

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“ESTRATEGIAS DE CONTROL DE *Cladosporium* spp.
EN TANGOR (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’
EN CHINCHA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

INGENIERA AGRÓNOMA

LILIANA RIVERA APCHO

LIMA-PERÚ

2024

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

"ESTRATEGIAS DE CONTROL DE Cladosporium spp. EN TANGOR (Citrus reticulata x C. sinensis) 'W. Murcott' EN CHINCHA"

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.redalyc.org

Fuente de Internet

4%

2

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

www.rccb.uh.cu

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“ESTRATEGIAS DE CONTROL DE *Cladosporium* spp. EN TANGOR
(*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’ EN CHINCHA”**

Liliana Rivera Apcho

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Liliana María Aragón Caballero
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Marlene Aguilar Hernández
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Medali Huarhua Zaquinaula
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. María Del Carmen Gonzáles Miranda
MIEMBRO

LIMA-PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres Saturnino Rivera y Leonor Apcho por todo el apoyo y la confianza entregada en mi desarrollo personal y profesional.

A mi hermanita Sarely, quien a su corta edad me acompañaba en las largas noches de pregrado.

A mis abuelitos Luciano Rivera, Jesusa Marcatinco y Justina Apcho quienes estuvieron orgullosos del camino que escogí y fueron el impulso para cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

A la UNALM, a la Facultad de Agronomía y los docentes que contribuyen con su conocimiento a la formación de los futuros Ing. Agrónomos.

A la Ing. Leonor Lazarte la Torre por el apoyo desde inicio del desarrollo del trabajo de suficiencia profesional y la confianza brindada en mi desempeño profesional.

A mi asesora, Dra. Marlene Aguilar Hernández por el acompañamiento en el desarrollo del presente trabajo.

A mi familia, por la confianza brindada desde el inicio de este emocionante mundo de la agronomía.

A Henry Ramírez por las enseñanzas y orientación en la elaboración de los gráficos para la presentación del presente trabajo.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivo específico	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO	3
2.1.1 Importancia de los cítricos.....	3
2.1.2 Origen	3
2.1.3 Patrones de cítricos.....	5
2.1.4 Cultivares de cítricos	6
2.2. ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE MANDARINA	7
2.2.1 Huanglongbing (HLB).....	7
2.2.2 Tristeza de los cítricos (CTV)	7
2.3. <i>Cladosporium</i> spp.	8
2.3.1 Clasificación taxonómica	10
2.3.2 Características taxonómicas	10
2.3.3 Descripción morfológica	10
2.3.4 Viabilidad y propagación.....	11
2.4. MONITOREO MICROBIOLÓGICO.....	12
2.4.1 Método pasivo	12
2.4.2 Método activo	13
2.5. APLICACIONES FITOSANITARIAS	14
2.5.1 Aceite parafínico.....	15
2.5.2 Extractos vegetales	16
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	18
3.1. CARACTERÍSTICAS DEL HUERTO	18
3.1.1 Ubicación del huerto.....	18
3.1.2 Características climáticas de la zona	19
3.2. MATERIAL VEGETAL.....	19

3.3.	FENOLOGÍA DEL CULTIVO.....	20
3.3.1	Descripción de estados fenológicos.....	20
3.4.	COSECHA	22
3.4.1	Calidad interna.....	22
3.4.2	Color	23
3.4.3	Calibre	24
3.4.4	Recolección	24
3.5.	MONITOREO DE <i>Cladosporium</i> spp. EN CAMPO	26
3.6.	TÉCNICAS DE MONITOREO	26
3.7.	EVALUACIÓN FITOSANITARIA	31
3.7.1	Evaluación de fruto.....	32
3.7.2	Grados de evaluación.....	32
3.8.	APLICACIONES FITOSANITARIAS	34
3.8.1	Aplicación de aceite parafínico	34
3.8.2	Aplicación de fermento enzimático del almidón de maíz	34
3.8.3	Retiro y picado de restos de poda.....	35
3.8.4	Retiro de hojas secas.....	37
3.9.	PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN POR DAÑOS DE <i>Cladosporium</i> spp.....	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
V.	CONCLUSIONES	43
VI.	RECOMENDACIONES.....	44
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	54

INDICE DE TABLA

Tabla 1.	Escala de calibres de tangor 'W. Murcott'	24
----------	---	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción/Rendimientos de cítricos en Perú.....	3
Figura 2. Propuesta de origen de cítricos y dispersión antigua de dispersión	4
Figura 3. Provincias de China donde se originaron los cítricos más conocidos.....	4
Figura 4. Colonia de <i>Cladosporium cladosporioides</i>	9
Figura 5. Conidioforo de <i>Cladosporium perangustum</i> :	9
Figura 6. Crecimiento de 3 especies en agar papa dextrosa (PDA) de 7 días a 28 °C.....	11
Figura 7. Técnica de la placa expuesta empleada en el monitoreo del aire.....	13
Figura 8. Acondicionamiento de la cinta adhesiva sobre la lámina portaobjeto.	14
Figura 9. Especies vegetales con actividad biológica sobre hongos fitopatógenos.....	17
Figura 10. Imagen satelital del fondo	18
Figura 11. Plantación de tangor (<i>Citrus reticulata</i> x <i>C. sinensis</i>) ‘W. Murcott’.	20
Figura 12. Estados fenológicos de tangor (<i>Citrus reticulata</i> x <i>C. sinensis</i>) ‘W. Murcott’.	21
Figura 13. Evaluación de calidad interna de tangor (<i>Citrus reticulata</i> x <i>C. sinensis</i>) ‘W. Murcott’.	22
Figura 14. Evaluación de calidad interna de tangor (<i>Citrus reticulata</i> x <i>C. sinensis</i>) ‘W. Murcott’.	23
Figura 15. Lote próximo a la cosecha, con color apropiado de tangor ‘W. Murcott’.	23
Figura 16. Tabla de colores de ‘W. Murcott’.	24
Figura 17. Cosecha de tangor (<i>Citrus reticulata</i> x <i>C. sinensis</i>) ‘W. Murcott’	25
Figura 18. Zona de contacto entre la fruta y la cinta adhesiva.	26
Figura 19. Identificar la fruta para el contacto con cinta adhesiva.	27
Figura 20. 28	
Figura 21. Cinta adhesiva transparente sobre la superficie de una fruta.	28
Figura 22. Procedimiento de la técnica de cinta adhesiva.	28
Figura 23. Láminas portaobjetos posterior al encintado en el fruto.	28
Figura 24. Láminas portaobjeto vista al microscopio con el objetivo 40X.	29
Figura 25. Nivel de presencia con vistas al microscopio objetivo 40X.....	29
Figura 26. Técnica de la placa expuesta.	30
Figura 27. Monitoreo ambiental (UFC/min) durante el periodo 2018-2020.	31
Figura 28. Grados de evaluación en campo. A: Grado 0. B: Grado 1. C: Grado 2.	33
Figura 29. Presencia y daño de <i>Cladosporium</i> spp	33

Figura 30. Aplicación fitosanitaria de aceite parafínico y fermento enzimático del almidón de maíz.....	34
Figura 31. Control de <i>Cladosporium</i> spp 2 días de la aplicación foliar	35
Figura 32. Control de la infección de <i>Cladosporium</i> spp 17 días después de la aplicación.	35
Figura 33. Restos de Poda campaña 2020-2021.....	36
Figura 34. Restos de poda entre las líneas del cultivo.....	36
Figura 35. Picado de restos de poda	37
Figura 36. Lote limpio de restos de restos de poda	37
Figura 37. Limpieza de broza con una rufa enganchado a un tractor.....	38
Figura 38. Restos de hojas secas entre las líneas del cultivo.....	38
Figura 39. Restos de hojas secas en los camellones de las líneas del cultivo.....	38
Figura 40. Amarre de cintas de riego a las plantas.....	39
Figura 41. Izquierda: Restos de poda. Derecha: Lote limpio de restos de poda.....	39
Figura 42. Pérdida de producción por daño de <i>Cladosporium</i> spp. 2017-2021.	40
Figura 43. Daño de <i>Cladosporium</i> spp. en fruta. Campaña 2018-2019.	40
Figura 44. Daño de <i>Cladosporium</i> spp. reportado por packing.....	41

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Variación de precipitación anual durante los años 2013 al 2021.....	54
Anexo 2.	Variación de la temperatura mínima durante los años 2013 al 2021.	55
Anexo 3.	Variación de la temperatura media durante los años 2013 al 2021.....	56
Anexo 4.	Variación de la temperatura máxima durante los años 2013 al 2021.....	57
Anexo 5.	Variación de la humedad relativa durante los años 2013 al 2021.....	58
Anexo 6.	Variación solar máxima durante los años 2013 al 2021.....	59
Anexo 7.	Variación de la radiación solar mínima durante los años 2013 al 2021.....	60
Anexo 8.	Resultados del laboratorio Fitolab.	61
Anexo 9.	Evaluaciones por la técnica de placa expuesta del año 2018 hasta el 2020.	62
Anexo 10.	Síntomas de la enfermedad en los cítricos Huanglongbing (HLB).....	63

RESUMEN

El presente trabajo consistió en hacer uso de estrategias para el control de *Cladosporium* spp. con la finalidad de determinar la metodología que pueda alertar frente al inicio de una infección en tangor (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*) 'W. Murcott' manejado convencionalmente en la provincia de Chincha en la región de Ica. Las estrategias implementadas permiten obtener indicadores para la acción oportuna frente alguna infección del patógeno. Dentro de las estrategias se considera el monitoreo ambiental, el cual reside en realizar evaluaciones cada quince y treinta días de acuerdo con la programación previamente establecida, los resultados se comparan campaña tras campaña con la finalidad de establecer un umbral referente, en la actualidad se considera de 15 UFC/placa/10 minutos de exposición. También se ha considerado el monitoreo por contacto en fruta, lo cual consiste en usar una cinta adhesiva que se pone en contacto en la zona cercana al pedúnculo para posteriormente realizar el montaje en laminas portaobjetos y finalmente se observa en el microscopio. En este método se encontró relación entre la cantidad de conidios presentes con el incremento de inoculo en el área evaluada.

Palabras clave: *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Cladosporium* spp., monitoreo

ABSTRACT

The present work consisted of using strategies for the control of *Cladosporium* spp. to determine the methodology that can alert against the beginning of an infection in tangor (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*) 'W. Murcott' conventionally managed in the province of Chincha in the Ica region. The implemented strategies allow obtaining indicators for timely action against any pathogen infection. Among the strategies, environmental monitoring is considered, which consists of carrying out evaluations every fifteen to thirty days in accordance with the previously established programming. The results of this evaluation are compared campaign after campaign with the purpose of establishing a reference threshold, currently 15 CFU/plate/1 minut of exposure is considered. Contact monitoring in fruit has also been considered, which consists of using an adhesive tape that is placed in contact in the area near the peduncle to later mount it on slide sheets and finally observe it under the microscope. In this method, a relationship was found between the number of conidio present with the increase in inoculum in the evaluated area.

Keywords: *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Cladosporium* spp., monitoring

I. INTRODUCCIÓN

En el mercado mundial, el segundo cítrico más comercializado es la mandarina, debido a su fácil consumo. Las importaciones mundiales del 2016 mostraban un crecimiento sostenido de 2%, mientras que en 2017 se redujo en 5%, para luego incrementar un 10% en el 2018, al año siguiente 2019 disminuyó en 4%. Sin embargo, la tasa de crecimiento lograda fue del 16% en el 2020 (Red Agrícola Perú, 2021).

El rendimiento de los cítricos en el Perú fue incrementando con el pasar de campañas, según el reporte de la FAO (Figura 1) en el 2019 produjo 68 352 toneladas (FAOSTAT, 2021). Así se ubicó como séptimo proveedor de mandarina en el mundo. En el año 2020 creció un 40% en volumen y en valor con respecto al año anterior. Debido a esto se ubicó en el primer cítrico más exportado (Red agrícola, 2021). Estos resultados se deben a la mayor importación por un monto de US \$126 millones entre enero y agosto de 2020 del principal comprador que es Estados Unidos (EE. UU.) (ComexPerú - Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2020). Se menciona que las pérdidas directas en rendimiento en productos agrícolas causadas por patógenos y malezas oscilan del 20% a 40%; mientras que otros estiman que al discriminar por continentes las pérdidas pueden variar entre 29% y 43% (Castaño, 2015).

El departamento y sus provincias con mayor volumen exportado fue Ica, siendo Chincha la que lidera con 77 283 toneladas, que representa el 70.43%; seguido de otras como Ica y Pisco con 26 728 y 5 718 toneladas, que significa 24.36%, y 5.21% respectivamente (SENASA, 2021).

1.1. PROBLEMÁTICA

En las últimas campañas de cítricos en Chincha se tiene el reporte de la presencia de *Cladosporium* spp., donde el daño se genera desde fruto recién cuajado. Este patógeno afecta principalmente a las variedades tardías. Una vez realizada la infección se observa como un efecto de “moho pulverulento” llegando a convertirse en una lesión oscura y deshidratada disminuyendo el rendimiento y calidad (Procitrus, 2021).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Implementar estrategias para el control del hongo *Cladosporium* spp. en tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’ bajo condiciones agroclimáticas del distrito El Carmen, la provincia de Chincha, en el departamento de Ica.

1.2.2 Objetivo específico

- Determinar la etapa fenológica de incremento del inóculo de *Cladosporium* spp. en campo.
- Describir metodología de evaluación de conidios de *Cladosporium* spp. en fruto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

2.1.1 Importancia de los cítricos

Según la FAOSTAT (2021), menciona que los cítricos es uno de los principales cultivos frutales del mundo, actualmente se estima que ocupan una superficie de 7.4 millones de hectáreas en las regiones subtropicales tropicales y subtropicales del planeta, aproximadamente entre los 40° de latitud Norte y Sur, pero las principales áreas de producción se ubican entre 20° Norte y ° Sur.

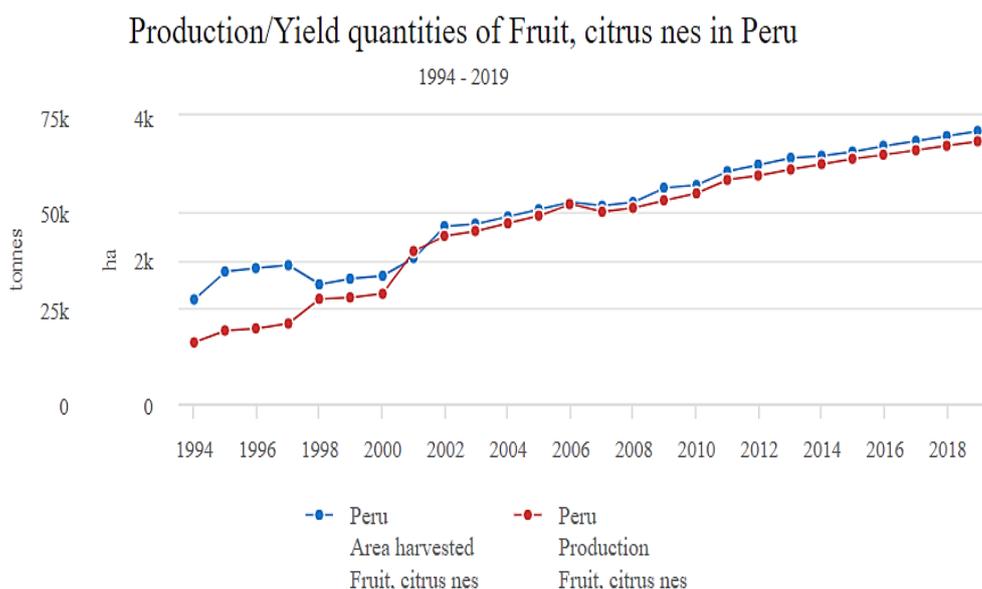


Figura 1. Producción/Rendimientos de cítricos en Perú

Fuente: FAOSTAT, 2021

2.1.2 Origen

El origen de los cítricos se ha considerado en China, a pesar de que aparecieron en muchos lugares. El género *Citrus* tiene especies conocidas que se formaron en el norte de la India, en Birmania (Myanmar) y en Indochina (Laos, Camboya y Vietnam), es probable que evolucionaron y se distribuyeron en diferentes territorios (Soler & Soler, 2016).

De acuerdo con Wu *et al.*, (2018) mencionan que el género *Citrus* comprende algunos de los frutales con más extensión en el mundo y se encuentra en una extensa área, pese a esto no se tiene claro el origen geográfico, el momento y su dispersión.

En la Figura 2, las flechas indican la dirección de la migración de las especies ancestrales. La ubicación de la estrella roja indica donde se encuentra el fósil de *C. linczangensis* (Zekri, 2016). Mientras en la Figura 3, se observa las provincias de China donde aún se encuentran especies silvestres.

