phytophthora parasitica*, y el efecto sobre la masa radicular, aspecto externo del árbol, producción y calidad de la fruta. Esta trabajo de investigación se realizó en la parcela del centro de producción agrícola (CPA) de la Universidad Nacional de Piura - Valle San Lorenzo – Tambo Grande.

Se determinó que el tratamiento a base de Vacomil – Plus 50 (Metalaxyl + Oxiclورو de cobre) + 15 kg de Estiércol de Ovino + 200 g de Fertifhost + 800 g de Urea, 300 días después de iniciado el experimento, descendió significativamente lo grados de severidad del aspecto externo del follaje producido por la enfermedad de *Phytophthora parasitica*.

El programa de manejo integrado aplicado en la parcela del CPA de la UNP, en interacción con las aplicaciones de fungicidas, fertilizantes y materia orgánica mejoró la masa radicular, producción y calibre de fruta, corroborando con el tratamiento testigo, este presento resultados totalmente negativos en comparación con las plantas en experimento.

Cuadro 10. Análisis de varianza (ANVA) a los 0 días del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, antes de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	2.48	0.50	0.55	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	10.29	1.71	1.91	2.42	3.47	no significativo
Error experimental	30	26.86	0.90				
Total	41	39.62					
C.V.		18.57%					

Cuadro 11. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	2.12	0.42	0.46	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	21.14	3.52	3.81	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	27.71	0.92				
Total	41	50.98					
C.V.		19.31%					

Cuadro 12. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 60 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	4.21	0.84	0.80	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	10.95	1.83	1.73	2.42	3.47	no significativo
Error experimental	30	31.62	1.05				
Total	41	46.79					
C.V.		20.24%					

Cuadro 13. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	1.93	0.39	0.42	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	19.62	3.27	3.60	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	27.24	0.91				
Total	41	48.79					
C.V.		19.33%					

Cuadro 14. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 120 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	0.79	0.16	0.15	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	35.48	5.91	5.65	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	31.38	1.05				
Total	41	67.64					
C.V.		22.03%					

Cuadro 15. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 150 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	2.76	0.55	0.57	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	32.81	5.47	5.68	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	28.90	0.96				
Total	41	64.48					
C.V.		21.93%					

Cuadro 16. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 180 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	4.57	0.91	0.91	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	60.48	10.08	10.05	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	30.10	1.00				
Total	41	95.14					
C.V.		24.18%					

Cuadro 17. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 210 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	6.76	1.35	1.65	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	89.14	14.86	18.14	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	24.57	0.82				
Total	41	120.48					
C.V.		21.60%					

Cuadro 18. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 240 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	3.33	0.67	0.65	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	92.48	15.41	15.08	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	30.67	1.02				
Total	41	126.48					
C.V.		26.54%					

Cuadro 19. Análisis de varianza (ANVA) del aspecto externo del follaje de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 270 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	3.43	0.69	0.68	2.53	3.70	no significativo
Tratamientos	6	121.48	20.25	20.09	2.42	3.47	significativo (1%)
Error experimental	30	30.24	1.01				
Total	41	155.14					
C.V.		26.03%					

Cuadro 20. Análisis de varianza (ANVA) a los 0 días del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, antes de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	65.8	13.2	1.8	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	300.0	50.0	7.0	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	214.3	7.1				
Total	41	580.2					
C.V.		22.52%					

Cuadro 21. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	101.0	20.2	2.0	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	638.4	106.4	10.4	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	308.1	10.3				
Total	41	1047.6					
C.V.		25.87%					

Cuadro 22. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 60 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	26.5	5.3	0.8	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1025.3	170.9	25.7	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	199.8	6.7				
Total	41	1251.6					
C.V.		20.39%					

Cuadro 23. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	91.3	18.3	1.4	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	852.9	142.1	11.1	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	385.2	12.8				
Total	41	1329.4					
C.V.		27.03%					

Cuadro 24. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 120 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	25.8	5.2	0.3	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	811.2	135.2	7.7	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	526.5	17.6				
Total	41	1363.5					
C.V.		30.19%					

Cuadro 25. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 150 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	160.1	32.0	1.7	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	832.0	138.7	7.2	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	575.4	19.2				
Total	41	1567.5					
C.V.		30.22%					

