

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**“PATOGENESIS DE *Cephaleuros virescens* Kunze, EN
PALTOS (*Persea americana* Mill.)”**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la Bachiller:

KARIM GIANELLA CÓRDOVA OBESO

Asesor:

Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ

CAJAMARCA- PERÚ

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Karim Gianella Córdova Obeso
DNI: 73064595
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:**
Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "PATOGÉNESIS DE *Cephaleuros virescens* Kunze, EN PALTOS (*Persea americana* Mill.)"
7. **Fecha de evaluación:** 17/03/2026
8. **Software antiplagio:** ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 7%
10. **Código Documento:** oid: 3117:568481982
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 7%
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 18/03/2026

Firma y/o Sello Emisor Constancia
 Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez DNI: 26714181

** En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cuatro días del mes de marzo del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 166-2026-FCA-UNC**, de fecha 09 de febrero del 2026, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**PATOGÉNESIS DE *Cephaleuros virescens* Kunze, EN PALTOS (*Persea americana* Mill.)**", realizada por la Bachiller **KARIM GIANELLA CÓRDOVA OBESO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las nueve horas y veinte minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diez horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Ing. Alonso Vela Ahumada
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Alfredo Quispe Urteaga
SECRETARIO


Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL


Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida, salud, fuerzas, empeño y la sabiduría para el desarrollo de este proyecto, por guiar mis pasos por el camino del bien por su infinito amor y bondad por las pruebas que pones, para mejorar como ser humano y así crecer de diversas maneras.

A mi mamita Arsenia, a ti madre por tu inmenso amor, mi primer motor y motivo para salir adelante; por inculcarme el estudio, el trabajo y ser una mujer de bien para la sociedad; por siempre estar tras mis pasos, por todo su sacrificio para llegar hasta aquí. Gracias madre de mi vida. Un beso y un abrazo al cielo. Hoy puedo decirte: ¡Lo logramos!

A mi hija Anela, por enseñarme lo fuerte que puedo llegar a ser, por enseñarme el amor más puro del mundo. Este logro también es tuyo ya que acompañaste a mamá en cada pequeño paso que dio. Y todo logró que mamá tenga es por ti y para ti.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDOÑEZ, por ser mi maestro, mi guía, mi amigo, por compartir sus grandes conocimientos con mi persona y por ser una persona íntegra, digna de admirar. ¡GRACIAS MAESTRO!

A mi mamita Arsenia García Horna quien siempre tuvo fe en mí. A mi padre Bernardino Córdova Cuenca por brindarme los recursos necesarios, los buenos consejos y su gran amor. A mi madre Cristina Consuelo Obeso García por darme la vida y amor incondicional. A mis tíos Orlando y Jaime por ser mis segundos padres y guiarme por el buen camino.

A los docentes de la facultad ciencias agrarias, por compartir sus conocimientos y experiencias necesarios para mi formación profesional.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación del problema.....	1
1.2 Problema de investigación.	2
1.3 OBJETIVO.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Bases Teóricas.....	6
2.2.1 Clasificación taxonómica de Cephaleuros virescens.	6
2.2.2 Clasificación taxonómica del palto (Persea americana).	6
2.2.3 Morfología Cephaleuros virescens.	6
2.2.4 Síntomas del alga Cephaleuros virescens en hojas de palto.	8
2.2.5 Control Cephaleuros virescens.	9
2.2.6 Origen del palto.....	10
2.2.7 Nombres comunes del palto.....	10
2.2.8 Descripción botánica.....	10
2.2.9 Variedades de palto en el Perú.....	13
2.2.10 El palto en Perú.....	13
2.2.11 Diagnóstico fitopatológico	14
2.3 Definición de términos básicos	14

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Ubicación de la zona de estudio	17
3.2 Materiales	18
3.2.1 Material biológico	18
3.2.2 Material de campo.....	18
3.2.3 Equipo y material de laboratorio.....	19
3.2.4 Otros materiales:	19
3.3 Metodología	19
3.3.1 Selección de muestras en campo.....	19
3.3.2 Transporte de muestras.	19
3.3.3 Trabajo en laboratorio.....	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	22
4.1 Morfología de <i>Cephaleuros virescens</i>	22
4.2 Signo de <i>Cephaleuros virescens</i>	23
4.3 Patogénesis de <i>Cephaleuros virescens</i> en hojas de palto (<i>Persea americana</i>).	23
4.4 Defensa de las plantas ante la infección.....	29
4.5 Incidencia y severidad de <i>Cephaleuros virescens</i> en los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena.	30
4.5.1 Incidencia de <i>Cephaleuros virescens</i> en los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena.	30
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
5.1 Conclusiones	33
5.2 Recomendaciones.....	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