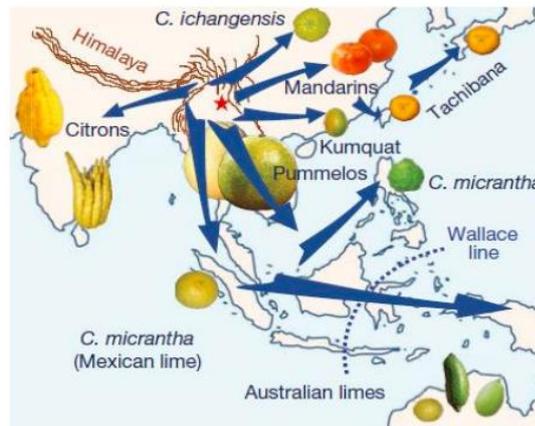


Figura 2. Propuesta de origen de cítricos y dispersión antigua de dispersión
Fuente: Wu et al., 2018



Figura 3. Provincias de China donde se originaron los cítricos más conocidos
Fuente: Wu et al., 2018

2.1.3 Patrones de cítricos.

En los cítricos, el uso de patrones varía según la región, con la propensión de encontrar más de uno en cada lugar debido a la finalidad de hacer frente a las enfermedades actuales y las que puedan aparecer a causa de mutaciones genéticas de los patógenos, cambios climáticos o por introducción de patrones sensibles a las enfermedades en la actualidad (Jiménez y Zamora, 2010).

Los árboles de cítricos cultivados sin injertar se le conocen como francos, los cuales tienen una etapa juvenil que dura de 7 hasta más de 10 años. Además, desarrollan espinas, son vigorosas, no florecen y son improproductivas (Ordúz-Rodríguez & Mateus, 2012).

Agustí *et al.*, (2003) mencionan que hay un interés hacia los patrones tetraploides, debido a la tolerancia a diferentes situaciones de estrés y a su vez por el crecimiento de las plantas. Observándose una mayor resistencia al déficit de agua (Kalid *et al.*, 2021), las plantas son de menor altura, poco vigorosas, pero con hojas más anchas y largas (Guerra *et al.*, 2014) y alta tolerancia al cromo (Balal *et al.*, 2017).

a. Lima ‘Rangpur’

Este patrón es denominado por Webber *Citrus limonia* Osbeck y por Swingle *Citrus reticulata* cv. Auster. El país que más usa este portainjerto es Brasil, donde es conocida como ‘Limao Cravo’. Se caracteriza por estimular el alto vigor y producción. Tiene la limitación de ser susceptible a la gomosis (*Phytophthora* spp.), Exocortis, Blight y es tolerante a la Tristeza y resistente a la sequía (Ordúz-Rodríguez & Mateus, 2012).

b. Mandarina ‘Cleopatra’

De acuerdo con Agustí (2003), el patrón ‘Cleopatra’ tiene un lento crecimiento en condiciones de vivero, debido a que requiere más de dos años de semillero para su producción, esto es una limitante para la formación de la planta debido a que alarga el proceso. La interacción de estrés por sequía y altas temperaturas tolera mejor que otros portainjertos (Balfagon *et al.*, 2021)

Mientras Ordúz-Rodríguez & Mateus (2012) resaltan que este patrón es tolerante a *Phytophthora*, Xiloporosis, Psorosis y Exocortis, también mencionan la resistencia a la salinidad y alcalinidad del suelo, tolerancia a la sequía y exceso de agua, buen desarrollo

vegetativo de la copa. Sin embargo, Soler & Soler (2016) mencionan que el fruto es de menor tamaño que otros patrones, pero de sobresaliente calidad.

2.1.4 Cultivares de cítricos

Según Ordúz-Rodríguez & Mateus (2012), refieren que la parte aérea es la que posee el valor agronómico, considerando que no todas las variedades se adaptan a diferentes condiciones.

a. Tangor ‘W. Murcott’

Según Zhu (2018), tiene como origen Marruecos. La fruta es de buen tamaño (55-70 mm), color anaranjado intenso, agradable fragancia, fácil pelado y buena calidad interna. Presenta poca semilla en ausencia de polinización cruzada e incrementa si se tiene otros cultivares alrededor que aporten polen. Se desconoce sus progenitores, además no se adapta a las modificaciones genéticas convencionales por *Agrobacterium* utilizando explantes jóvenes o maduros (Dutt, Erpen & Grosser, 2018). Aplicaciones de citoquinas bajo benciladenina aplicada en floración pueden mejorar el tamaño del fruto (Ferrer *et al.*, 2017). No responde al tratamiento de agua caliente en la postcosecha, disminuyendo el peso, compuestos volátiles y los ácidos orgánicos (Morales *et al.*, 2023). Una enfermedad que afecta es *Podosphaera pannosa*, conocido como mildiú pulverulento (Cornejo, Effar & Latorre, 2019). Otra es *Alternaria alternata* identificada como la mancha marrón (Bhatia, Roberts & Timmer, 2003). *Phyllosticta citricarpa* reconocida como la mancha negra, infecta hojas y frutos, reportando un periodo de latencia de dos meses (Tran *et al.*, 2018). La aplicación de cera a frutos de ‘W. Murcott’, amplía los días de poscosecha en más de 40 días sin alterar sus características físicas, químicas y organolépticas (Kaur, 2022).

b. Tangor ‘Tango’

De acuerdo con Siebert *et al.*, (2010) este cultivar fue desarrollada por la Universidad de California en Riverside y es el resultado de la mutación inducida al irradiar yemas de ‘W. Murcott’. La fruta es similar en apariencia, calidad y producción al progenitor, donde la principal diferencia es el número de semillas. Y una polinización cruzada hará obtener 0.04 a 0.2 semillas por fruto. El polen tiene baja viabilidad. La combinación de poda y raleo de frutos mantendrá un buen tamaño de los frutos y un rendimiento de 150 a 170 lbs/árbol esto significa de 6-7 cajas (Siebert *et al.*, 2010). En lo que respecta a los problemas sanitarios algunos autores señalan que ‘Tango’ es tolerante a la enfermedad HLB y que con un

desverdizado bajo las siguientes condiciones 5 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno, 25 °C, 85-90 % HR durante 72 h o 96 h, se logra mejorar el color (Shahzad *et al.*, 2023). Pero es muy susceptible a *Elsinoë fawcettii* -sarna de los cítricos- y *Alternaria alternata* (Martini & Andersen, 2018).

2.2. ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE MANDARINA

Ordúz-Rodríguez & Mateus (2012) mencionan que los cítricos son afectados por numerosas enfermedades las cuales pueden generar pérdidas por la falta de calidad y producción. Es de importancia conocer los patógenos que las afectan para prevenir o reducir el impacto económico negativo sobre la plantación.

2.2.1 Huanglongbing (HLB)

La enfermedad más grave de importancia mundial es Huanglongbing (HLB), también se conoce como el enverdecimiento de los cítricos. La complejidad de esta infección radica en la interacción entre el patógeno, vector, huésped y medio ambiente (Da Graça *et al.*, 2015).

El principal transmisor de la enfermedad es *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) porque es el vector de *Candidatus liberibacter* quien es el causante de la enfermedad Huanglongbing que afecta a todos los cítricos cultivados comerciales debido a la susceptibilidad que presenta. La infección se manifiesta posterior a la inoculación, lo que limita la detección (Grafton-Cardwell, Stelinski & Stansly, 2013).

El anexo 10 muestra los síntomas relacionados con esta enfermedad son: brote, hojas con decoloraciones amarillas, enverdecimiento de frutos, coloración irregular en el fruto, inversión de color y semillas abortadas (Grafton-Cardwell, Stelinski & Stansly, 2013).

2.2.2 Tristeza de los cítricos (CTV)

Esta enfermedad debe manejarse de manera preventiva, es importante el uso de patrones tolerantes (el naranjo agrio es el patrón más susceptible) y la obtención de material vegetal con calidad sanitaria. Los vectores de esta enfermedad son *Toxoptera citricidus* y *T. aurantii*. Los vasos conductores de la planta son afectados de manera que impide el paso de nutrientes hacia la raíz (Ordúz-Rodríguez & Mateus, 2012).

Los síntomas más comunes de esta enfermedad son el decaimiento progresivo que puede transcurrir lentamente (meses) o bruscamente (días). Las hojas se tornan marchitas similar a la deficiencia de agua. Los árboles con patrón amargo (*Citrus x aurantium*) comienzan a mostrarse de un color verde amarillento (Ordúz-Rodríguez & Mateus, 2012).

2.3. *Cladosporium* spp.

Cladosporium es un género cosmopolita, es el más abundante de los hongos en el ambiente, presenta un gran número de especies y la mayoría son consideradas como saprófitas. Existen algunas especies que son patógenos oportunistas, debido a que desarrollan la enfermedad cuando disminuyen los mecanismos de defensa de sus hospederos (Alonso & Molina, 2020). Existen otros individuos que están relacionados con la salud humana: *Cladosporium herbarum*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum* y *C. oxysporum* (Bensche *et al.*, 2012), también presente en especies vegetales como *Vicia fabácea* (El-Dawy *et al.*, 2021). En la Figura 4 se evidencia una colonia en medio de cultivo y en la Figura 5 se presentan los conidios, conidióforos y ramoconidios.

Pero también es un género fitopatógeno generalmente foliar, que ocasiona daños en los cultivos. Además, se relaciona con el biodeterioro debido a la capacidad de crecer sobre una gran variedad de sustratos (Pérez & Caridad, 2019).

Es poco usual encontrar literatura con reporte o referencias de especies de *Cladosporium* spp. afectando cítricos. La infección del patógeno está influenciada por las zonas agroclimáticas donde se cultiva y por el manejo de la plantación. La mayor presencia se evidencio en las regiones o zonas con alta humedad relativa y en árboles con mayor área foliar o material leñoso (ProCitrus, 2021).

Heuchert & Braun (2006), indican que algunas especies de *Cladosporium* spp. tienen efecto fungicida utilizando otros hongos como sustrato, pero la gran mayoría de especies son biotróficas, generalmente específicas del hospedador, ocasionando manchas foliares características, decoloraciones, agujeros con apariencia de perdigones en hojas vivas o senescentes. Sin embargo, otras no desarrollan síntomas visibles.



Figura 4. Colonia de *Cladosporium cladosporioides*
Fuente: Bensch et al., 2012

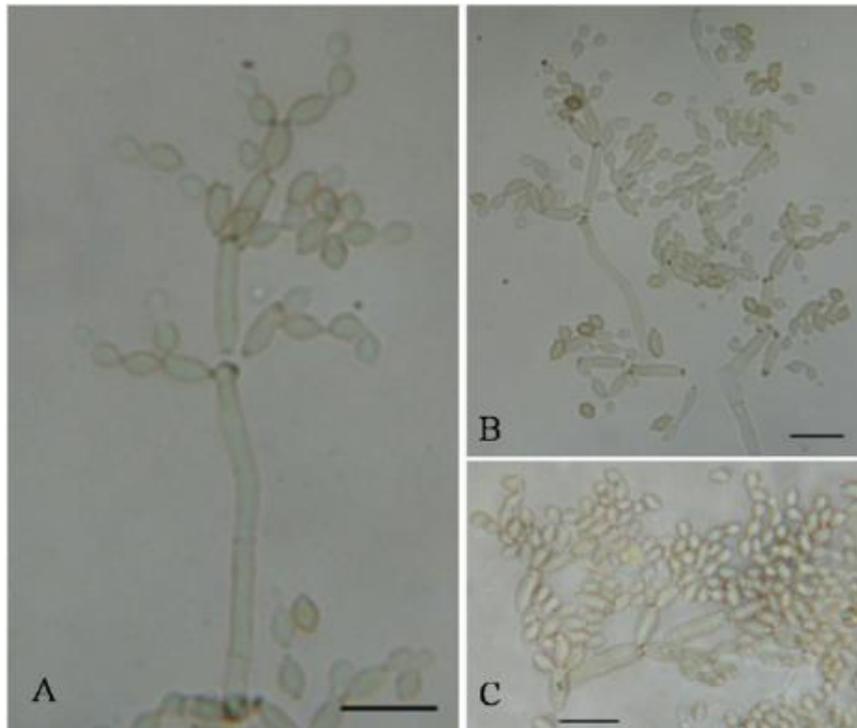


Figura 5. Conidioforo de *Cladosporium perangustum*:
A. Conidióforo, B. Conidios, C. Ramoconidios

Fuente: Bensch et al., 2012

2.3.1 Clasificación taxonómica

Según la metodología de Cronquis (1981) la clasificación taxonómica del género *Cladosporium* spp. (Bensch *et al.*, 2012).

Reino: Fungi

Phillum : Ascomycota

Clase: Dothideomycetas

Orden: Capnodiales

Familia: Davidiellaceae

Género: *Cladosporium* spp.

2.3.2 Características taxonómicas

Actualmente el género *Cladosporium* abarca alrededor de 218 especies que se encuentran ubicadas en todo el mundo (Bensch *et al.*, 2012).

2.3.3 Descripción morfológica

Basada en la morfología, el género *Cladosporium* comprende tres complejos, donde cada especie tiene características morfológicas y genéticas distintas (Bensch *et al.*, 2010).

Poder dividir *Cladosporium* en unidades sub genéricas es complicado a causa de la gran variabilidad en tamaño, forma, tabicación, pigmentación y ornamentación de la superficie de los conidios y conidióforos (Wang *et al.*, 2014). El hábitat de este género varía de acuerdo con el ambiente, siendo influenciado por los diferentes sustratos, condiciones climáticas y geográficas (Bensch *et al.*, 2010).

Las hifas de este género son septadas, generalmente ramificadas, lisas, con paredes algo ásperas y sub hialinas. La pigmentación es ligeramente marrón oscuro, con paredes delgadas, pudiendo volverse gruesas con la edad (Bensch *et al.*, 2012).

Conidióforos del género *Cladosporium* generalmente surgen de hifas interna o externa y algunas especies lo hacen desde un pseudotecio estéril. (Ramos-Garcia, 2016) mencionan que la mayoría de las especies son cilíndricas, subcilíndricas o filiformes y que varias

especies se caracterizan por tener conidióforos sinuosos de leve a claramente geniculados, así como también con células conidiógenas fuertemente geniculadas sinuosas.

Las colonias de este género son de crecimiento lento, la mayoría de las especies son de color marrón oliváceo a marrón negruzco, algunas especies son de color gris, beige o marrón, de aspecto gamuza, y es frecuente que se tornen polvorientas a causa de la alta producción de conidios y al reverso de la colonia es de color oliva. Los conidióforos, las hifas vegetativas y los conidios de igual manera se encuentran pigmentados ver Figura 6 (Bensch *et al.*, 2012).

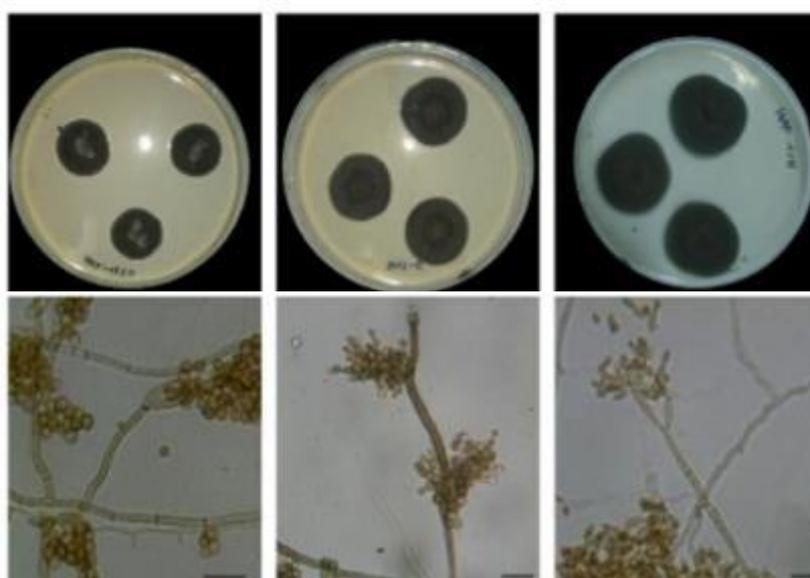


Figura 6. Crecimiento de 3 especies en agar papa dextrosa (PDA) de 7 días a 28 °C
Fuente: Bensch *et al.*, 2012

2.3.4 Viabilidad y propagación

Dawy *et al.*, (2021) mencionan que el hábitat de este género varía de acuerdo con el ambiente, es influenciado por las diferentes condiciones climáticas, geográficas y sustratos. Pero también se pueden aislar del suelo y de la materia orgánica. *Cladosporium* spp. es un fitopatógeno generalmente foliar, que puede ocasionar daños a plantas de interés económico (Bensch *et al.*, 2012).