Cuadro 26. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 180 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	103.6	20.7	2.5	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1591.5	265.2	31.6	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	251.7	8.4				
Total	41	1946.8					
C.V.		18.09%					

Cuadro 27. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 210 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	34.8	7.0	0.5	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1140.5	190.1	14.5	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	392.0	13.1				
Total	41	1567.2					
C.V.		20.67%					

Cuadro 28. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 240 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	87.4	17.5	1.1	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1301.6	216.9	13.7	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	475.7	15.9				
Total	41	1864.6					
C.V.		22.39%					

Cuadro 29. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 270 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	5	73.5	14.7	1.0	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1561.6	260.3	17.5	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	447.4	14.9				
Total	41	2082.6					
C.V.		23.49%					

Cuadro 30. Análisis de varianza (ANVA) a los 0 días del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, antes de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	35.2	7.0	0.5	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	193.6	32.3	2.1	2.4	3.5	no significativo
Error experimental	30	457.1	15.2				
Total	41	685.9					
C.V.		12.10%					

Cuadro 31. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	15.76	3.152	0.3	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	321.2	53.5	4.3	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	370.6	12.4				
Total	41	707.6					
C.V.		10.28%					

Cuadro 32. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 60 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	24.0	4.8	0.2	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	366.6	61.1	2.7	2.4	3.5	significativo (5%)
Error experimental	30	677.5	22.6				
Total	41	1068.2					
C.V.		13.19%					

Cuadro 33. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	46.2	9.2	0.6	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	923.6	153.9	10.3	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	450.3	15.0				
Total	41	1420.1					
C.V.		10.41%					

Cuadro 34. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 120 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	52.8	10.6	1.4	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1109.9	185.0	25.0	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	222.1	7.4				
Total	41	1384.9					
C.V.		7.17%					

Cuadro 35. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 150 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	58.0	11.6	1.6	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1002.4	167.1	22.6	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	221.8	7.4				
Total	41	1282.2					
C.V.		6.81%					

Cuadro 36. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 180 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	131.3	26.3	2.9	2.5	3.7	significativo (5%)
Tratamientos	6	818.8	136.5	15.2	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	270.1	9.0				
Total	41	1220.2					
C.V.		7.83%					

Cuadro 37. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 210 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	30.9	6.2	0.8	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	790.3	131.7	18.1	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	218.1	7.3				
Total	41	1039.3					
C.V.		6.98%					

Cuadro 38. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 240 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	37.9	7.6	1.0	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1063.4	177.2	22.7	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	234.2	7.8				
Total	41	1335.6					
C.V.		7.14%					

Cuadro 39. Análisis de varianza (ANVA) del Calibre de frutos de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 270 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	5	55.7	11.1	1.4	2.5	3.7	no significativo
Tratamientos	6	1190.4	198.4	24.4	2.4	3.5	significativo (1%)
Error experimental	30	243.9	8.1				
Total	41	1490.0					
C.V.		7.46%					

Cuadro 40. Análisis de varianza (ANVA) a los 0 días del Peso de raíces de árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, antes de la aplicación de los tratamientos.

Causa da variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	1	0.01	0.01	0.05	5.99	13.75	no significativo
Tratamientos	6	2.38	0.40	2.04	4.28	8.47	no significativo
Error experimental	6	1.17	0.19				
Total	13	3.56					
C.V.		38.73%					

Cuadro 41. Análisis de varianza (ANVA) del Peso de raíces árboles de *Citrus aurantifolia* tratados con diferentes ingredientes activos de Fungicidas, Estiércol de ovino, Urea y Fertifost, 300 días después de la aplicación de los tratamientos.

Causa da variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Repeticiones	1	0.21	0.21	0.45	5.99	13.75	no significativo
Tratamientos	6	2.66	0.44	0.94	4.28	8.47	no significativo
Error experimental	6	2.82	0.47				
Total	13	5.69					
C.V.		47.82%					

Cuadro 42. Evaluaciones mensuales del grado de severidad del aspecto externo del follaje en árboles de limonero tratados con Fungicidas, Fertilizantes y enmiendas orgánicas, contra el decaimiento progresivo causado por la enfermedad de *P. parasitica*.