APÉNDICE.....	41
---------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Condiciones meteorológicas y coordenadas geográficas de las zonas de estudio</i>	17
Tabla 2	<i>Escala de evaluación de C. virescens en Persea americana</i>	21
Tabla 3	<i>Intensidad de Cephaleuros virescens en el distrito de Jesús</i>	31
Tabla 4	<i>Intensidad de Cephaleuros virescens en el distrito de San Juan</i>	31
Tabla 5	<i>Intensidad de Cephaleuros virescens en el distrito de Magdalena.</i>	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Partes anatómicas de la hoja de Persea americana.</i>	11
Figura 2	<i>Tejidos y organización histológica de una hoja dicotiledónea.</i>	12
Figura 3	<i>Vista satelital de las zonas de estudio.</i>	17
Figura 4	<i>Ubicación política del distrito de Magdalena, San Juan y Jesús.</i>	18
Figura 5	<i>Mancha algal y estructuras de Cephaleuros virescens.</i>	22
Figura 6	<i>Colonias de Cephaleuros virescens en el has de hojas de palto.</i>	23
Figura 7	<i>Corte longitudinal de área infectada por Cephaleuros virescens en una hoja de palto.</i>	24
Figura 8	<i>Células de la epidermis de una hoja de palto afectadas por Cephaleuros virescens.</i>	25
Figura 9	<i>Corte transversal de una porción de hoja infectada por Cephaleuros virescens.</i>	26
Figura 10	<i>Células muertas de la epidermis por efectos de Chepaleuros virescens.</i>	26
Figura 11	<i>Células del mesófilo necrosadas por Chepaleuros virescens.</i>	27
Figura 12	<i>Mancha foliar causada por Chepaleuros virescens.</i>	28
Figura 13	<i>Células del envés necrosadas por Chepaleuros virescens.</i>	28
Figura 14	<i>Análisis de hojas caídas infectadas por Chepaleuros virescens.</i>	29
Figura 15	<i>Hoja con un alto grado de infección por Cephaleuros virescens.</i>	29

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la patogénesis de *Cephaleuros virescens*, en el follaje de paltos (*Persea americana* Mill), de los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena. Para lo cual en el laboratorio de Fitopatología de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca se realizaron cortes micrométricos, longitudinales y transversales de las porciones de hojas infectadas por el alga fitopatógena para ser observadas al microscopio. Concluida la investigación se determinó que las manchas algales se diferencian desde 1 - 20 mm de diámetro, signo que con humedad relativa superior al 80 % se muestran pigmentadas de anaranjado a verde. El alga una vez diferenciada en la superficie axial de la hoja presenta cuatro estructuras de anclaje denominadas rizoides los que hacen la función de raíz, penetrando secuencialmente las células que conforman epidermis, parénquima en empalizada, parénquima esponjoso llegando a comprometer hasta la epidermis inferior. Como consecuencia de la alimentación el alga genera toxinas que se difunden en las células del parénquima foliar pigmentándose de amarillo seguida de necrosis de color oscuro por presencia de melanina. Las células muertas del hospedero solamente se aprecian en el área que ocupa la colonia algal.

Palabras clave: Patogénesis, *Cephaleurus virescens* y *Persea americana*.

ABSTRACT

This research aimed to determine the pathogenesis of *Cephaleuros virescens* on the foliage of avocado trees (*Persea americana* Mill) in the districts of Jesús, San Juan, and Magdalena. Longitudinal and transverse micrometric sections of leaf portions colonized by the phytopathogenic alga were prepared in the Phytopathology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences at the National University of Cajamarca for microscopic examination. The research revealed that the algal spots ranged from 1 to 20 mm in diameter, and that at relative humidity above 80%, they exhibited pigmentation ranging from orange to green. Once differentiated on the axial surface of the leaf, the alga presented four anchoring structures called rhizoids, which functioned as roots, sequentially penetrating the cells of the epidermis, palisade parenchyma, and spongy parenchyma, eventually reaching the lower epidermis. As a result of feeding, the algae produce toxins that diffuse into the cells of the leaf parenchyma, causing them to turn yellow followed by dark-colored necrosis due to the presence of melanin. Dead host cells are only visible in the area occupied by the algal colony.