Se considera como un invasor secundario debido a que las especies saprobias aparecen en los órganos de plantas herbáceas y leñosas muertas. Algunas también pueden ser endófitas y al ocurrir desórdenes nutricionales o estrés hídrico en las plantas, se convierten en patógenos (Hamayun *et al.*, 2009).

Entre los cultivos que pueden ser afectados por las especies del género se encuentran: cítricos (*Citrus*), tomate (*Solanum lycopersicum*), papaya (*Carica papaya*), café (*Coffea arabica*), maní (*Arachis hypogaea*), boniato (*Ipomoea batata*), anón (*Annona squamosa*) y árboles, como el álamo (*Populus alba*) y el corcho *Quercus suber* (Kreisel, 1971). Los hongos fitopatógenos emplean varios mecanismos para reconocer y adherirse al hospedero. Estos entran a la planta a través de heridas, estomas o por penetración directa a través de estructuras especializadas como apresorios (Pérez & Caridad, 2019).

2.4. MONITOREO MICROBIOLÓGICO

El microbiota del contenido en la atmósfera no es autóctono, pero es un medio de dispersión de una gran variedad de microorganismos (esporas, bacterias, virus y hongos), tiene importancia biológica y económica que son dispersados por el aire, los cuales pueden producir enfermedades en plantas, animales y humanos. Las investigaciones sobre los microorganismos en el aire iniciaron en el siglo XIX y el estudio consiste en el empleo de diferentes técnicas utilizando diferentes aparatos (De La Rosa *et al.*, 2000).

En los ambientes existen microorganismos en el aire del interior de los edificios (casas, escuelas, hospitales, etc.), los cuales pueden proceder del hombre, del aire exterior, polvo, madera, pintura, papel, humidificadores y otros, y vienen siendo estudiado hace varios años. Los diferentes microorganismos son contenidos en el aire por suspensión y la presencia de uno u otro tipo depende del origen (seres vivos, suelo y agua) y de su supervivencia (De La Rosa *et al.*, 2000). Por ello existen métodos como pasivo y activo.

2.4.1 Método pasivo

a. Técnica de la placa expuesta

Este método es el más utilizado desde que Frankland y Hart lo emplearon por primera vez en 1887. Consiste en dejar abiertas las placas con medio de cultivo estéril durante determinados períodos de tiempo, logrando la sedimentación de los microorganismos (Figura 7). Esta técnica es sencilla y económica, tiene como ventaja permitir identificar los cultivos de microorganismos viables, aunque la identificación puede ser limitada porque no puede relacionarse con el volumen de aire muestreado. La deposición varía con la forma y tamaño de los microorganismos, la velocidad y la turbulencia del aire (Culver, 2015).

El método no es cualitativo, ni cuantitativamente exacto y detecta principalmente los microorganismos que más persisten en el aire (Culver, 2015).

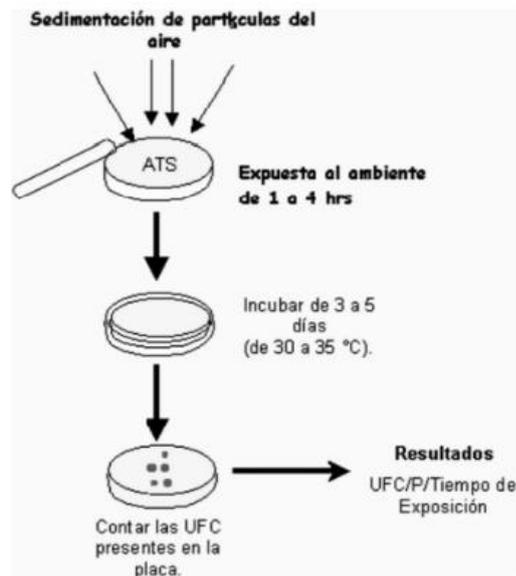


Figura 7. Técnica de la placa expuesta empleada en el monitoreo del aire
Fuente: Culver, 2015

2.4.2 Método activo

Este método resulta apropiado para confirmar la presencia de microorganismos, permitiendo detectar el foco de contaminación. También puede ser empleado para comprobar la eficacia de un procedimiento de limpieza o de desinfección de superficies, pero no es útil para identificar géneros o especies de microorganismos. Sin embargo, existe una gran variabilidad de los resultados obtenidos (De La Rosa *et al.*, 2000).

a. Técnica de la cinta adhesiva

El muestreo con cinta adhesiva (Figura 8) se realiza en superficies lisas, consiste en ejercer presión de manera ligera con una cinta impregnada con una sustancia adhesiva sobre la superficie a muestrear, luego con un microscopio se identifica las partículas atrapadas (Culver, 2015).

La limitación de esta técnica es que no se utiliza para determinar concentraciones de microorganismos, además que no puede realizar la caracterización a nivel de especie. Este tipo de muestreo no puede ser utilizado como único método para la evaluación de riesgo de exposición, se considera una herramienta complementaria para la evaluación ambiental (Culver, 2015).



Figura 8. Acondicionamiento de la cinta adhesiva sobre la lámina portaobjeto.
Fuente: Del Carme et al., 1998

2.5. APLICACIONES FITOSANITARIAS

En los últimos años, el sistema agrícola es afectado por el uso indiscriminado de agroquímicos para el control de malezas, plagas y enfermedades, lo que trae como consecuencia graves problemas en la salud humana, ambientales, pero sobre todo la reducción de la biodiversidad y pérdida de microorganismos benéficos del suelo (Gan & Wickings, 2017).

Recientemente, los fungicidas de síntesis son considerados como una de las estrategias más empleadas para controlar malezas, plagas y enfermedades ocasionados por los diferentes agentes causales; los más comunes son compuestos fosforados, clorados, carbamatos, nitroderivados y derivados aromáticos (Cantrell, Dayan & Duke, 2012).

Actualmente se ha incrementado la preocupación del consumidor considerando restricciones de uso debido a efectos carcinógenos, problemas de toxicidad residual, contaminación ambiental como disminución de la biodiversidad y contaminación del suelo y aparición de resistencia microbiana. Sin embargo, estos productos no aseguran la exitosa erradicación del agente etiológico, debido a que pequeñas poblaciones del patógeno pueden sobrevivir por deficientes aplicaciones o resistencia, inóculos de cultivos vecinos, por ello en la actualidad

se requiere nuevas alternativas de control que sean amigables con el ambiente para el control de fitopatógenos (Céspedes *et al.*, 2014).

Nuevas iniciativas y tendencias tecnológicas se vienen implementando con el fin de desarrollar bioinsumos como bioinsecticidas, bioherbicidas, bioacaricidas, bionematicidas y biofungicidas; incluyendo estimulantes de la defensa en las plantas, técnicas de control biológico y derivados de productos naturales producidos a partir de plantas y microorganismos (Beneitez, 2017). Muchas investigaciones se centran en estudios en la formulación de productos naturales con actividad biológica sobre hongos fitopatógenos con una eficacia y una acción más rápida. Estas prácticas actúan mejor en un amplio rango de condiciones ambientales, de especies de plagas y de sistemas de cultivos (Gakuya *et al.*, 2013).

Se ha demostrado que los productos naturales tienen un papel importante en el descubrimiento y desarrollo de nuevos productos, cada vez se reconoce la importancia de las especies vegetales y sus derivados (extractos, aceites esenciales y metabolitos secundarios) en la protección de cultivos (Leahy *et al.*, 2014).

2.5.1 Aceite parafínico

Los aceites minerales son conocidos por sus propiedades insecticidas desde hace más de cien años. El uso se remonta a mediados del siglo XIX y son derivados del petróleo. Se han utilizado como plaguicidas orgánicos obtenidos del refinamiento del petróleo (Vidal *et al.*, 2012).

Los tratamientos con aceites minerales son considerados una posible estrategia de control frente a los diferentes agentes fitopatógenos (plagas, hongos y virus). Su uso es conocido en el control de enfermedades virales que afectan a cultivos hortícolas. La ventaja del uso de en el control de plagas es la no aparición de resistencias debido a su modo de acción físico. Se tienen referencias sobre algunos aceites que dañan menos la fauna útil comparado con los insecticidas convencionales (Vidal *et al.*, 2012). También se ha citado la acción fungicida de los aceites minerales principalmente frente a oidiosis (Nicetic, Watson & Beattie, 2002).

2.5.2 Extractos vegetales

En la actualidad, la tendencia mundial evidencia el uso de las plantas y los derivados obtenidos a partir de éstas, se incrementa activamente el control de plagas y enfermedades importantes (Cavaliere *et al.*, 2011).

Las plantas presentan la capacidad de sintetizar una gran variedad de metabolitos secundarios relacionados con diferentes mecanismos de defensa, los cuales pueden ser compuestos químicos (terpenos y fenoles), nitrogenados (alcaloides) y azufrados, con propiedades antimicrobianas. Los metabolitos tienen una función de protección importante frente a los depredadores, microorganismos patógenos y herbívoros, así como diversos tipos de estrés abiótico (exposición UV) (Ávalos & Pérez-Urria, 2011).

La efectividad de los extractos vegetales y los compuestos obtenidos se evalúa el potencial biológico a nivel *in vitro* e *in vivo*. La mayoría de los métodos de evaluación biológica sobre hongos fitopatógenos son determinados con la exposición del hongo a diferentes concentraciones del extracto en medio de cultivo nutritivo de agar papa dextrosa (PDA) (Villa-Martínez *et al.*, 2014). La evaluación en *in vitro* es el principal indicativo para hacer una planta seleccionada en tratamiento pre y post cosecha para el control de la infección. (Mesa *et al.*, 2019)

Las diferentes literaturas mencionan la acción efectiva de los extractos vegetales sobre hongos fitopatógenos con una estimulación biológica hasta una inhibición total (Rojas, García & López, 2005; Pardo *et al.*, 2011). Se señala que entre el 1 y 10% de las plantas descubiertas y evaluadas presentan un potencial de producir metabolitos secundarios biológicamente activos contra plagas y enfermedades (Rojas, García & López, 2005).

La Tabla 1 muestra las especies vegetales con mayor reconocimiento a sus propiedades plaguicidas entre ellas se encuentra el neem, el cual se viene utilizando ampliamente contra varias especies de plagas (Gahukar, 2014), al igual que la canela -*Cinnamomum zeylanicum* Blume- (Moreira, 2007), orégano -*Origanum vulgare* L.- (García-Camarillo *et al.*, 2006), tabaco -*Nicotiana tabacum* L.- (Mamun & Ahmed, 2011).

Especie vegetal	Extracto evaluado	Patógeno	Concentración	Inhibición (%)	Método de evaluación	Referencia			
<i>Lippia origanoides</i>	Etanólicos	<i>Septoria apicola</i> Speng.	0,25%	100%	Medios envenenados	Ortiz et al., 2016			
<i>Giricidia sepium</i>		<i>Septoria apicola</i> Speng.	0,8%	100%					
<i>Heliotropium indicum</i>	Etanólicos	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	2,5%	78%	Medios envenenados	Bolívar et al., 2009			
<i>Thymus vulgaris</i>	Aceite esencial	<i>Fusarium</i> sp.	300 µg/mL	100%	Medios envenenados	Balanta et al., 2013			
<i>Allium sativum</i> L.	Hidroalcohólicos	<i>Botrytis cinerea</i> Pers	20%	100%	Medios envenenados	Şesan et al., 2015			
<i>Hyssopus officinalis</i> L.			5%	100%					
<i>Mentha</i> sp.			20%	100%					
<i>Satureja hortensis</i> L.			10%	100%					
<i>Tagetes patula</i>			20%	88,5%					
<i>Trachyspermum ammi</i>	Aceite esencial	<i>Botrytis cinerea</i>	500 µg/mL	100%	Medios envenenados	Behdani et al., 2012			
<i>Mentha pulegium</i>									
<i>Cuminum cyminum</i>									
<i>Zataria multiflora</i>									
<i>Pimpinella anisum</i>									
<i>Cinnamomum verum</i>	Acetona	<i>Colletotrichum dematium</i>	5,0 mg/mL	100%	Medios envenenados	Masangwa et al., 2013			
<i>Carum carvi</i>									
<i>Agapanthus caulescens</i>							<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	5,0 mg/mL	100%
<i>Allium sativum</i>							<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	5,0 mg/mL	100%
<i>Carica papaya</i>							<i>Colletotrichum dematium</i>	5,0 mg/mL	96%
<i>Agapanthus caulescens</i>	<i>Colletotrichum dematium</i>	5,0 mg/mL	90%						
<i>Allium sativum</i>	<i>Colletotrichum dematium</i>	5,0 mg/mL	100%						
<i>Allium sativum</i>	Acetato de etilo	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	2,5 mg/mL	100%	Medios envenenados	Masangwa et al., 2013			
<i>Syzygium cordatum</i>		<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	5,0 mg/mL	80%					
<i>Allium sativum</i>		<i>Colletotrichum dematium</i>	5,0 mg/mL	100%					
<i>Carica papaya</i>	Acuoso	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	5,0 mg/mL	100%	Medios envenenados	Masangwa et al., 2013			
<i>Chlorophytum comosum</i>		<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	5,0 mg/mL	95%					
<i>Agapanthus caulescens</i>		<i>Colletotrichum dematium</i>	5,0 mg/mL	80%					

Figura 9. Especies vegetales con actividad biológica sobre hongos fitopatógenos
Fuente: Singh, 2014

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL HUERTO

3.1.1 Ubicación del huerto

El fundo se encuentra ubicado en la carretera Panamericana Sur Km 243, distrito El Carmen, provincia de Chincha y departamento de Ica. Las coordenadas geográficas son las siguientes y en la Figura 9 se observa la imagen satelital de su localización:

- a. Latitud: 13.558391°
- b. Longitud: 76.164282°



Figura 10. Imagen satelital del fundo
Fuente: Google Earth. <https://www.google.com/intl/es/earth/sf>.

3.1.2 Características climáticas de la zona

La provincia de Chíncha presenta veranos calientes, húmedos, nublados y los inviernos son largos, mayormente despejados. Los datos de las variables meteorológicas que a continuación se detallan han sido registrados por la estación meteorológica inalámbrica DAVIS, propia del área en estudio se pueden observar en anexos.

La precipitación media anual es menor de 0.9 mm, sin embargo, en junio del 2018 se registró una precipitación de 5.6 mm mensual, generando una precipitación media de 1.3 mm (Anexo 1). La temperatura promedio anual es de 19°C, reportes extremos de 13.3 °C (Anexo 2), las variaciones medias mensuales son de 15.57 a 25.71°C (Anexo 3) y a 31.2 °C (Anexo 4) en invierno (agosto) y verano (febrero) respectivamente. La humedad relativa varía entre 73.6 y 89.2 por ciento (Anexo 5). La radiación solar máxima se registra en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, más de 900 W/m² (Anexo 6) y durante mayo, junio, julio y agosto la radiación solar disminuye (Anexo 7).

3.2. MATERIAL VEGETAL

El fundo San Pedro tiene 2 lotes, cada uno se encuentra agrupado de acuerdo con el turno de riego. Los lotes son SP-WM 2006A y SP-WM 2006 B con un área de 50.28 y 35.15 hectáreas respectivamente. La totalidad del área del fundo está sembrada con cítricos de 'W. Murcott'.

La experiencia profesional está enfocada en el cultivo de cítrico y en un problema que en los últimos años fue desapercibido y actualmente viene incrementando, generando pérdidas económicas. Por ello se desarrolló las estrategias para el control del hongo *Cladosporium* spp. en tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) 'W. Murcott' que fue injertado sobre el patrón Lima 'Rangpur' (*Citrus limonia* Osbeck). La instalación del cultivo fue en el 2006 y al momento de la evaluación la edad de los árboles era de 12 años. El marco de plantación es de 6 y 2 metros entre líneas y plantas respectivamente. La orientación de los árboles es de Norte a Sur así se puede ver en la Figura 11.



Figura 11. Plantación de tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’.