T/R	28/10/2014	27/11/2014	28/12/2014	29/01/2015	27/02/2015	29/03/2015	26/04/2015	29/05/2015	28/06/2015	24/07/2015
T1R1	5	5	4	4	5	3	4	3	2	2
T1R2	6	5	6	6	4	4	3	4	4	4
T1R3	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4
T1R4	4	6	5	4	5	5	5	3	4	3
T1R5	5	6	5	5	4	5	6	5	4	3
T1R6	5	5	6	6	5	5	4	5	3	3
T2R1	5	4	5	4	4	3	4	3	4	4
T2R2	4	4	3	5	4	3	4	3	2	3
T2R3	5	5	6	6	5	5	3	3	4	4
T2R4	4	5	6	5	6	4	4	4	3	3
T2R5	5	5	5	3	4	4	3	3	4	4
T2R6	4	3	4	4	3	3	2	3	2	3
T3R1	4	4	4	3	2	4	2	2	2	1
T3R2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2
T3R3	5	4	5	4	3	4	3	2	2	2
T3R4	4	4	3	4	2	2	2	1	1	1
T3R5	5	3	5	4	5	5	4	3	2	2
T3R6	5	5	5	4	4	4	2	2	1	0
T4R1	6	6	5	5	5	4	3	3	3	3
T4R2	6	7	6	6	6	5	5	5	4	4
T4R3	5	5	5	6	5	4	4	4	3	3
T4R4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
T4R5	6	6	6	5	5	4	5	5	4	4
T4R6	7	7	6	6	7	5	5	6	6	5
T5R1	7	7	7	6	6	5	5	5	4	4
T5R2	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
T5R3	6	6	6	5	5	6	5	6	5	5
T5R4	5	5	5	5	4	4	3	3	2	2
T5R5	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4
T5R6	6	6	5	5	4	4	3	3	3	3
T6R1	5	5	5	6	5	5	4	4	3	3
T6R2	6	5	6	6	6	5	5	4	4	4
T6R3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3
T6R4	5	5	5	4	4	3	3	4	4	4
T6R5	6	5	5	6	5	6	4	5	4	5
T6R6	5	6	6	4	4	4	3	3	3	4
T7R1	4	4	5	5	6	5	4	5	6	7
T7R2	5	5	4	4	5	6	6	7	5	5
T7R3	8	7	7	7	7	6	8	8	7	7
T7R4	6	6	7	6	7	8	7	7	7	8
T7R5	4	4	5	7	5	6	7	7	8	8
T7R6	5	5	6	7	7	8	8	9	9	10

Cuadro 43. Evaluaciones mensuales del Peso de frutos en árboles de limonero tratados con Fungicidas, Fertilizantes y enmiendas orgánicas, contra el decaimiento progresivo causado por la enfermedad de *P. parasitica*.