Keywords: Pathogenesis, *Cephaleurus virescens* and *Persea americana*.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los valles interandinos de Cajamarca, el cultivo de palto (*Persea americana* Mill.) se ha incrementado considerablemente, debido a que es un frutal que se adapta bien a las condiciones ambientales de estos lugares; con temperatura promedio de 14.5°C y humedad relativa superior a 59%, en los meses de estiaje y en periodos de precipitación superan el 80%; humedad y temperatura favorables para este frutal.

A medida que se está incrementando este cultivo, ocurre la manifestación de sus diferentes enemigos naturales, destacando entre estos, insectos plaga, fitoenfermedades de diferente etiología, así como la presencia de un alga fitopatógena, científicamente conocida como *Cephaleuros virescens* Kunze.

Las plantaciones de palto en sus diferentes estados fenológicos de los distritos de Jesús, Magdalena y San Juan, están presentando lesiones circulares de color marrón rojizo, en las hojas del tercio inferior de la planta.

De este patógeno no tenemos información del proceso de patogénesis, por eso organizamos desarrollar el presente trabajo de investigación; teniendo como principio básico de generar el conocimiento del proceso de patogénesis y como repercute en la producción y productividad.

1.1 Justificación del problema.

Las hojas del tercio inferior de los paltos en producción, ubicados en tres distritos de la provincia de Cajamarca, están siendo afectadas por el alga *Cephaleuros virescens*; patógeno que crece y desarrolla específicamente en la superficie axial de las hojas, formando colonias circulares de diferente magnitud; causando necrosis a los tejidos que conforman el parénquima foliar, tanto del has como envés; de esta manera el área fotosintética se reduce, afectando la producción de fotosintatos en desmedro de las diferentes cadenas fisiológicas de las plantas.

Teniendo conocimiento que *C. virescens*, está presente en hojas de plantones en campo definitivo, plantas jóvenes y plantas en producción; creímos por conveniente realizar la presente investigación, con el propósito de determinar el proceso de la patogénesis del alga patógena en palto.

1.2 Problema de investigación.

La presencia de *Cephaleuros virescens* Kunze, en el follaje de palto (*Persea americana* Mill.), causa necrosis y defoliación.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 *Objetivo general*

Determinar el proceso de patogénesis de *Cephaleuros virescens*, en el follaje del palto (*Persea americana* Mill), en tres distritos de la provincia de Cajamarca.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Huang et al, (2023). Reportaron por primera vez *Cephaleuros virescens* en Taiwán en 1952, afectando hojas de cítricos. Pitaloka et al. (2014) en Tailandia reportaron infecciones de *C. virescens* en arboles de Durio o Durian (*Durio zibethinus* L), indicando que las infestaciones ocurren principalmente en regiones tropicales y subtropicales. En Cuba, principalmente en las provincias de Cienfuegos, el alga afecta ramas de lima persa (*Citrus aurantifolia* Swing), causando hasta un 28,4% de merma en el rendimiento. Las plantas que mostraron 10% de intensidad de ataque del alga, reducen el rendimiento hasta un 13,74 kg/planta; representando un 21,8% de pérdida (Rivero y Castellanos,2004). En Brasil, Marlatt & Alfieri (1981) mencionan que el género *Cephaleuros* afecta a 448 especies diferentes de plantas, destacando frutales susceptibles como: mango, caqui, palto, guayabo, azufaifo, níspero del Japón, manzano y todos los cítricos y en los ornamentales adelfa, hiedra, enebro, tomillo, magnolia, los ficus, aligustre, el plátano de sombra, zarzamora y el jazmín.