3.3. FENOLOGÍA DEL CULTIVO

3.3.1 Descripción de estados fenológicos

De acuerdo con las observaciones durante las campañas se ha determinado la siguiente etapa fenológica del cultivo, tal como se observa en la Figura 12, a continuación, las descripciones de cada fase son las siguientes:

a. Inducción de yemas

- Yema dormida (A): La yema no presenta signos de diferenciación.
- Yema hinchada (B): La yema se observa activa y próxima a la apertura.
- Inicio de brotamiento (C): Las primeras hojas empiezan a separarse, las escamas verdes están ligeramente abiertas y las hojas emergen.

b. Floración y cuaja

- Botón verde (D): Los botones florales se hacen visibles de una tonalidad verde, pero aún están cerrados, su distribución es aislada en inflorescencias con o sin hojas.
- Botón blanco (E): Los botones florales se tornan de color blanco, mientras que los pétalos crecen y los sépalos envuelven la mitad de la corola.
- Apertura de flor (F): También llamado antesis, es el momento de expansión de la flor completamente desarrollada y apta para la polinización.
- Caída de pétalos (G): Las flores se marchitan y los pétalos comienzan a caer.

c. Caída Fisiológica y Amarre (H)

El ovario empieza a crecer e inicia la caída de frutos cuajados.

d. Crecimiento de fruto (I)

Se finaliza la caída fisiológica de frutos e inicia la etapa de desarrollo del fruto.

e. Quiebre de Color

- Envero (J): Inicia el cambio de color de la fruta, asimismo se va regulando la relación brix/acidez, esta etapa finaliza cuando el fruto está apto para cosecha.

f. Maduración y Cosecha

Inicia después del quiebre de color mejorando la calidad interna hasta la cosecha.



Figura 12. Estados fenológicos de tanger (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’

3.4. COSECHA

La cosecha se realiza una vez al año, para determinar la fecha más cercana de inicio de esta práctica se realizan evaluaciones de la calidad interna de cada lote y del color.

3.4.1 Calidad interna

Las evaluaciones de la calidad interna permiten obtener información para la estimación de inicio de cosecha, debido a esto se inicia con el monitoreo 60 días antes, lo que permite determinar los niveles de °brix y acidez óptimos para el inicio de labor en el lote.

Esta labor se realiza cada quince días, se considera 3 tamaños de fruta por lote (pequeño, mediano y grande). Si los valores son mayores a 1.5%, el riego se puede continuar con normalidad, sin embargo, si son menores o cercanos a 1% se debe considerar reducir el riego, ya que el exceso puede reducir la acidez.

Una vez iniciada la cosecha, la fruta es enviada a planta de empaque, donde previo al proceso monitorean la calidad interna. La evaluación consiste en muestrear 5 frutas en color T5 (Figura 13) de cada calibre comercial (3X, 2X, X,5,4, 3,2 y 1) ver Tabla 1. Los valores que validan el inicio de la cosecha son 9 y 1.5% de °brix y acidez respectivamente.



Figura 13. Evaluación de calidad interna de tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’.

En campo, durante la cosecha se realiza monitoreo de calidad interna (°brix y acidez) con un refractómetro digital de bolsillo modelo PAL-BX|ACID1 Máster Kit (Figura 14). Para la lectura de °Brix solo se requiere el zumo de la fruta mientras que, para la acidez se diluye la muestra con agua, posterior a ello se coloca en la plataforma para la lectura respectiva, en 3 segundos se tiene la lectura de la muestra. Estos valores son reportados por lote durante toda la jornada de cosecha. En la Figura 14 se muestra el refractómetro digital de cítricos, se usa para las lecturas de %Brix y acidez.



Figura 14. Evaluación de calidad interna de tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’.

3.4.2 Color

El cambio de color de la fruta también es un factor importante para el inicio de cosecha, si el lote presenta más de 50% de fruta en color T4 y T5 (Figura 15) se inicia con la cosecha del lote. También se ve influenciado por la solicitud del cliente.



Figura 15. Lote próximo a la cosecha, con color apropiado de tangor ‘W. Murcott’.

En cada lote hay una persona responsable de monitorear el color de fruta cosechada de acuerdo con lo solicitado, para esto utiliza la tabla de colores (Figura 16).

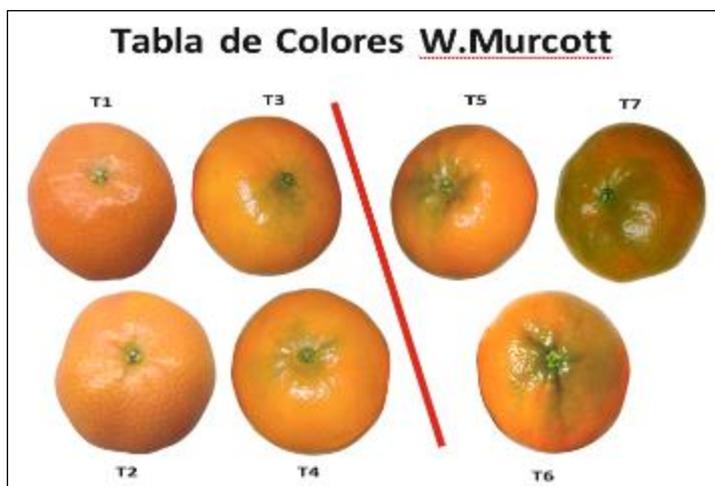


Figura 16. Tabla de colores de ‘W. Murcott’.

Nota: El color de fruta cosechable está sujeto a la solicitud del cliente y calidad interna.

3.4.3 Calibre

El requerimiento del mercado es de acuerdo con el tamaño de la fruta, donde los más comercializados son el calibre X, caracterizado por un diámetro ecuatorial expresado en mm de 69 a 73.9; mientras que el 1, 2, y 3 están dentro del rango 64 – 68.9, 59 – 60.9, y 54-58.9 mm respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de calibres de tangor ‘W. Murcott’

chico	5	4	3	2	1	X	2X	3X	4X
<47	47-50.9	51-53.9	54-58.9	59-60.9	64-68.9	69-73.9	74-78.9	79-83.9	>84

3.4.4 Recolección

Durante la cosecha, el personal utiliza tijeras de punta redonda para evitar el desgarramiento en la zona de inserción del pedúnculo con el fruto, el corte debe realizarse al ras, los trozos que sobresalen dañan a otros frutos.

Los frutos que se encuentran en el interior y superior de la copa y los que están distribuidos en racimos se realizan dos cortes. Para el buen manejo de la labor se utilizan tijeras livianas, de fácil manipulación y con puntas redondeadas para evitar lesiones por pinchazos a la cáscara.

La recolección de la cosecha se debe evitar el corte de frutos húmedos por rocío, porque se encuentran turgentes, cuando se ejerce presión con las manos del cosechador ocasiona ruptura de las glándulas y la pérdida del aceite esencial, lo que trae como consecuencia quemaduras y manchas en la piel que reduce la calidad y genera un medio de cultivo ideal para el desarrollo de los hongos causantes de mohos.

Cada cosechador tiene una bolsa cosechera para la recolección de la fruta y una vez que llena se trasvasa a bins de 200 Kg, los que se encuentran ubicados entre las líneas del cultivo (Figura 17). La movilización de bins se realiza con maquinaria (porta bins) a un punto de acopio, ahí se encuentra una grúa horquilla que abastecerá el camión para su posterior envío. El número de cosechas (pasadas) que se realiza es de acuerdo con la tonalidad presente de los frutos en campo.

Una vez que inicia la cosecha, en campo se observa fruta con el color solicitado y fruta que aún no completa la calidad externa e interna. En la etapa final de la cosecha, se observa fruta en el árbol, esto debido a las floraciones tardías que no alcanzaron el color, ni la calidad para la cosecha.

Durante la cosecha, el personal reconoce la ubicación de los bins para acopiar la fruta, el cosechador cuenta con una colchoneta, la cual es colocada antes de vaciar la fruta, esto reduce el golpe entre frutos.



Figura 17. Cosecha de tanger (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) ‘W. Murcott’

3.5. MONITOREO DE *Cladosporium* spp. EN CAMPO

En la campaña 2018-2019 la enfermedad afectó la calidad de la fruta, generando una pérdida de 15.36% en el total de producción. Bajo esta situación, se implementa evaluaciones para generar alertas y determinar momentos de incremento de inóculo, así como umbrales para el control.

3.6. TÉCNICAS DE MONITOREO

Consiste en realizar evaluaciones de fruto desde el inicio de cuaja, se realiza al azar, así como también en frutas reportadas con inicio de la infección.

a. Técnica de la cinta adhesiva

En la campaña 2020-2021 se ha implementado el muestreo por la técnica de cinta adhesiva, este muestreo tiene como objetivo observar al microscopio estructuras reproductivas adheridas a la cinta luego del contacto con la fruta.

Esta técnica es económica y sencilla, consiste en realizar la colección de esporas con una cinta adhesiva transparente (marca Pegafan) de 12mm x 66m, se coloca en contacto con la superficie del fruto, luego se pega en una lámina portaobjeto 75mm x 25mm, que previamente se acondiciona con una gota de lactofenol en el centro de la lámina y finalmente se observa en el microscopio para recocer estructuras fúngicas del género *Cladosporium*, se considera 21 frutas por hectárea.



Figura 18. Zona de contacto entre la fruta y la cinta adhesiva.

Nota: La primera parte de la fruta donde se observa la infección está cerca al pedúnculo.

El desarrollo de la técnica es la siguiente:

- Identificar y observar la zona de inserción del pedúnculo (Figura 18).
- Si en el fruto identificado se observa pulverulencia (19A) se evalúa con la lupa entomológica de 30X (18B-C) con el fin de descartar si se trata de residuos de aplicaciones anteriores se procede a poner en contacto la cinta adhesiva con la zona identificada (Figura 20).
- La toma de muestra del fruto consiste en poner en contacto la cinta adhesiva sobre 1cm² del fruto (20A). Está se sujeta con una mano para generar presión con la yema del dedo (Figura 20B).
- Se acondiciona los materiales necesarios tales con cinta adhesiva transparente, azul de lactofenol y lamina porta objeto (Figura 21A), se coloca una gota de azul de lactofenol en la lámina porta objeto (Figura 21B) y posterior al contacto con el fruto se coloca la cinta adhesiva sobre una lámina portaobjeto (Figura 21C). Las láminas portaobjeto son identificadas por lote. (Figura 21 D) y agrupadas por sector (Figura 21 D).
- Las láminas portaobjeto son observadas y evaluadas en el microscopio (Figura 22). Las evaluaciones pueden tener dos objetivos: Evaluación semanal, donde se coloca la cinta adhesiva en el fruto cerca al pedúnculo e indicio de presencia del patógeno, consiste en colocar la cinta adhesiva sobre el posible inicio de infección de *Cladosporium* spp.
- La identificación conidios a nivel de género se realiza en el microscopio óptico consiste en clasificar de acuerdo con los niveles previamente establecidos lo cual están determinados por la cantidad de conidios observadas en el área de contacto con la fruta. El nivel bajo es cuando se observa solo algunos conidios en la muestra (Figura 24 A), el nivel medio se evidencia grupos de en toda la muestra (Figura 24 B) y el nivel alto es la presencia en la totalidad del área de contacto (Figura 24 C).



Figura 19. Identificar la fruta para el contacto con cinta adhesiva.

- A. Presencia de *Cladosporium* spp. cerca al pedúnculo del fruto. B. Vista del fruto con lupa 60X. C. Fruto con indicio de presencia del hongo.

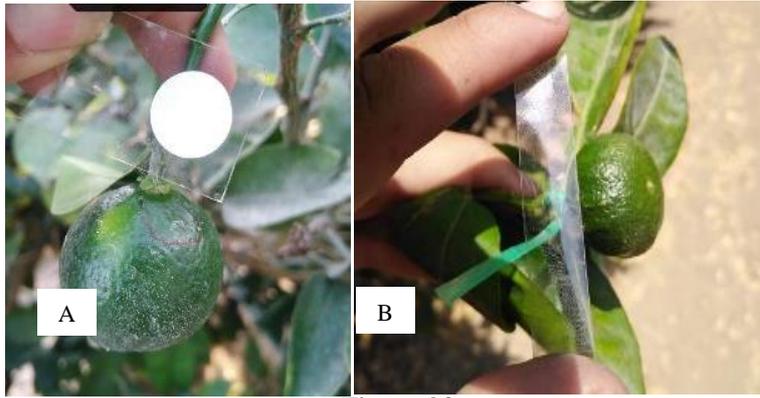


Figura 20.

Figura 21. Cinta adhesiva transparente sobre la superficie de una fruta.
 A. Referencia del área de contacto. B. Contacto de la cinta adhesiva con la zona cercana al pedúnculo.

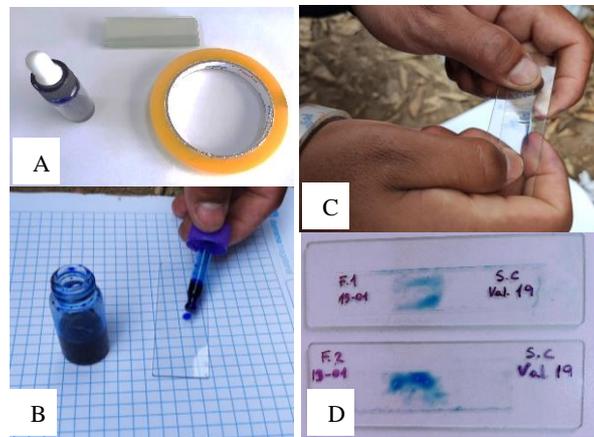


Figura 22. Procedimiento de la técnica de cinta adhesiva.
 A. Materiales para monitoreo. B. Azul de lactofenol en lamina portaobjeto. C. Cinta adhesiva en lámina portaobjeto. D. Identificación de láminas portaobjetos.

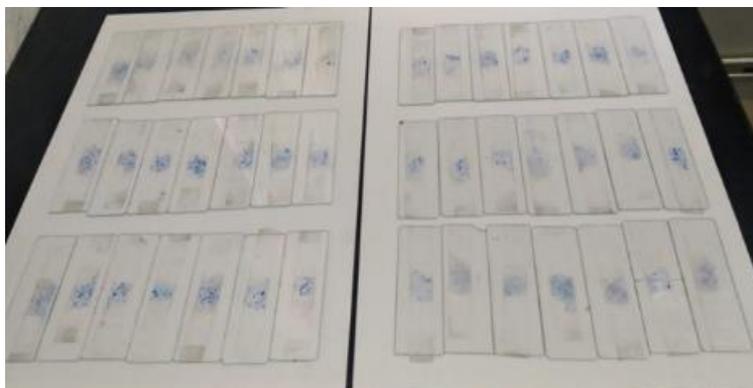


Figura 23. Láminas portaobjetos posterior al encintado en el fruto.



Figura 24. Láminas portaobjeto vista al microscopio con el objetivo 40X.

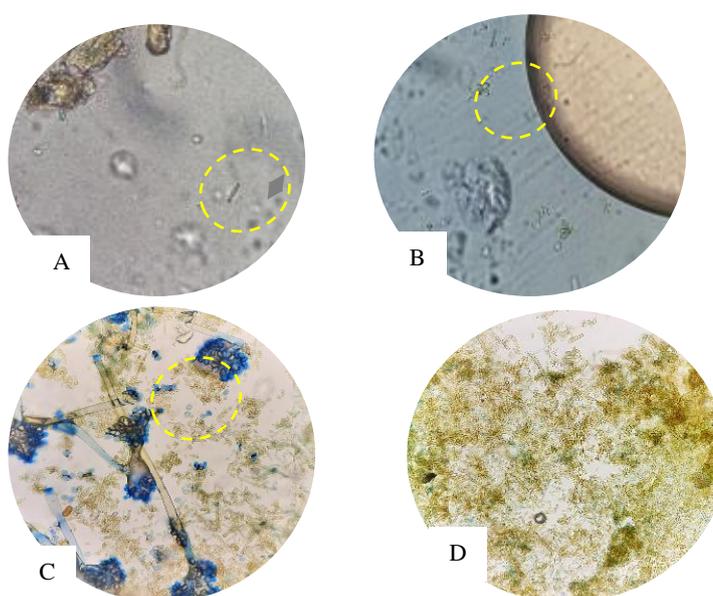


Figura 25. Nivel de presencia con vistas al microscopio objetivo 40X.

Nota: A. Nivel bajo. B. Nivel medio. C-D. Nivel Alto. Este parámetro es utilizado durante la revisión de láminas porta objetos en el microscopio, permite cuantificar la presencia conidios de cada montaje

Se realizó un muestreo de frutos con indicio de infección por *Cladosporium* spp. con un laboratorio externo con la finalidad de validar la presencia de conidios en frutas previamente evaluadas (según niveles establecidos Figura 24). El resultado muestra que más del 50% de muestras con en nivel alto (reporte de campo) contiene especies Fito patogénicas según el laboratorio (Anexo 8).

b. Técnica de la placa expuesta

Este método de evaluación consiste en aprovechar las corrientes de aire presentes en el área, con el fin de cuantificar de manera aproximada la presencia de inóculo en los lotes.

El objetivo de esta actividad es monitorear la presencia del patógeno, lo que permite conocer los niveles máximos y mínimos de presencia durante la campaña del cultivo.