T/R	FECHA DE EVALUACION									
	Kg/Planta									
	31/10/2014	29/11/2014	30/12/2014	31/01/2015	28/02/2015	28/03/2015	25/04/2015	30/05/2015	27/06/2015	25/07/2015
T1R1	6	8	14	10	15	12	14	25	23	20
T1R2	11	10	12	8	8	10	12	23.5	25.5	27.5
T1R3	10	12	11	6	9	13	11	20.5	23.5	17.5
T1R4	12	6.5	7	10	12	5	9.5	28	23.5	25.5
T1R5	12	13	11	9	8.5	12	10	19.5	26.5	22
T1R6	15	5.5	8	6.5	9	8	4	19.5	21.5	17.5
T2R1	13	18	16	21.5	15.5	16.5	20	22.5	13.5	21.5
T2R2	12	16	20	13.5	14.5	7.5	27.5	17	18.5	20.5
T2R3	16	15.5	20	18	21	23.5	17.5	25	22.5	25
T2R4	18	19	22.5	17	12	14.5	18.5	11	15.5	13.5
T2R5	12	17	19.5	9.5	13	15	22	13	12	15
T2R6	11	10	19.5	12	14	12	15	14	14	13
T3R1	15	15	18	20	25	23	20	23	21.3	25
T3R2	12	15.5	21	20	23.5	25.5	27.5	25	30	35.5
T3R3	23	17.5	20.5	20	20.5	21	23.5	17.5	25	22.5
T3R4	21.5	25.5	25.5	24.5	28	23.5	25.5	26.5	24.5	27.5
T3R5	17.5	17.5	19	19.5	19.5	26.5	22	18.5	21.5	20
T3R6	16.5	23.5	20.5	28	26.5	22.5	25.5	23.5	30.5	26
T4R1	13	10	11	9	7	4.5	12.5	8	16.5	13
T4R2	10	12	9	12	11	7	10	12	9	13.5
T4R3	8	15.5	13.5	15	20	25	10	12.5	18	20
T4R4	10	16.5	10	15	14	10	14	12	9	12.5
T4R5	12.5	17	15	9.5	13	6	15	12	19	20
T4R6	10.5	10	9	12	14	12	7.5	6	9	10
T5R1	9.5	8	7.5	17.5	12	20	25	23	20	10
T5R2	13	7	8	21	20	23.5	23.5	25.5	27.5	12.5
T5R3	10	13	8.7	17.5	16	19.5	20.5	23.5	17.5	14
T5R4	12.2	10.3	12	12	10.5	13	28	23.5	25.5	15
T5R5	12	6	9	8	10	14.5	19.5	26.5	22	16
T5R6	10.2	7.4	10	12.2	9.3	13.5	19.5	21.5	17.5	16
T6R1	12	19	10.7	21.1	20	12	21.5	15.5	16.5	16
T6R2	7.3	9	10	12	3.6	15.5	13.5	14.5	7.5	16.5
T6R3	9.1	12	14.3	12.8	7.3	10.2	18	21	23.5	14
T6R4	10	12	5.6	6.8	12	16	17	12	14.5	15.5
T6R5	10	15	12	13.4	16	15	19.5	13	15	17
T6R6	10.4	10	10.3	12	14.7	14	12	14	12	13
T7R1	10	9	9.5	9	5	7.5	6	6	8	9
T7R2	3.7	3	4.9	12	7.5	6	8.3	11	10	2
T7R3	12	10	12	9	9.5	17.5	7	10	12	8
T7R4	14	12.5	3.5	5	14	10	7	12	6.5	4
T7R5	5.5	4	5	7	12	17.5	6.3	12	13	6
T7R6	10	7	6	3	10	8	6.4	15	5.5	2

Cuadro 44. Evaluaciones mensuales del Calibre de frutos en árboles de limonero tratados con Fungicidas, Fertilizantes y enmiendas orgánicas, contra el decaimiento progresivo causado por la enfermedad de *P. parasitica*.