Huang et al (2023), realizaron un estudio en Taiwan donde analizaron la correspondencia entre los tipos de invasión de *Cephaleuros* y sus respectivos hospederos considerando la filogenia de cada especie de alga, para confirmar ¿Qué tipo de alga es?, debido a que existen 140 géneros vegetales como hospedantes del alga del género *Cephaleuros*, predominando *Cephaleuros virescens*, y *Cephaleuros parasiticus* se presenta con menor frecuencia. En el proceso del estudio realizaron observaciones micro anatómicas de las estructuras de invasión y seguido del estudio molecular para comparar las secuencias de ARNr obtenidas a partir de una misma lesión algal o de cultivos. La investigación demostró que una misma hoja puede albergar simultáneamente distintos clados del género *Cephaleuros*. Con esta investigación se confirmó que el patrón de invasión del hospedante constituye un rasgo conservado a nivel filogenético, las especies con crecimiento subcuticular fueron las más

frecuentes y procedían de linajes diversos, mientras que aquellas con desarrollo intercelular fueron menos comunes y mostraron una evolución más estrecha. A través de esta investigación se identificaron 16 nuevos hospedantes para *Cephaleuros virescens* y ocho de *Cephaleuros parasiticus*. Además, se detectaron al menos nueve posibles especies adicionales de *Cephaleuros* basadas en la conformación de clados distintos.

Suto et al. (2014), en la India realizaron un trabajo de investigación, de comparación morfológica y patogénica de las especies *Cephaleuros parasiticus* y *Cephaleuros virescens*, que afectan vegetales en Kerala y Tamil Nadu. Determinando, que los talos de *Cephaleuros parasiticus*, crecen subepidérmicamente e intramatricialmente, desarrollando zoosporangios sólo en el envés, pero si necrosando el parénquima foliar de ambas caras. En cambio, los talos de *C. virescens* crecen subcuticularmente, dejándose ver zoosporangios, sólo en el haz; necrosando epidermis y células en empalizada del hospedero. Además, se registró a *Syzygium aromaticum*, atacada por *Cephaleuros parasiticus* y a *Polyalthia longifolia* afectada por *Cephaleuros virescens*.

Reddy et al. (2023), realizando un estudio de incidencia de la necrosis circular de color anaranjado y marrón oscuro en hojas de carambola (*Averrhoa carambola*) en la India, determinaron que se trata de una infección algal, cuya incidencia evaluada en dos hectáreas de este cultivo fue del 45 %, reduciendo la calidad de producción y productividad del fruto debido a la defoliación. Para determinar la especie de alga, realizaron cortes transversales de las lesiones identificando los talos de este patógeno que son los responsables de la necrosis de las células de la epidermis. Realizando el análisis BLAST (identificación de la especie) encontraron la similitud somática corresponde en 99,5 % corresponde a *Cephaleuros virescens*.

Balendres & Lapira (2025), en Filipinas reportaron por primera vez la presencia *Cephaleuros virescens* afectando hojas de palto (*Persea americana*), cuyos síntomas

corresponden a lesiones circulares anaranjadas a marrones. Patógeno que prospera eficientemente entre 28 °C 37 °C y humedad relativa entre 88 y 94 %.

Quezada et al. (2009), en el estado de Michoacán - México realizaron un estudio morfológico de un alga patógena en plantas de guayabo (*Psidium guajava* L.) y mango (*Mangifera indica* L.), concluyendo que el síntoma peculiar corresponde a manchas felposas circulares e irregulares en la superficie de las hojas cuya estructura somática corresponde a *Cephaleuros virescens*. Existiendo diferencias significativas de susceptibilidad entre variedades de este frutal, por lo que parece que, en caso de gravedad, la obtención de variedades resistentes sería un posible medio de control. (Marlatt & Alfieri, 1981).

Cortés et al. (2023), realizaron una investigación de carácter etiológico en zarzamora (*Rubus sp.*) en el estado de Michoacan- México. El estudio comprendió análisis morfológico y molecular del soma del patógeno. Determinando que se trata de *Cephaleuros virescens*. Reporte inicial de *C. virescens* afectando zarzamora en México.

Vilela et al. (2018), en Bahía - Brasil, realizaron un estudio molecular y caracterización fisiológica *Cephaleuros virescens* en árboles de mango (*Mangifera indica*). Para cumplir con los objetivos, el patógeno fue cultivado en diferentes medios de cultivo (líquido y sólidos). El medio líquido permitió el aislamiento del alga fue BBM (Bold's Basal Medium) y el medio solido permitió el crecimiento micelial fue BBM sólido. Recomendando que para sembrar un alga se debe sembrar primero en medio líquido para facilitar el desprendimiento de los esporangios de las lesiones de las muestras. El estudio morfológico consistió en medir los diámetros de las colonias en los respectivos medios, y medir las células filamentosas a través del microscopio. Referente al estudio molecular reportaron que se encontraron 47 secuencias de ARNr del género *Cephaleuros*, de estas 23 corresponden a *C. virescens*.