El desarrollo de la técnica es el siguiente:

- Marcado de plantas: Las plantas marcadas están distribuidas en las válvulas de cada lote, no se consideró las plantas en los bordes (Figura 25 A).
- Toma de muestra: Se exponen las placas Petri (abrir las placas) en la planta marcada. Se evalúan 2 puntos por planta: intersección de ramas y pie de planta.
- Exposición: Se colocan 2 placas Petri con medio de cultivo PDA expuestas por planta marcada, el tiempo de exposición es de 1 minuto. Una vez culminada la exposición se cierra y sella con Parafilm y son transportadas para almacenarlas.
- Frecuencia de evaluación: Se realizan cada 30 días (abril-octubre) y 15 días (noviembre-marzo) durante el crecimiento vegetativo y etapa reproductiva respectivamente.
- Identificación de la muestra: Todas las muestras son identificadas con la siguiente información: Punto, fecha, válvula y lote muestreado (Figura 25 B).
- Incubación: Las placas expuestas en campo son almacenadas a temperatura ambiente, durante 5 días en el área de investigación del fundo, al quinto día se procede con el conteo de colonias.
- Resultados: Las muestras son revisadas por sector y el conteo de colonias (N° UFC) por placa durante 1 minuto de exposición.
- Los resultados permiten tomar acciones para mantener niveles bajos de inóculo.



Figura 26. Técnica de la placa expuesta.
A. Marcación de la planta evaluada durante la campaña. B. Placas Petri agrupadas para la evaluación.

Según la etapa fenológica y la presión de inóculo presente se estableció monitoreos cada 15 y 30 días desde el inicio de la campaña hasta la cosecha. Los meses de mayor presión de la enfermedad se realizan cada 15 días (noviembre, diciembre y enero).

En la campaña 2019-2021 este monitoreo solo se realizaba para validar el efecto del control de los tratamientos fitosanitarios sobre *Cladosporium* spp. en las válvulas afectadas considerando puntos aleatorios lo que permitió validar el control de la aplicación de los tratamientos fitosanitarios (restos de hojarasca).

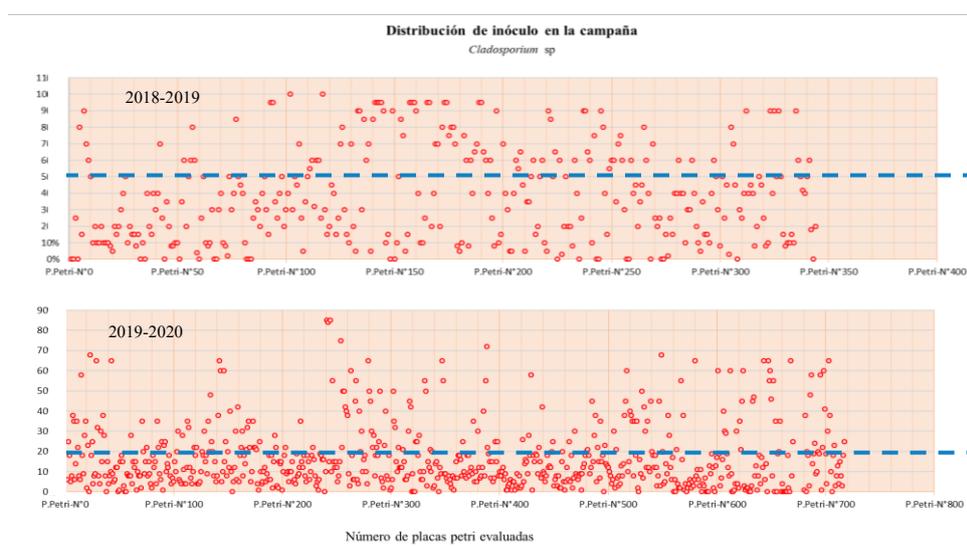


Figura 27. Monitoreo ambiental (UFC/min) durante el periodo 2018-2020.

Según el historial de monitoreos durante las campañas 2018-2019 hasta el 2019-2020 se evidencia que la cantidad de colonias por placa tiene como tendencia no superar 20 UFC por placa expuesta (Figura 26). Debido esto se considera como umbral 20 UFC de *Cladosporium* spp. por placa expuesta.

3.7. EVALUACIÓN FITOSANITARIA

Las evaluaciones fitosanitarias se realizan semanalmente, los cuales son registrados en una plataforma de evaluación llamado Agri Task. Se evalúa 7 frutos por hectárea, de acuerdo con la severidad observada en campo se establece los siguientes grados de severidad: Grado 0, Grado 1 y Grado 2.

3.7.1 Evaluación de fruto

La evaluación del fruto se enfoca en revisar frutas apiñadas y cerca al pedúnculo, que es ahí donde se inicia la infección.

3.7.2 Grados de evaluación

Los grados de evaluación fueron establecidos de acuerdo con lo observado en campo, debido a la nueva metodología se consideró establecer 3 grados (Figura 27-28). Se realiza semanalmente.

- El grado 0 (G0), se considera el fruto que presenta una ligera pulverulencia blanca cerca al pedúnculo, no mayor de 1 cm de diámetro. La fruta es considerada sospechosa o duda de presencia (Figura 27 A).
- El grado 1 (G1), en esta categoría se tiene la seguridad de que existe la infección de *Cladosporium* spp. el área identificada no supera el 50% del total de la fruta. Con un control inmediato se puede reducir el manchado de la fruta. (Figura 27 B).
- El grado 2 (G2); este grado indica la presencia del polvillo blanco en más del 50% de la fruta, además se puede observar la epidermis reseca o con coloración morada, este es el síntoma final y se considera pérdida de calidad externa del fruto (Figura 27 C).
- Fruta manchada, se evidencia mancha en la epidermis de la fruta antes del cambio de color (Figura 28 B). Durante la cosecha el manchado de la fruta es más notorio (Figura 28 C).



Figura 28. Grados de evaluación en campo. A: Grado 0. B: Grado 1. C: Grado 2.
 Nota: Los grados de evaluación fueron establecidos de acuerdo con la observación de daños en campañas pasadas y al reporte de evaluadores fitosanitarios.



Figura 29. Presencia y daño de *Cladosporium* spp .
 A. Fruta identificada en G1 para seguimiento de control. B. Manchado de fruta antes de envero. C. Manchado de fruta cosechada.

3.8. APLICACIONES FITOSANITARIAS

3.8.1 Aplicación de aceite parafínico

Durante la campaña se realizan al menos 3 aplicaciones, esto depende de las evaluaciones fitosanitarias y la etapa fenológica del cultivo. Durante la caída fisiológica se evita el uso de aceite.

La metodología de aplicación consiste en utilizar carrizo de 1.5 metros de longitud donde las boquillas son ubicadas en los terminales de la “caña” el objetivo de cubrir mayor área de la planta, también se considera el uso de plataforma para aplicar en las partes más altas del árbol (Figura 29).



Figura 30. Aplicación fitosanitaria de aceite parafínico y fermento enzimático del almidón de maíz.

3.8.2 Aplicación de fermento enzimático del almidón de maíz

La aplicación del fermento enzimático del almidón de maíz se realiza una o dos veces por campaña, el inicio de las aplicaciones dependerá de la presencia de síntomas en los frutos. La aplicación inicia en la etapa fenológica de cuajado o crecimiento fruto (25 mm), ya que en esta etapa se observa el inicio de la infección del patógeno.

El mayor control del patógeno se observa a partir del día 2 después de la aplicación, evidenciado la reducción de la presencia del polvillo blanco sobre la fruta. En la Figura 30 y 31 se muestra el seguimiento de las frutas con el inicio de infección hasta 17 días después de la aplicación, donde se evidencia el control del patógeno



Figura 31. Control de *Cladosporium* spp 2 días de la aplicación foliar



Figura 32. Control de la infección de *Cladosporium* spp 17 días después de la aplicación.

3.8.3 Retiro y picado de restos de poda

Para el retiro de restos de poda generados (Figura 32) se requiere que en cada línea de cultivo se junte todas las ramas cortadas (Figura 33), posteriormente se reduce el volumen de cada línea con una picadora que tritura todos los restos de poda, de ser necesario realiza dos pasadas por hectárea (Figura 34) para posteriormente son retirados del lote.



Figura 33. Restos de Poda campaña 2020-2021.
Para la reducción del inóculo en campo, se retira los restos de poda del lote antes de iniciar la campaña.



Figura 34. Restos de poda entre las líneas del cultivo.



Figura 35. Picado de restos de poda

Nota: Previo al picado se realiza el retiro de ramas que podrían dañar la picadora.

3.8.4 Retiro de hojas secas

Una vez retirados los restos de poda, se inicia con la labor de limpieza de hojas secas de los caminos y entre las líneas del cultivo, se observa en la Figura 35 y 36 las líneas y caminos limpios después de la labor. En algunos lotes se considera limpiar debajo de las cintas de riego, para esta labor se amarran las cintas de riego a la planta con el fin de facilitar la labor (Figura 37, 38 y 39).



Figura 36. Lote limpio de restos de restos de poda



Figura 37. Limpieza de broza con una rufa enganchado a un tractor



Figura 38. Restos de hojas secas entre las líneas del cultivo.

Nota: Estas hojas secas se acumulan durante la campaña, la limpieza se realiza anualmente.



Figura 39. Restos de hojas secas en los camellones de las líneas del cultivo.

Nota: Estas hojas secas se acumulan durante la campaña, la limpieza se realiza anualmente.



Figura 40. Amarre de cintas de riego a las plantas.

Nota: Para esta limpieza se sujeta las cintas de riego a la planta para poder arrastrar las hojas secas y evitar dañar las mangueras.



Figura 41. Izquierda: Restos de poda. Derecha: Lote limpio de restos de poda.

Nota: Al finalizar esta labor se observa los lotes limpios de restos de poda y hojas secas.

3.9. PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN POR DAÑOS DE *Cladosporium* spp.

Las pérdidas en la campaña 2018-2019 generó pérdidas por la baja la calidad externa del fruto ocasionado por *Cladosporium* spp. (Figura 41).

El total de producción afectada en campo fue de 53.78%. Durante el proceso de empaque se realiza la evaluación de calidad de fruta generando descarte y dentro de este el daño de *Cladosporium* spp. representó el 28.56%.

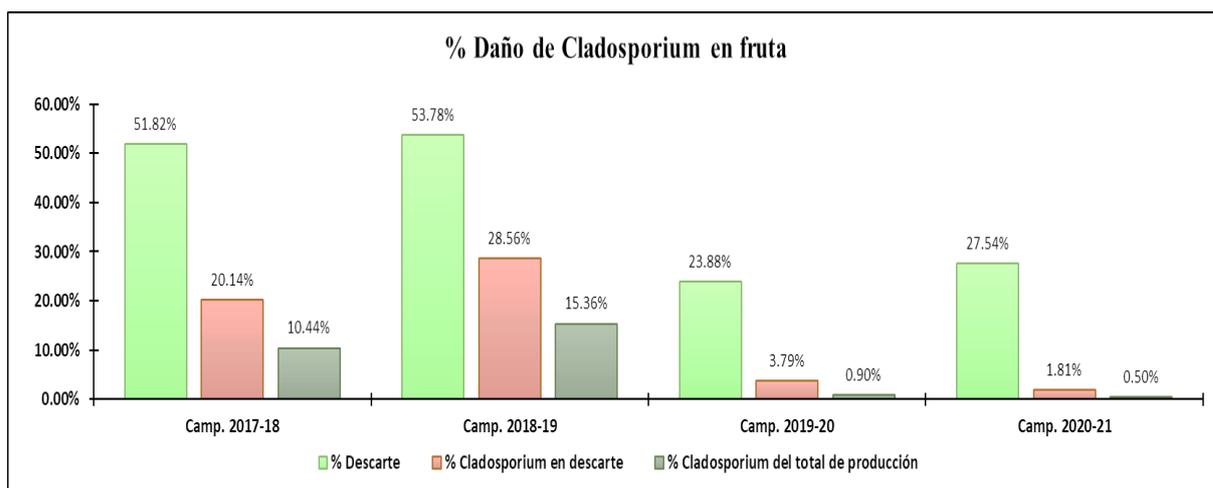


Figura 42. Pérdida de producción por daño de *Cladosporium* spp. 2017-2021.

Los daños observados en la campaña 2018-2019 se observan en la Figura 42, cuando inicia la infección se observa un “polvillo blanco” cerca al pedúnculo de la fruta, posteriormente la fruta se momifica. En la campaña 2020-2021 se registró menor severidad en los frutos, el daño solo se evidencio cerca al pedúnculo ver Figura 43.



Figura 43. Daño de *Cladosporium* spp. en fruta. Campaña 2018-2019.



Figura 44. Daño de *Cladosporium* spp. reপরাতো por packing.
Nota: La campaña 2020-2021 los daños en fruta fueron los más severos

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se implemento metodologías de monitoreo para el control del hongo *Cladosporium* spp. en tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) 'W. Murcott', este monitoreo es por contacto y exposición de medio de cultivo en placas Petri.

La etapa fenológica que presenta mayor riesgo de infección del hongo *Cladosporium* spp. en tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) 'W. Murcott' es la caída fisiológica que comprende en los meses de noviembre – enero, en este periodo se reportada la incidencia del hongo.

La metodología empleada es económica y sencilla que, solo se requiere acondicionar las condiciones propia de la zona a monitorear, que esta influenciada por área, tipo de planta, etc.

V. CONCLUSIONES

Las estrategias implementadas para control del hongo *Cladosporium* spp, empieza por monitoreo por contacto y placa expuesta. Elaboración de grado de severidad de la infección en (G0), (G1) y (G2) siendo el inicio de la enfermedad la presencia de la pulverulencia menor a 1 cm² y síntomas en 50% del fruto respectivamente. Aplicaciones fitosanitarias de aceite parafínico después de la caída fisiológica a dosis de 1% y adicionalmente fermentos enzimáticos de almidón de maíz, al 0.3% en G1.

La principal etapa fenológica que se incrementa el inoculo es crecimiento de fruto diciembre enero (final de primavera e inicio de verano), pero también puede iniciarse culminando la caída fisiología en noviembre-diciembre (final de primavera) en 'W. Murcott', condiciones del distrito del Carmen- Chincha

La evaluación de las estructuras reproductivas de *Cladosporium* spp. se realiza por contacto, utilizando la cinta adhesiva alrededor del pedúnculo, considerando alto cuando los conidios observados al microscopio están presentes en 1 cm² y la técnica de placa expuesta que tiene sustrato el agar de PDA, colocada en plantas marcadas y aprovechando la corriente de aire; siendo el umbral determinado en 20 unidades formadoras de colonias por minuto.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomendará hacer uso de los marcadores moleculares a fin de determinar la especie patogénica que infecta los cítricos en las diferentes zonas del país, estableciendo medidas de control respetuosas del medioambiente.

Las zonas citrícolas se localizan en las tres regiones del país, por lo que se deberá determinar las condiciones agroclimáticas que favorecen la infección mediante imágenes satelitales, utilización de drones y la generación de data que permitirá realizar comparaciones y modelos de proyección.