T/R	FECHA DE EVALUACION									
	mm/fruto									
	31/10/2014	29/11/2014	30/12/2014	31/01/2015	28/02/2015	28/03/2015	25/04/2015	30/05/2015	27/06/2015	25/07/2015
T1R1	35.9	36.3	34	38.9	37.6	37.5	34.8	39	39.8	38.9
T1R2	34.5	33.5	35.8	37.9	38	39.9	45.9	38.9	40.9	44.7
T1R3	38.9	37.7	36	38.8	41.5	34.6	34.6	36.3	39.8	37.8
T1R4	32	35	40	39.9	37.9	44	40.1	37.9	42.8	40.4
T1R5	36.7	38.9	39.9	36.8	42.5	37.8	39.6	36.9	35.6	39.9
T1R6	34.9	35.9	36.6	40.9	41	36.9	34.3	37.7	35.9	35.1
T2R1	34.7	36.7	35.5	40.9	43.4	45.8	38	38.5	37.4	39.9
T2R2	33.3	33	32.9	45.8	46.3	45.7	36.9	38.4	38	39
T2R3	34.5	36.6	37	40.1	37.9	42.8	34	33.5	36.7	37
T2R4	34.5	35	40	48.9	45.8	46.3	40.1	37.9	42.8	40.4
T2R5	36.7	38.9	39.9	43	46.3	46.4	39.6	36.9	37.9	39.9
T2R6	28.9	31.1	31	43.8	44.9	45.7	36	38	39.9	40
T3R1	29.9	35.6	39.9	37.7	40	39.7	40.9	43.4	45.8	47.7
T3R2	30	38	40.2	44.3	45.8	48.9	45.8	46.3	45.7	48.8
T3R3	36	42.1	45.2	43.2	44	45	40.1	37.9	42.8	40.4
T3R4	32.6	39.9	41.7	40.2	44.3	45.8	48.9	45.8	46.3	45.7
T3R5	30	35	37.6	36.8	40.1	42	43	46.3	46.4	45.8
T3R6	39.8	40.2	48.9	47.2	43.7	42.1	44.9	45.1	45.7	45.9
T4R1	33.3	35.1	35.5	34	35.3	39.7	40.9	43.4	45.8	39.9
T4R2	30.9	31.3	32.9	34.3	34.3	48.9	45.8	46.3	45.7	39
T4R3	34.5	36.6	37	37.1	35.8	44	40.1	37.9	42.8	37
T4R4	34.5	35	37.2	38.3	37.9	45.8	48.9	45.8	46.3	40.4
T4R5	36.7	38.9	39.9	40.5	42.6	42	43	46.3	46.4	39.9
T4R6	28.9	31.1	32	33.6	36.5	42.1	43.8	44.9	45.7	39.8
T5R1	29.9	30.1	32.7	30.8	35.6	39.9	37.7	36	36.7	39.9
T5R2	39.8	40.2	48.9	47.2	43.7	42.1	44.9	45.1	45.7	45.9
T5R3	27.8	28.3	29.3	31.5	35	40	38.3	39.5	42.5	37.4
T5R4	28	29.5	30.4	32.8	34.9	36.5	37.9	38.6	35.6	37.8
T5R5	29.5	29	28.9	29.5	35.6	37.6	36.8	37.7	36	35.9
T5R6	30	32.1	33.4	35.5	39.9	36.6	36.2	37	35.7	38.5
T6R1	33	34.7	36.7	38	38.5	37.4	35.5	37	37.5	37.4
T6R2	32.5	33.3	33	36.9	38.4	40	36.8	38.9	37.9	35.6
T6R3	33.9	34.5	36.6	34	33.5	36.7	37	40.1	33.5	36.7
T6R4	29.9	34.5	35	40.1	37.9	42.8	37.2	36.9	36.4	40
T6R5	28.9	36.7	38.9	39.6	36.9	37.9	39.9	36.2	36.9	37.9
T6R6	28.9	28.9	31.1	36	38	39.9	32	38	38	39.9
T7R1	36	35.3	35.4	30.9	28	29.9	31.1	32.3	34.8	33
T7R2	21.1	31.1	21.9	23.4	24.3	27.8	28.8	24.1	30	20.3
T7R3	28.3	26.5	37.4	34	26.4	36	35.1	33.5	32.5	28
T7R4	23.4	24.5	34	28.8	24.1	25.4	27.1	31.8	26.5	30.2
T7R5	26.5	25.1	29.9	26	32.2	30	33.1	31.5	23.6	22.5
T7R6	35	34.1	33.4	26	27.8	29.9	24.2	29.1	30.1	25.1

CAPÍTULO 8

REVISIÓN DE LITERATURA

1. **Agrios, G.N. Fitopatología. 1992.** 2ª Ed. UTEHA, Noriega (Eds.). 838 pp.
2. **Augusti, M. 2000.** Citricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 416 pp.
3. **Amoros, M. 1993.** Riego por goteo en cítricos. Manual Práctico 2ª Ed. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid. 142 pp.
4. **Badra, T., and Elgindi, D.M. 1979.** The relationship between phenolic content and *Tylenchulus semipenetrans* populations in nitrogen-amended citrus plant. *Revue de neNatologie* 2: 161-164.
5. **Baines, R.C. 1974.** The effect of soil type on movement and infection rate of larvae of *Tylenchulus semipentrans* Cobb. *Journal of nematology* 6: 6-62.
6. **Baines, R.c., Van Gundy, S.D., and Ducharme, E.P. 19.** Nematodes attacking citrus. Pages 321-345 in: the citrus industry Vol. IV. W. Reuther, E.C. Calavan, G.E. Carman, Eds. Rev. Ed. Univ. Of Calif. Div. Of Agric. Sci. 362 pp.
7. **Bello, A., Navas, A., y Belart, C. 1986.** Los nematodos de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans*) sus características bioecologicas e interés agronómico. *Levante agrícola* 44: 149-156.
8. **Bester, D.H. 1977.** Factors influencing the potassium status orange tres. *I congreso mundial de citricultura*. Vol. I. España: 103-108.
9. **Blaker, N.S. and j.D. MacDonald. 1986.** The role of salinity in the development of *Phytophthora* root rot of citrus. *Phytopathology* 76: 970-975.
10. **Bollen, J., D. Volker and A.P. Wijnen. 1989.** Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. *Neth. J. Pl. Path.* 95: 19-30.