Pereira et al. (2020), en Brasil realizaron la caracterización molecular y morfológica del alga en hojas de la caoba brasileña (*Swietenia macrophylla*), debido a que encontraron

proliferación de hasta 33 cepas promedio por hoja. El estudio morfológico se realizó caracterizando las estructuras somáticas del alga y el estudio molecular en base al ADN, confirmando que el patógeno es *Cephaleuros virescens*.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Clasificación taxonómica de *Cephaleuros virescens*.

Pertenece al reino: Plantae

División: Chlorophyta

Clase: Ulvophyceae

Orden: Trentepohliales

Familia: Trentepohliaceae

Género: *Cephaleuros*

Especie: *Cephaleuros virescens* Kunze (Guiry & Guiry, 2024).

2.2.2 Clasificación taxonómica del palto (*Persea americana*).

Pertenece al reino Plantae

Clase Dicotyledonea

Orden Ranales

Familia Lauraceae

Género *Persea*

Especie *Persea americana* (Baiza, 2003).

2.2.3 Morfología *Cephaleuros virescens*.

Cephaleuros virescens, alga de comportamiento patógeno, el sistema de anclaje y succionador crece debajo de la cutícula de diferentes hospederos. El conjunto de especímenes de este fitopatógeno, se aprecian como terciopelo, primero de color naranja-ladrillo, debido a los carotenos que posee, y en plena fructificación cada unidad se tiñe de color verde olivo a grisáceo, esta característica somática corresponde al signo del alga; a medida que avanza la

infección en la superficie de las hojas se diferencian los esporangios, apreciándose como manchas felposas circulares de 5 - 8 mm de diámetro (Brooks et al., 2015).

Vegetativamente presenta un talo heterotriquiral conformado por una sección postrada y otra erecta, la primera se desarrolla bajo la cutícula formando rizoides ramificados que permiten la fijación y absorción de los nutrientes ; por lo contrario, la porción erecta emerge hacia la superficie foliar del color característico del alga, responsables de la reproducción del alga, cada uno de estos filamentos llevan de uno a ocho pedicelos curvados, en cuyo extremo soportan a esporangios casi esféricos, que contienen de 8 a 32 zoosporas biflageladas. Los periodos lluviosos permiten la proliferación de esporangios y la dispersión del inoculo en forma de zoosporas (Chapman & Chapman, 1973).

El talo corresponde al esporangióforo, en cuya parte apical se diferencian esporangios ovales de 30 x 24 mm; dentro de estas estructuras se encuentran 63 zoosporas biflageladas. En este organismo también existe intercambio genético; y para que este proceso ocurra se hace indispensable la presencia de una lámina de agua en el ápice de los talos, de esta manera se diferencian de 8 a 32 gametos biflagelados, y cuando estos se fusionan en pares, dan origen a pequeños esporofitos en donde se diferencian microsporangios que contienen zoosporas con tres flagelos (Brooks et al., 2015).

En cuanto a la estructura fotosintética, los cloroplastos se disponen de forma parietal y suelen ser discoidales, conteniendo clorofilas **a** y **b**, además de elevadas concentraciones de carotenoides. Estos pigmentos confieren a las lesiones una coloración que oscila entre tonos verdes, anaranjados y rojizos, constituyendo un rasgo distintivo y diagnóstico de *C. virescens* (Thompson & Wujek, 1997; Sunpapao et al., 2016).

Par identificar la especie de alga, los especímenes se cultivan en medio de cultivo líquido, BBM (Bold's Basal Medium) medio que permite la diferenciación somática del talo, esporangio y zoosporangios. Previo cultivo el soma del alga se somete a la desinfección

característica que consiste en someter en una solución de etanol al 70 %, hipoclorito de sodio al 1 % y agua destilada estéril (tres lavados), y se encuba a 2 °C, con un fotoperiodo de 12 h a 72 h. El medio ideal para las algas es aquellos que proporcionen nitrógeno, ya que es un elemento esencial para su crecimiento. Además, se sabe que el medio Papa Sacarosa Agar (PSA) no promueve el crecimiento de algas dado que solo contiene azúcar y almidón (Reddy et al., 2023).