Se renovará las técnicas empleadas para el monitoreo, utilizando la inteligencia artificial y aplicativos, haciéndola más eficiente en tiempo y costo, esto servirá para mapear las zonas reincidentes llevando un registro e interactuando con los demás factores de producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustí, M., Martínez-Fuentes, A., Mesejos, C., Juan, M. & Almela, V. (2003). Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. *Generalita Valenciana Consellería de Agricultura, pesca y alimentación*. <https://goo.su/1QGAz6F>
- Alonso, S. F. B., & Molina, A. (2020). Behavior of the cultivable airborne mycobiota in air-conditioned environments of three Havanan archives, Cuba. *Journal of Atmospheric Science Research*, 3(1), 16-28. <https://doi.org/10.30564/jasr.v3i1.1910>
- Ávalos, A. & Pérez-Urria, E. (2011). Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología)*, 2(3), 119-145. Metabolismo secundario de plantas | Ávalos García | REDUCA (Biología) (revistareduca.es)
- Balal, R. M., Shahid, M. A., Vincent, C., Zotarelli, L., Liu, G., Mattson, N. S., ... & Garcia-Sanchez, F. (2017). Kinnow mandarin plants grafted on tetraploid rootstocks are more tolerant to Cr-toxicity than those grafted on its diploids one. *Environmental and Experimental Botany*, 140, 8-18.
- Balfagón, D., Terán, F., de Oliveira, T. D. R., Santa-Catarina, C., & Gómez-Cadenas, A. (2021). Citrus rootstocks modify scion antioxidant system under drought and heat stress combination. *Plant Cell Reports*, 41:593-602. <https://doi.org/10.1007/s00299-021-02744-y>
- Bhatia, A., Roberts, P. D., & Timmer, L. W. (2003). Evaluation of the Alter-Rater model for timing of fungicide applications for control of Alternaria brown spot of citrus. *Plant Disease*, 87(9), 1089-1093. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.9.1089>
- Beneitez, O. (2017). Biopesticidas: Tipos y aplicaciones en el control de plagas agrícolas biopesticidas. *Agroproductividad* 10 (3), 31-36. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320744.pdf>

- Bensch, K., Groenewald, J.Z., Dijksterhuis, J., StarinkWillemse, M., Andersen, B., Shin, H-D., Dugan, F.M., Schroers, H.-J., Braun, U. & Crous, P.W. 2010. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidiellaceae, Capnodiales). *Studies in Mycology* 67: 1–94.
- Bensch, K., Braun, U., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2012). The genus *Cladosporium* sp. *Studies in Mycology*, 72, 1–401. <https://doi.org/10.3114/sim0003>
- Cantrell, L., Dayan, E. & Duke, O. (2012). Natural Products As Sources for New Pesticides. *Journal of Natural Products*, 75(6), 1231–1242. <https://doi.org/10.1021/np300024u>
- Castaño, J. (2015). *Principios básicos de hongos fitopatógenos*. Manizales - Colombia Universidad De Caldas <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=earth.xisymethod=postyformato=2ycantidad=1yexpresion=mfn=040758>
- Cavaliere, C., Rea, P., Lynch, E. & Blumenthal, M. (2011). Herbal supplement sales experience slight increase in 2008. *HerbalGram*. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301804360>
- Céspedes, L., Ariza-Castolo, A., Isao Kubo, Ávila, G., Salazar, R., Alarcon, J., Yamaguchi, L. & Aqueveque, P. (2014). Biopesticides from plants: *Calceolaria integrifolia* s.l. *Environmental Research*; Elsevier Inc. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201700109682>
- ComexPerú. (2020). Récord histórico de exportaciones peruanas de cítricos: llegaron a US\$ 258 millones entre enero y agosto. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/record-historico-de-exportaciones-peruanas-decitricos-llegaron-a-us-258-millones-entre-enero-y-agost>
- Cornejo, J., Elfar, K., & Latorre, B. A. (2019). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera pannosa* on Mandarin ‘W. Murcott’ in Chile. *Plant Disease*, 103(10), 2690-2690. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0714-PDN>

- Cronquis, A. (1981). *An integrated system of clasification of flowering plants*. Columbia University, Press New York, 1262 pp.
- Culver G., María de la O. (2015). *Calidad Del Aire Interior. Contaminantes Biológicos (II)*. Tipos de Muestreo. www.insst.es/documents/94886/329558/ntp-1065w.pdf/0542df2c-757a-46b8-b75b-2d0246a156a5
- Da Graça, J., Douhan, G., Halbert, S., Keremane, M., Lee, R., Vidalakis, G., y Zhao, H. (2015). Huanglongbing: An overview of a complex pathosystem ravaging the world's citrus. *Journal of Integrative Plant Biology*, 58(4), 373–387. <https://doi.org/10.1111/jipb.12437>
- De la Rosa, C., Ullán, C., Prieto, P. & Mosso, A. (2000). Calidad microbiológica del aire de una zona limpia en una industria farmacéutica. In *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* 66, 2). <https://goo.su/D87JV>
- Del Carme, Marti. D.C., Alonso, R. & Aubert, A.C. (1998) *NTP 488: Calidad de aire interior: identificación de hongos*. https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_488.pdf/b3aaaa0f-8664-4142-8749-26b0a362c3ed
- Dutt, M., Erpen, L., & Grosser, J. W. (2018). Genetic transformation of the ‘W Murcott’ tangor: comparison between different techniques. *Scientia Horticulturae*, 242, 90-94. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.026>.
- El-Dawy, E., Gherbawy, A., & Hussein, A. (2021). Morphological, molecular characterization, plant pathogenicity and biocontrol of *Cladosporium* sp complex groups associated with faba beans. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93123-w>
- FAO. (2015). Citrus Fruit Statistics. Roma, Italia. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i5558e.pdf>
- FAOSTAT. (2021). Fao.org. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV/visualize>

- Ferrer, C., Martiz, J., Saa, S., & Cautín, R. (2017). Increase in final fruit size of tangor (*Citrus reticulata* × *C. sinensis*) cv. W. Murcott by application of benzyladenine to flowers. *Scientia Horticulturae*, 223, 38-43. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.030>
- Gahukar, T. (2014). Factors affecting content and bioefficacy of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) phytochemicals used in agricultural pest control: A review. *Crop Protection*, 62, 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.04.014>
- Gakuya, W., Itonga, M., Mbaria, M., Muthee, K., & Musau, K. (2013). Ethnobotanical survey of biopesticides and other medicinal plants traditionally used in Meru central district of Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 145(2), 547–553. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.11.028>
- Gan, H., & Wickings, K. (2017). Soil ecological responses to pest management in golf turf vary with management intensity, pesticide identity, and application program. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 246, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.014>
- García-Camarillo, E., Quezada-Viay, Y., Moreno-Lara, J., Sánchez-Hernández, G., Moreno-Martínez, E., & Pérez-Reyes, M. (2006). Actividad antifúngica de los aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y orégano (*Origanum vulgare* L.), y sus efectos sobre la concentración de aflatoxinas en nueces pecanas [*Carya illinoensis* (FA Wangerh) K. Koch]. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 24 (1), 8-12.
- Grafton-Cardwell, E. E., Stelinski, L. L., & Stansly, P. A. (2013). Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens. *Annual Review of Entomology*, 58, 413-432. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153542>
- Hamayun, M., Afzal Khan, S., Ahmad, N., Tang, D.-S., Kang, S.-M., Na, C.-I., Sohn, E.-Y., Hwang, Y.-H., Shin, D.-H., Lee, B.-H., Kim, J.-G., & Lee, I.-J. (2009). *Cladosporium sphaerospermum* as a new plant growth-promoting endophyte from the roots of *Glycine max* (L.) Merr. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(4), 627–632. <https://doi.org/10.1007/s11274-009-9982-9>

- Heuchert, B., & Braun, U. (2006). On some dematiaceous lichenicolous hyphomycetes. *Herzogia*, 19, 11–21. https://blamb.de/images/Herzogia_19/H19-Heuchert-Braun.pdf
- Jiménez R. y Zamora, V. (2010). Principales cultivos y patrones utilizados en la citricultura. Instituto de investigaciones en fruticultura tropical. <http://riacnet.net/wpcontent/uploads/2014/11/Conf-1-Cultivos.pdf>
- Kaur, S. (2022). Effect of Different Treatments on Shelf Life of Mandarin cv. W. Murcott during Ambient Storage. *International Journal of Agriculture Sciences* 14(12): 12002-12005. ISSN, 0975-3710.
- Kreisel, 1971 Kreisel, H. (1971). Clave y catálogo de los hongos fitopatógenos de Cuba. *Univ. de la Habana, Cienc. Bio. Ser. 4*, 20, 1-104.
- Leahy, J., Mendelsohn, M., Kough, J., Jones, R. & Berckes, N. (2014). Supervisión y registro de biopesticidas en la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. Bioplaguicidas: estado del arte y oportunidades futuras, 3-18. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2014-1172.ch001>
- Mamun, MSA y M. Ahmed. 2011. Perspectivas de los extractos de plantas autóctonas en el manejo de plagas del té. En t. J. Agr. Res. Innovación. Tecnología. 1(1-2): 16-23.
- Martini, X., & Andersen, P. (2018). Cold hardy citrus for north Florida. *Citrus Ind.* <http://citrusindustry.net/2018/06/21/cold-hardy-citrus-North-Florida/>. Accessed, 14.
- Mesa, V. A. M., Marín, P., Ocampo, O., Calle, J., & Monsalve, Z. (2019). Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 45(1), 23-30. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142019000100023&script=sci_arttext

- Morales, L. L., Margarit, E., Bello, F., Vázquez, D., Podestá, F., & Tripodi, K. E. (2023). Heat Treatment Conditioning Differentially Affects the Fruit Quality and the Carbohydrate Metabolism During Postharvest of Two Tangor (*Citrus reticulata* Blanco) Cultivars: ‘Murcott’ and ‘W-Murcott’. *Citrus Reticulata*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4634197> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4634197>
- Moreira, A. C. P., Lima, E. D. O., Souza, E. L. D., Van Dingenen, M. A., & Trajano, V. N. (2007). Inhibitory effect of *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae) essential oil and beta-pinene on the growth of dematiaceous moulds. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38, 33-38.
- Nicetic O, Watson, M., & Beattie, C. (2002). Control of powdery mildew on tomato with horticultural mineral oil. ResearchGate; unknown. <https://goo.su/pZbFU>
- Orduz-Rodríguez, J. & Mateus, D. (2012). Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo. En Colombia en Garcés, L., Corporación Universitaria Lasallista (Ed.). *Cítricos: cultivo, post cosecha e industrialización*, 49-88. <Http://hdl.handle.net/20.500.12324/13022>
- Pardo, K., Arenas, J., Gómez, M., Lora, M., & Gómez, E. (2011). Determinación de la actividad antifúngica de extractos de *Lantana camara* frente a *Candida* spp. *Infection*, 235–242. [https://doi.org/10.1016/s0123-9392\(11\)70737-8](https://doi.org/10.1016/s0123-9392(11)70737-8)
- Pérez, I., & Caridad, K. (2019). Physiological aspects of the *Cladosporium* genus from the perspective of its pathogenic, phytopathogenic and biodeteriorant attributes. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 7(1), 10. <http://www.rccb.uh.cu/index.php/RCCB/article/view/255/331>
- Pro Citrus. (2019). Guia de recomendaciones para el manejo integrado de *Cladosporium* spp “Moho pulverulento” en los cítricos. <WWW.procitrus.org>. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.procitrus.org/img-apps/info-notas/infonotas-1612278918.pdf>. 2021.

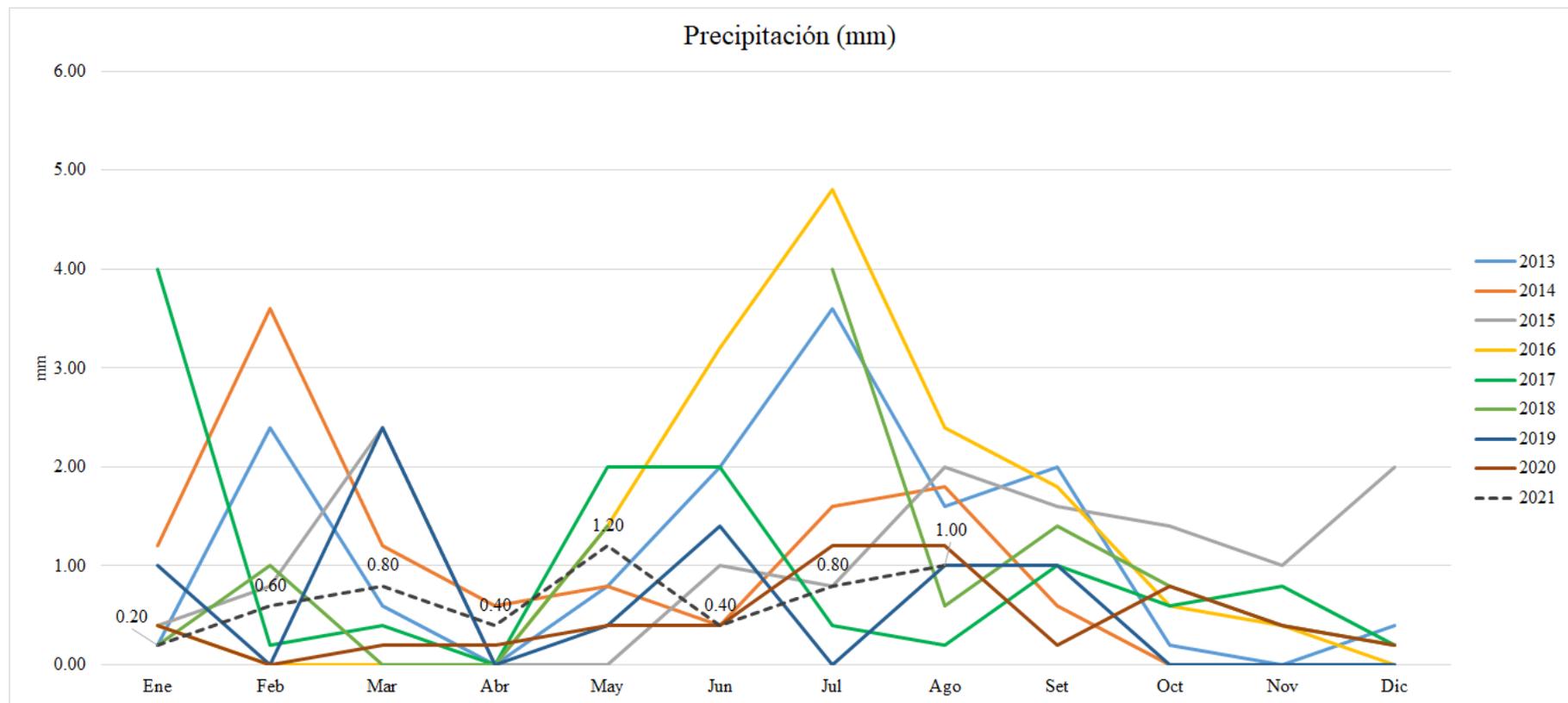
- Ramírez, I. P., & Espinosa, K. C. S. (2019). Aspectos fisiológicos del género *Cladosporium* desde la perspectiva de sus atributos patogénicos, fitopatogénicos y biodeteriorantes. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 7(1)
<https://goo.su/CzP1X0V>
- Ramos-García, B., Shagarodsky, T., Sandoval-Denis, M., Ortiz, Y., Malosso, E., Costa, P. M., ... & Castaneda-Ruiz, R. F. (2016). Morphology and phylogeny of *Cladosporium subuliforme*, causing yellow leaf spot of pepper in Cuba. *Mycotaxon*, 131(3), 693-702.
- Récord histórico de exportaciones peruanas de cítricos: llegaron a \$ 258 millones entre enero y agosto. (2020). comex - Sociedad de Comercio Exterior Del Perú.
<https://www.comexperu.org.pe/articulo/record-historico-de-exportaciones-peruanas-de-citricos-llegaron-a-us-258-millones-entre-enero-y-agosto>
- Red Agrícola Perú (4 de febrero de 2021). Cítricos: los grandes beneficiados con la pandemia. Recuperado de <https://www.redagricola.com/pe/citricos-los-grandes-beneficiados-con-la-pandemia/>
- Red agrícola Perú (2021, febrero 18). Cítricos: los grandes beneficiados con la pandemia - Red agrícola Perú. <https://www.redagricola.com/pe/citricos-los-grandes-beneficiados-con-la-pandemia/>
- Rojas, J., García, M. & López, J. (2005). Evaluación de dos metodologías para determinar la actividad antimicrobiana de plantas medicinales. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 4(2), 28-32.
<https://www.redalyc.org/pdf/856/85640204.pdf>
- SENASA. (2021). Producción de cítricos en Ica conquistó mercados internacionales - SENASA al día. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/produccion-de-citricos-en-ica-conquisto-mercados-internacionales/>
- Shahzad, F., Vashisth, T., Ritenour, M. A., & Brecht, J. K. (2023). Huanglongbing disease symptoms and the postharvest quality of 'LB8-9'(Sugar Belle®) and 'Tango' mandarins as affected by ethylene treatment. *Scientia Horticulturae*, 310, 111766.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111766>

- Siebert, T., Krueger, R., Kahn, T., Bash, J. & Vidalakis, G. (2010). Descriptions of new varieties recently distributed from the Citrus Clonal Protection Program. *Citograph* 1(2), 20-26. <https://goo.su/wKJUdz>
- Singh, D. (2014). *Advances in Plant Biopesticides*. Springer India. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2006-0>
- Soler G. & Soler J. (2016). Origen geográfico de los cítricos. Ilust color. Cítricos, variedades y técnicas del cultivo. 257-261. <http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/6998>
- Tran, N. T., Miles, A. K., Smith, M. W., Dietzgen, R. G., & Drenth, A. (2018). Pathogenicity of *Phyllosticta citricarpa* Ascospores on *Citrus* spp. *Plant disease*, 102(7), 1386-1393. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-17-1331-RE>
- Vidal, E., Martínez, M., Bertolini, E. & Moreno, A. (2012). Aceites minerales para el control de virus de vegetales. Aplicación a Plum virus en viveros. <https://goo.su/wKJUdz>
- Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. & Martínez-Escudero, E. (2014). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194–205. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>
- Wang, H. C., Wang, J., Li, W. H., Huang, Y. F., Xia, H. Q., Wang, M. S., ... & Zhang, C. Q. (2014). *Cladosporium cladosporioides* identified in China on tobacco seeds. *Plant Disease*, 98(7), 1002-1002. doi.org/10.1094/PDIS-12-13-1203-PDN
- Wu, G., Terol, J., Ibanez, V., López-García, A., Pérez-Román, E., Borredá, C., Domingo, C., Tadeo, F., Carbonell-Caballero, J., Alonso, R., Curk, F., Du, D., Ollitrault, P., Roose, M., Dopazo, J., Gmitter, F., Rokhsar, D. & Talon, M. (2018). Genomics of the origin and evolution of Citrus. *Nature* 554, 311–316. <https://doi.org/10.1038/nature25447>
- Zekri, M. (2016). The Critical Importance of Citrus Tree Nutrition: By Mongi Zekri. AgNet Media

Zhu, Y. (2018). Genomic Differences Between 'W. Murcott' Mandarin and Its Mutational Derivative Tango (Doctoral dissertation, UC Riverside).