11. **Carpenter, J.B. and J.R. Furr. 1962.** Evaluation of tolerance to root rot caused by *Phytophthora parasitica* in seedlings of citrus and related genera. *Phytopathology* 52: 1277-1285.
12. **CIBA-GEIGI-CSFRI CITRUS EXCHANGE.** Pictorial range of citrus decline symptoms. Pamphlet. 4 pp.
13. **Cobb, N.A. 1914.** Citrus-root nematode. *Journal of Agricultural Research* 2: 217-230.
14. **Cohen, Y. and M.D. Coffey. 1986.** Systemic fungicides and the control of oomycetes. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24: 311-318.
15. **Cohn, E. 1964.** Penetration of the citrus nematode in relation to root development. *Nematologica* 10: 594-600.
16. **Davidse, L.C. 1987.** Biochemical aspects of phenylamide fungicides-action and resistance. In: *Modern selective fungicides. Properties, applications and mechanisms of action.* Horst Iyr ed. P. 275-282.
17. **Davis R.M. 1982.** Control of *Phytophthora* root and foot rot of citrus with systemic fungicides metalaxyl and phosetyl aluminium. *Plant Dis.* 62: 218-220.
18. **Duncan, L.W., and Cohn, E. 1990.** Nematodes parasites of citrus, In: M. Luc, R.A. Sikora, J. Bridge (Eds). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture.* CAB International, Cambridge, 629 pp.
19. **Duncan, L.W. Timmer. 1993.** Seasonal patterns with *Tylenchulus semipenetrans* and *Phytophthora parasitica* in the citrus rhizosphere. *Phytopathology* 83: 573-581.
20. **Erwin, D.C., and Ribeiro, O.K. 1996.** *Phytophthora Disease Worldwide.* American Phytopathological Society. St. Paul, Minn. 561 pp.

21. **Farih, A., J.A. Menge, P.H. Tsao and H.D. Ohr. 1981.** Metalaxyl and fosetyl aluminium for control of *Phytophthora* gummosis and root rot citrus. *Plant Disease* 65: 654-657.
22. **Feld, S.J., J.A. Menge, and L.H. Stolzy. 1990.** Influence of drip and furrow irrigation on *Phytophthora* root rot of citrus under field and greenhouse conditions. *Plant Dis.* 74: 21-27.
23. **Fenn, M.E. and M.D. Coffey. 1985.** Further evidence for the direct mode of action of fosetyl-Al and phosphorous acid. *Phytopathology* 75: 1064-1068.
24. **Feldmesser, J., Childs, JF., and Rebois, R.V. 1964.** Occurrence of plant parasitic nematodes in citrus blight areas. *Plant Disease Reporter* 48: 95-98.
25. **Forner, J.B. 1985.** Características de los patrones de agrios tolerantes a tristeza. STTA. Conselleria D'Agricultura I Pesca. Generalitat Valenciana. 20 pp.
26. **Guerrero J. 1993.** Abonos orgánicos. Ediciones RAAA. Lima-Perú.
27. **Graham, J.H. 1990.** Evaluation of tolerance of citrus rootstocks to *Phytophthora* root rot in chlamydospore-infested soil. *Plant Dis.* 74: 743-746.
28. **Hamid, G.A., Van Gundy, S.D. and Lovatt, C.T. 1989.** Phenologies of the citrus nematode and roots treated with oxamyl. Pages 993-1004 in: R. Goren, K. Mendel, eds. *Proceedings of the Sixth International Citrus Congress*, Middle East, Tel-Aviv, Israel, March.
29. **Javier, J. y M. Delgado. 1990.** Determinación del antagonismo de *Macrophomina phaseolina* y viabilidad en la raíz del algodónero de ocho aislamientos bacterianos. *Fitopatología* 25 (1): 7.
30. **Javier, J. y E.A. Maldonado. 1994.** Diagnostico preliminar de las enfermedades del limonero (*Citrus aurantifolia/Citrus jambhiri*) en el norte del Perú. Convenio ADEX-AID-MSP-Fundación Hualtaco-Univ. Nac. Piura. 66 pp.