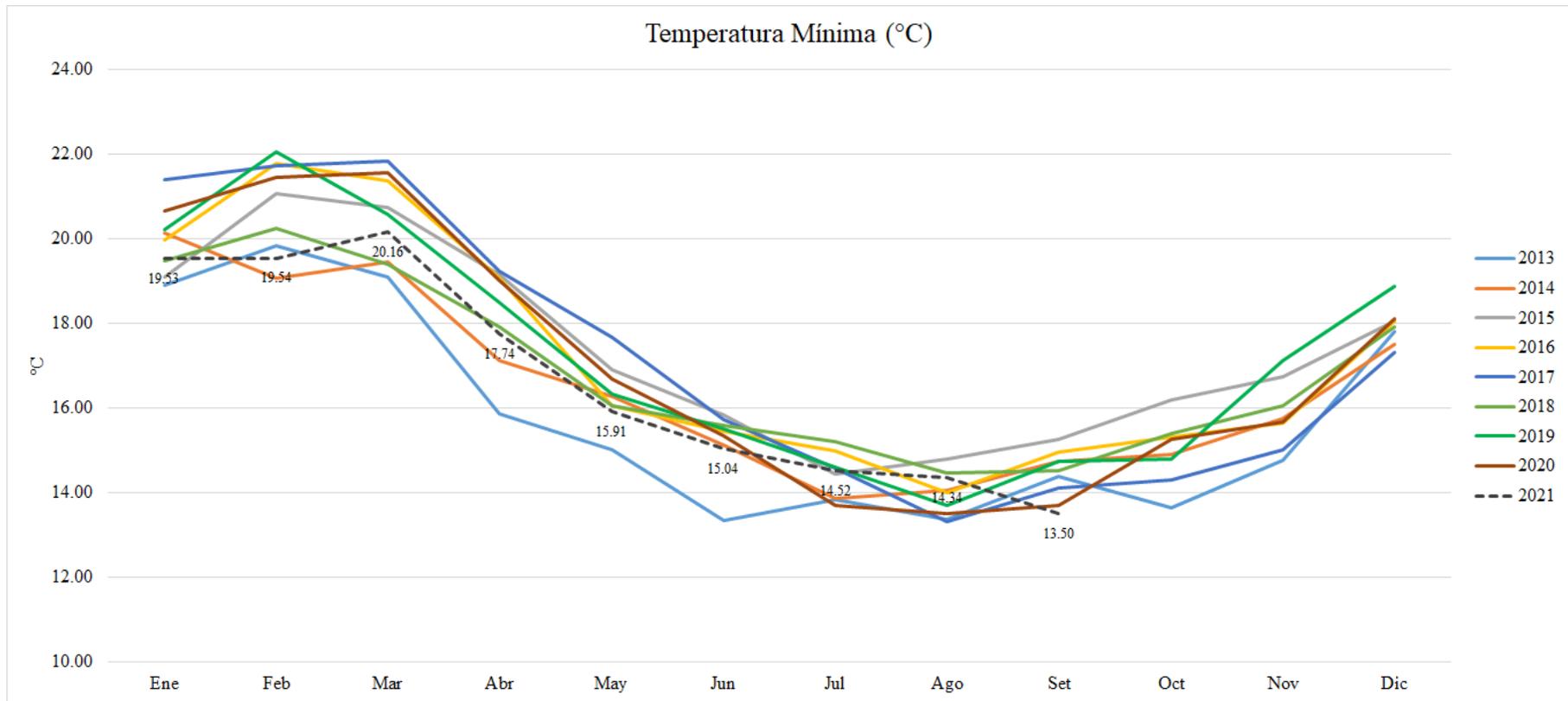
ANEXOS

Anexo 1. Variación de precipitación anual durante los años 2013 al 2021.



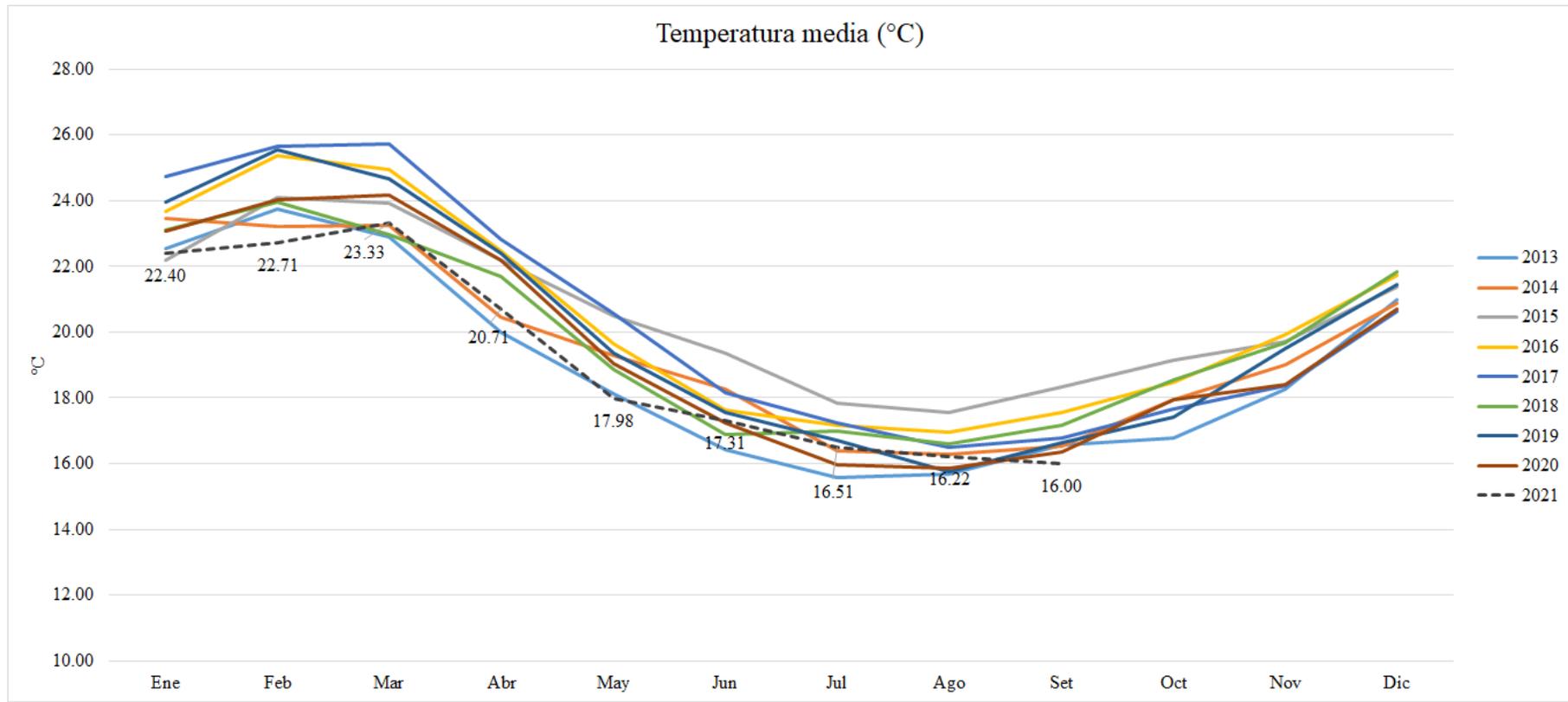
Fuente: Estación meteorológica San Pedro

Anexo 2. Variación de la temperatura mínima durante los años 2013 al 2021.



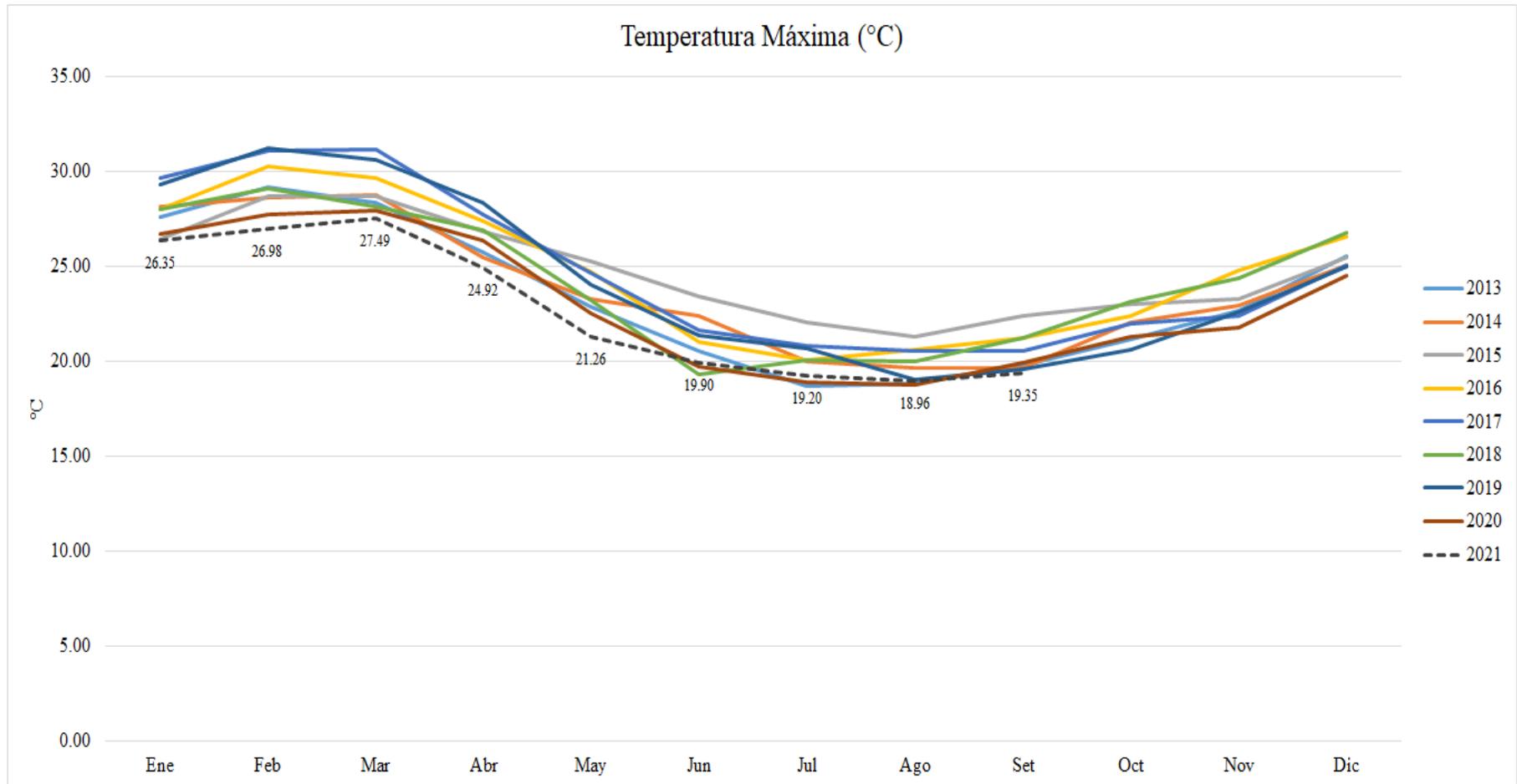
Fuente: Estación meteorológica inalámbrica DAVIS

Anexo 3. Variación de la temperatura media durante los años 2013 al 2021.



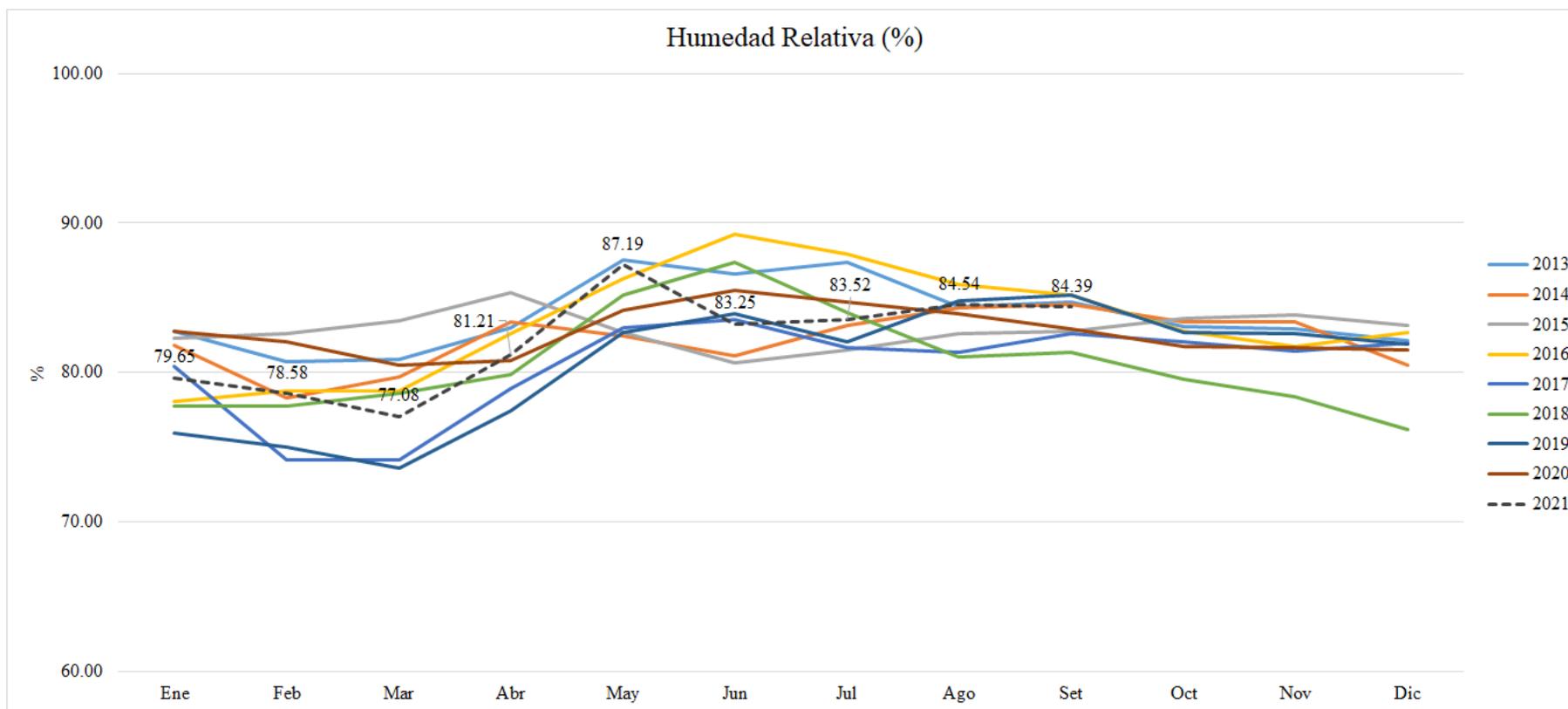
Fuente: Estación meteorológica inalámbrica DAVIS

Anexo 4. Variación de la temperatura máxima durante los años 2013 al 2021.