31. **Kannwischer, M.E. and S.B. Mitchell. 1978.** The influence of fungicide on the epidemiology of black shank of tobacco. *Phytopathology* 68: 1760-1765.
32. **Kimpinski, J., Gallant, C.E., Gallant, C.E., Henry, R. 2003.** Effect of compost and Manure Soil Amendments on Nematodes and on Yields of Potato and Barley: A7-Year Study. *Journal of Nematology* 35: 289-293.
33. **Kirkpatrick, J.D., Van Gundy, S.D. and Tsao, P.H. 1965.** Soil, pH, temperatura and citrus nematode reproduction. *Phytopathology* 55: 1064.
34. **Klotz, L.J. 1978.** Fungal, bacterial, and nonparasitic disease and injuries originating in the seedbed, nursery, and orchard. Pages 1-66 in: *the citrus Industry* Vol. IV. Rev. Ed. Univ. Of Calif. Div. Of Agric. Sci. 362 pp.
35. **Klotz, L.J. 1973.** Color handbook of citrus diseases. Univ. of California. Div. of Agric. Scs. 121 pp.
36. **Klotz, L.J. and E.C. Calavan. 1969.** Gum diseases of citrus in California. California agricultural Experiment Station. Extension Service. 27 pp.
37. **Kostewicz, S.R. 1993.** Pole vean yield as influenciad by composted yard waste soil amendments. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 106: 206-208.
38. **Le Blanc, L.F. 2000.** Evaluación de los efectos de estiércol de ovino sobre parronales de uva de mesa var. Thompson Seedless en la zona de Melipilla. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.
39. **MacDonald, J.D., J. Stites and J. Kabashima. 1990.** Comparison of serological and culture plate methods for detecting species of *Phytophthora*, *Phytium* and *Rhizoctonia* in ornamental plants. *Plant Dis.* 74: 655-659.
40. **Mankau, R. and R.J. Minter. 1962.** Reduction of soil populations of the citrus nematode by addition of organic materials. *Plant Dis. Repr.* 46: 375-378.

41. **Mateille, T. 1993.** *Pasteuria penetrans*, un nuevo organismo antagonista de los nematodos fitoparasitos. *Phytoma-España* 53: 44-48.
42. **Matheron M.F. and J.C. Matejka. 1991.** Effect of sodium tetrathiocarbonate, metalaxyl and fosetyl-Al on development and control of *Phytophthora* root rot of citrus. *Plant Disease* 75: 264-268.
43. **Nemec, S., Jabaji-Hare and P.M. Charest. 1991.** Elisa and immunocytochemical detection of *Fusarium solani* produced naphtharazin toxins in citrus trees in Florida. *Phytopathology* 81: 1497-1503.
44. **Olivera, C. 1991.** El cultivo de los cítricos en el valle de Huaral-Chancay. Fundación para el desarrollo del Agro. 98 pp.
45. **Reynolds, H.W., and O'Bannon, J.H. 1963a.** factors influencing the citrus nematode and its control in citrus replants in Arizona. *Nematologica* 9: 337-340.
46. **Roccuzo, G., Ciancio, A., and LoGuidice, V. 1992.** Observations on the ecology of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* Cobb in Southern Italia. *Proceedings of the International Society of Citriculture* 3: 950-952.
47. **Sandler, H.A., L.W. Timmer, J.H. Graham and S.E. Zitko. 1989.** Effect of fungicide applications on populations of *Phytophthora parasitica* and on feeder root densities and fruit yields of citrus trees. *Plant Disease* 73: 902-906.
48. **Siddiqi, M.R. 1974.** *Tylenchulus semipenetrans*. C.I.H. Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes. UK.
49. **Schwinn, F.J. and T. Staub. 1987.** Phenylamides and other fungicides against oomycetes. In: Modern selective fungicides. Properties, applications and mechanisms of action. Horst Lyr ed. P. 259-273.
50. **Schneider, H., and Baines, R.C. 1964.** *Tylenchulus semipenetrans* parasitism and injury to orange tree roots. *Phytopathology* 54: 1202-1206.