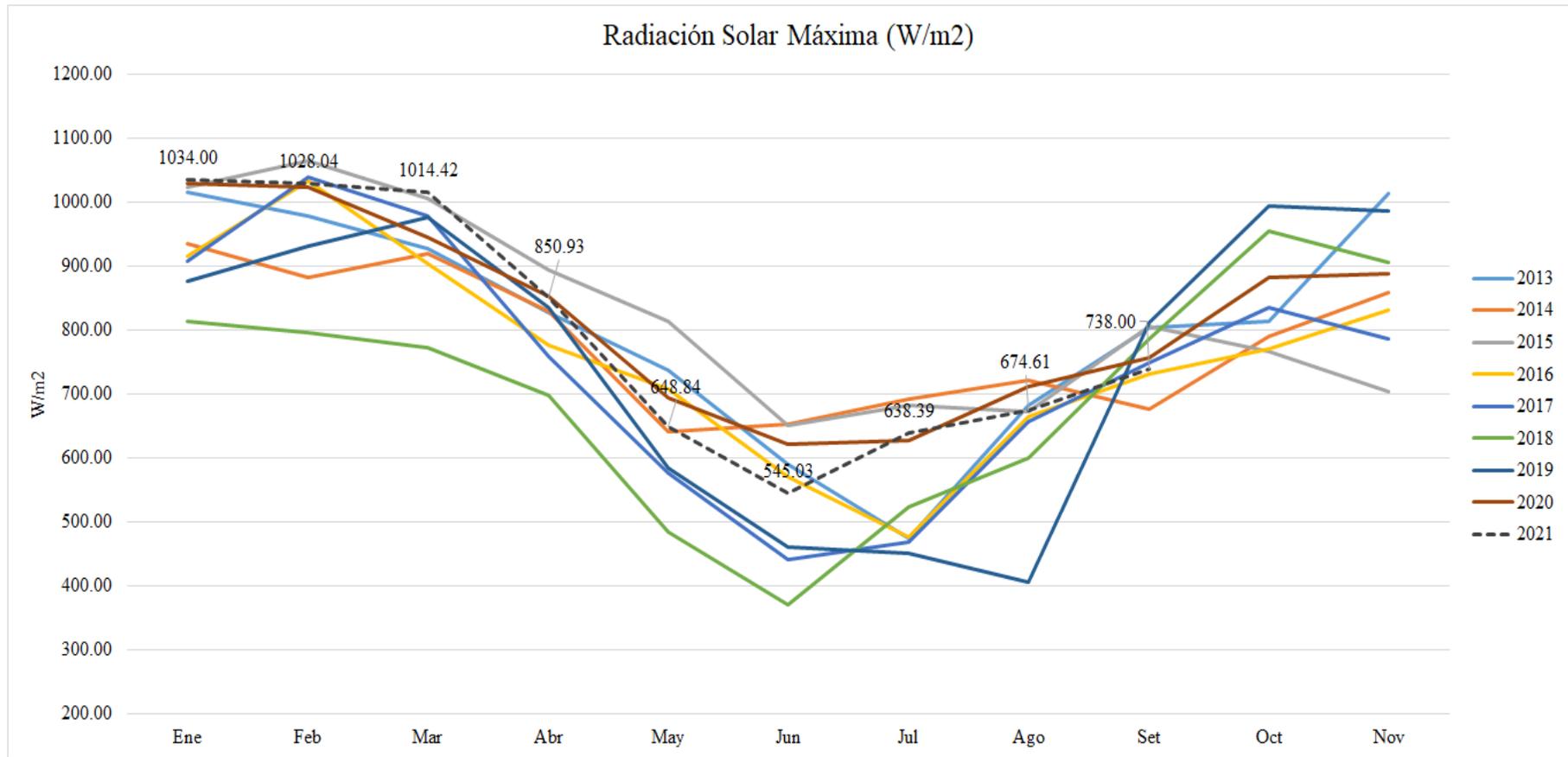
Fuente: Estación meteorológica inalámbrica DAVIS

Anexo 5. Variación de la humedad relativa durante los años 2013 al 2021.



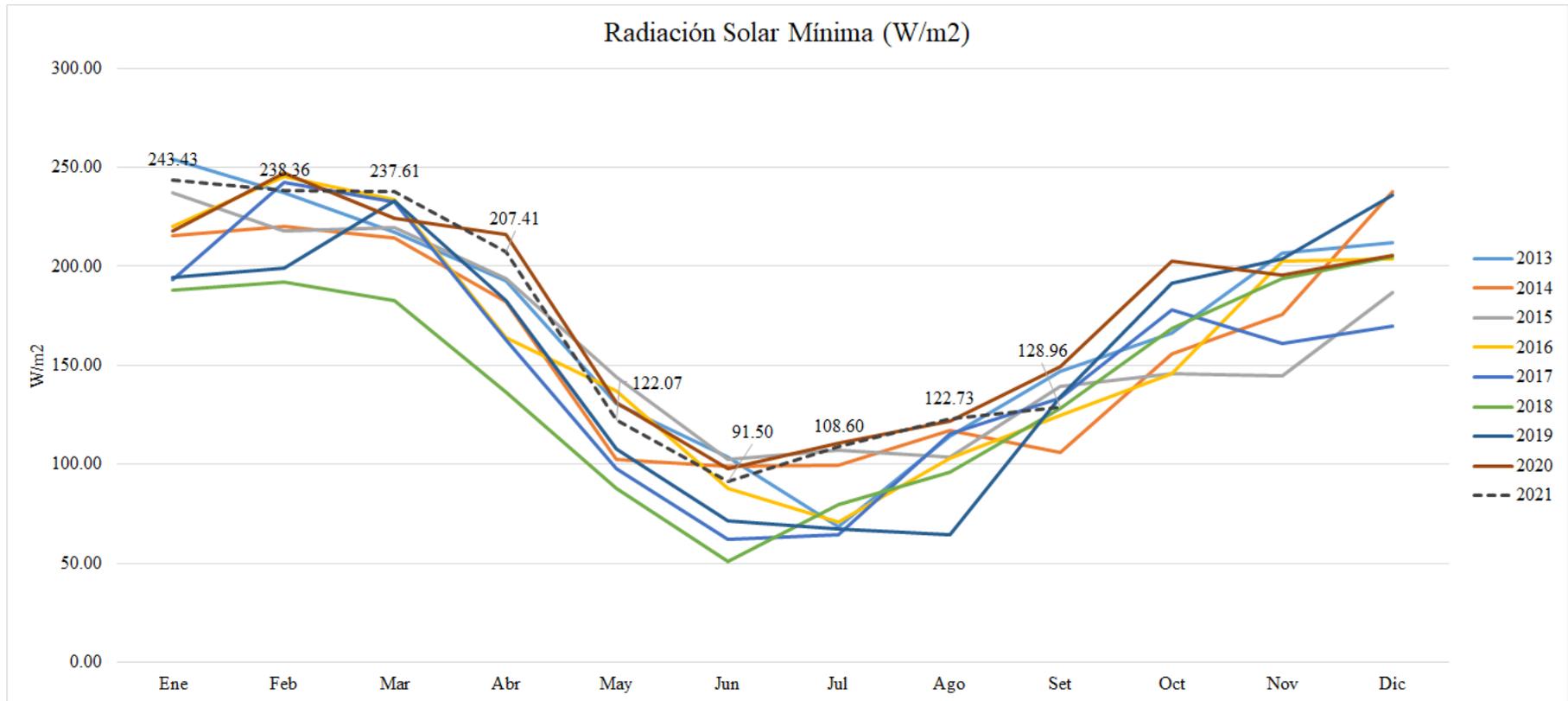
Fuente: Estación meteorológica inalámbrica DAVIS

Anexo 6. Variación solar máxima durante los años 2013 al 2021.



Fuente: Estación meteorológica inalámbrica DAVIS

Anexo 7. Variación de la radiación solar mínima durante los años 2013 al 2021.



Fuente: Estación meteorológica inalámbrica DAVIS

Anexo 8. Resultados del laboratorio Fitolab.

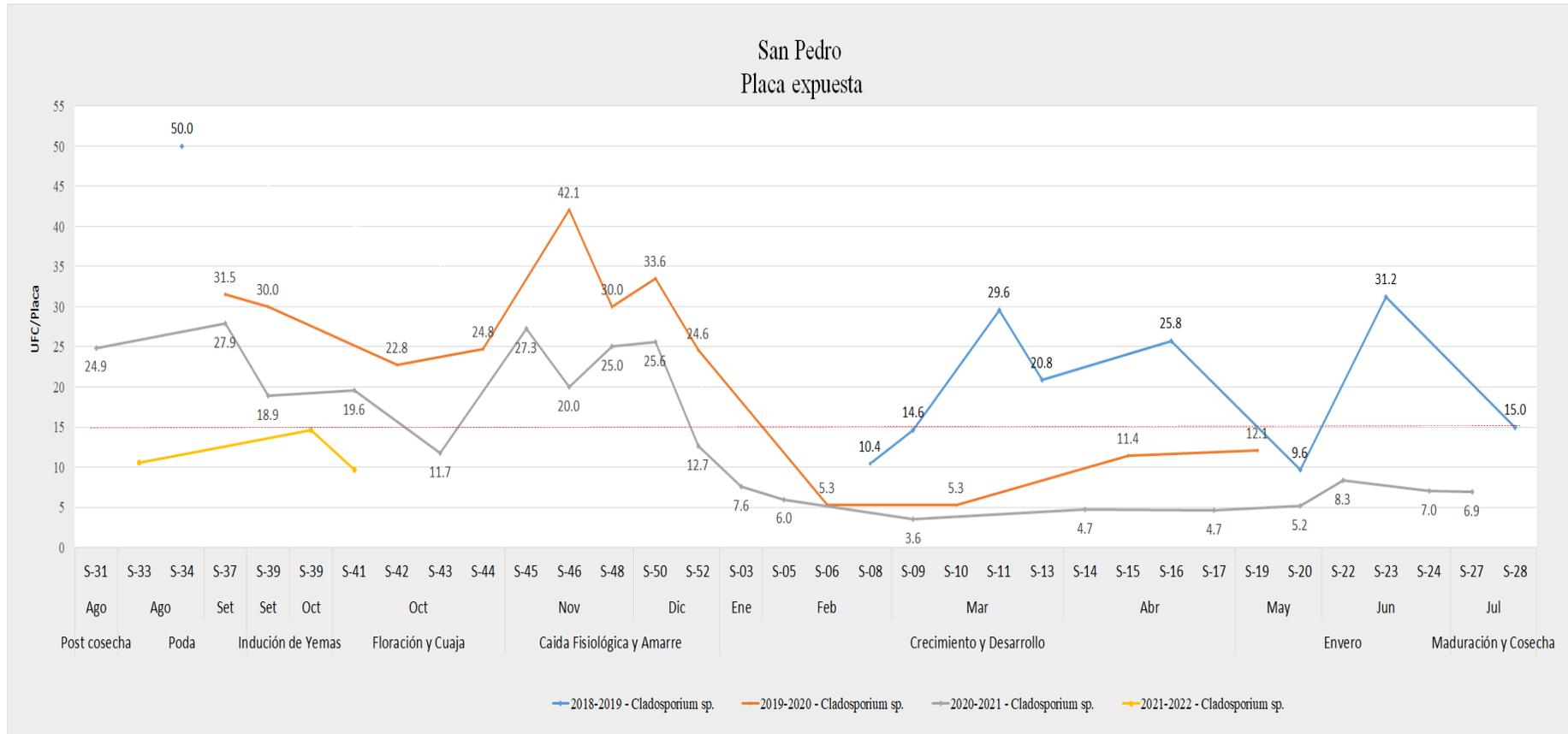
Lote	Zona en planta	P. cardinales	Muestra	Resultado	
				# UFC	Fitopatógenas
Válvula 5	Alto	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	2 ^y	1 ^z
	Medio	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	3	1
	Interno	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	1	1
Válvula 5.2	Medio	O	10 ³	--	--
			10 ⁴	2	1
	Alto	O	10 ³	--	--
			10 ⁴	2	1
	Interna	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	--	--
Válvula 6.1	Medio	O	10 ³	--	--
			10 ⁴	1	--
	Alta	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	1	1
	Interna	E	10 ³	2	1
			10 ⁴	--	--
Válvula 6.2	Medio	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	1	1
	Alto	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	2	1
	Interna	E	10 ³	--	--
			10 ⁴	2	2

^y cada valor hace referencia al número total de UFC/mL de especies en general de *Cladosporium*. ^z Los valores hacen referencia al número de UFC/mL de *Cladosporium perangustum*, especie patógena asociada a infecciones en frutos de mandarina en campo.

Dirección: Fonavi La Angostura I etapa Mz. C- Lt. 27, Ica – Perú. Teléfono: 945388872. Correo: diagnosticofitolab@outlook.es.

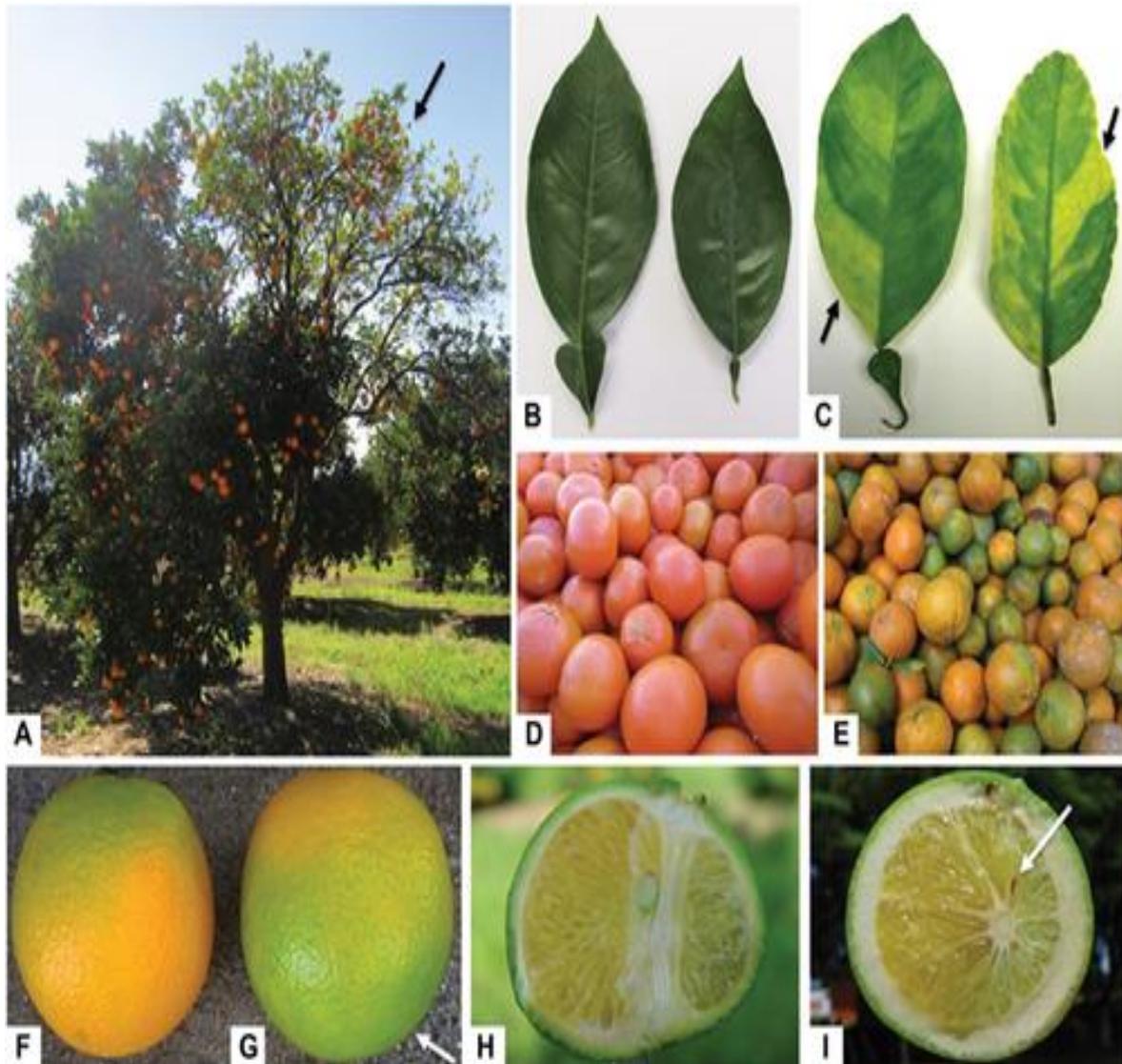
Nota: Se seleccionó fruta previamente para evaluar con el método del encintado y poder validar la presencia de *Cladosporium* spp en las frutas con 50% de conidios activas.

Anexo 9. Evaluaciones por la técnica de placa expuesta del año 2018 hasta el 2020.



Nota: Las evaluaciones realizadas con la técnica de la placa expuesta muestran que los valores más altos son los meses de noviembre, diciembre y enero. En esos meses superó 15 ufc/placa.

Anexo 10. Síntomas de la enfermedad en los cítricos Huanglongbing (HLB).



Fuente: da Graça, J.,2013.

Nota: A: Brote amarillo. B: Hojas sin síntomas de HLB. C: Moteado en hojas. D: Fruto sin síntomas E: Enverdecimiento de los frutos. F: Maduración normal del fruto. G: Inversión de color en la maduración de frutos. H: Fruto ladeado. I: Fruto ladeado y aborto de semillas.