51. **Tarjan, A.C. 1972.** An evaluation of plant nematodes as casual factors in citrus young tree decline. *Soil Crop Science Society of Florida Proceedings* 32: 176-179.
52. **Timmer, L.W. 1977.** Preventive and curative trunk treatments or control of *Phytohthora* foot rot of citrus. *Phytopathology* 67: 1149-1154.
53. **Timmer, L.W., and Menge, J.A. 1988.** *Phytophthora*-induced disease. Pages 22-24 in: *compendium of Citrus Diseases*. J.O. Whiteside, S.M. S.M. Garnsey, and L.W. Timmer, eds, American Phytopathological Society, St. Paul, Minn. 105 pp.
54. **Timmer, L.W., S.E. Zitko, H.A. Sandler and J.H. Graham. 1989.** Seasonal and spatial análisis of populations of *Phytophthora parasitica* in citrus orchards in Florida. *Plant Dis.* 73: 810-813.
55. **Van Gundy, S.D., and Meagher, J.W. 1977.** Citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) problems worlwide. 1977. International Citrus Congress, Orlando, Florida: 7.
56. **Walter, D.E., and Kaplan, D.T. 1990.** Antagonists of plant-parasitic nematodes in Florida citrus. *Journal of nematology* 22: 567-573.

ANEXOS



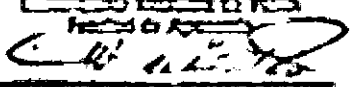
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 Departamento Académico de Suelos

ANÁLISIS DE SUELO

SOLICITANTE : Ing. RENE AGUILAR ANCOTA.
MUESTRA : LIMON
FECHA : 20 de agosto del 2014.

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.50
pH (suelo / agua : 1 : 2.5)	6.33
Calcáreo (CaCO ₃ %)	0.00
Materia Orgánica (%)	0.50
Nitrógeno Total (%)	0.03
Fósforo (ppm P)	11
Potasio (ppm K)	190
Clase Textural	Franco arcilloso
% Arena	20
% Limo	37
% Arcilla	34
C. I. C. meq/100 gr de suelo	17.48
Ca ⁺⁺ meq/100 gr de suelo	13.10
Mg ⁺⁺ meq/100 gr de suelo	4.20
K ⁺ meq/100 gr de suelo	0.42
Na ⁺ meq/100 gr de suelo	0.21
D _s (gr/cm ³)	1.31

*Nota : Muestra proporcionada por el solicitante.


 Rocio A. Flores
 Prof. Principal Edif. Suelos

Anexo 01. Análisis de suelo del Centro de Producción Agrícola (CPA) de la Universidad Nacional de Piura – Valle San Lorenzo – Distrito Tambo Grande.

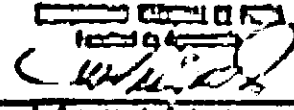
NIVELES DE INTERPRETACIÓN

SOLICITANTE : Ing. RENE AGUILAR ANCOTA
MUESTRA : LIMON
FECHA : 20 de agosto del 2014

DETERMINACIONES	NIVELES
Saturación (C.E.)	Muy buena
Resistencia (pH)	Levemente ácido
Carbono (%)	—
Materia Orgánica (%)	Baja
Nitrógeno Total (%)	Baja
Fósforo (ppm P)	Mucha
Potasio (ppm K)	Baja
Capacidad	Baja
CIC: Muy alta, y de medio	Mucha
Tipo de suelo por color natural	Normal

N - P - K ASIMILABLES EN KG/HA/AÑO (30 cm prof.)

N ₂	•	35.00
P ₂ O ₅	•	99.00
K ₂ O	•	310.00


 Carlos A. Vargas
 Prof. Principal C.A. Piura

Anexo 02. Interpretación de resultados del análisis de suelo Centro de Producción Agrícola (CPA) de la Universidad Nacional de Piura – Valle San Lorenzo – Distrito Tambo Grande.