2.2.4 Síntomas del alga *Cephaleuros virescens* en hojas de palto.

La sintomatología reportada de este patógeno corresponde a *Cephaleurus virescens* que afectan principalmente el follaje de plantas superiores; este dato es sorprendente toda vez que las algas son autótrofas y que estén haciendo daño a las autótrofas superiores (Marlatt & Campbell, 1980). En periodos de alta humedad relativa, las infecciones por hoja se incrementan causando necrosis generalizada, seguido de defoliación y muerte regresiva de brotes (IICA s.f.).

Es preciso indicar, que, de acuerdo al establecimiento del alga, en el haz o envés; debe tratarse de especies diferentes como sucede con el alga que afecta al guayabo (*Psidium guajava*), cuyo talo no se presenta en el haz, aunque las lesiones se extienden en toda la lámina foliar; pero sí, la esporulación ocurre en el envés (Cortés et al, 2023).

Los daños en hojas, se muestran como manchas necróticas de hasta 2-3 mm de diámetro, debido a la falta de luz y humedad, en las células de la epidermis, células empalizada del parénquima de todo el limbo de la hoja del hospedero que quedan debajo de los talos del alga. Se desconoce que el alga produzca toxinas, pero si absorbe nutrientes. Los daños en la corteza de tallos y ramas, se aprecian como hinchazones seguido de resquebrajaduras; en cambio la multiplicación de los talos del alga en la superficie de los frutos, se aprecian como manchas, limitando de esta manera la comercialización (Marlatt & Campbell, 1980).

C. virescens es un parasito biótrofo, con la característica de matar lentamente a su hospedero debido a que tienen una débil producción de toxinas y enzimas degradativas para las células del hospedero. Esta alga se introduce por aperturas naturales de los órganos de las plantas o por heridas, presenta un haustorio que lo introduce en los haces conductores para absorber el alimento e introducir toxinas, causando la muerte celular. (Rodríguez, 2018)

Por la coloración rojiza del soma del alga en plantas de cafeto (*Coffea arabica*), a la fitoenfermedad se conoce, con el nombre de «roya roja»; habiéndose determinado dos especies, *C. parasiticus* y *C. virescens* (Rivero y Castellanos, 2004).

2.2.5 Control *Cephaleuros virescens*.

Control Cultural. La poda fitosanitaria es una buena alternativa para controlar el desarrollo de *C. virescens*; para esa poda se debe tener en cuenta a eliminar ramas muertas, ramas con síntomas de manchas algales, además de otros hongos que pueda padecer la planta de palto, ramas entrecruzadas que restringen el aire, manteniendo alto nivel de humedad ideal para el crecimiento de algas fitopatógenas (SAGARPA, 2017). La poda sanitaria debe efectuarse una vez finalizada la cosecha o en la temporada seca, evitando los periodos con alta humedad, ya que las heridas recientes pueden facilitar la entrada de patógenos (CENTA, 2021)

Control Químico. Los productos químicos menos contaminantes para el medio ambiente son el oxiclорuro de cobre, hidróxido de cobre, sulfato tribásico de cobre y caldo bordelés. Se aconseja efectuar de dos a tres aplicaciones anuales, preferiblemente antes y después de la temporada lluviosa, asegurando una cobertura completa del follaje. Debe evitarse el uso excesivo de cobre para prevenir fitotoxicidad y acumulación en el suelo (Balendres & Lapira, 2025).

Medidas Preventivas. El manejo preventivo se basa en el uso de material vegetal sano, monitoreo constante del follaje y eliminación de restos infectados, facilitando una intervención

temprana contribuye a mantener la sanidad del cultivo y reducir las fuentes de inóculo (Balendres & Lapira, 2025).

2.2.6 Origen del palto.

El palto, proviene de la familia Lauraceae (Vivero & Valenzuela 2019); en América, este frutal se creó que prosperó desde épocas precolombinas; principalmente al Sur de México, Norte de Centro América y el Norte de Sudamérica; posee alta variabilidad genética y adaptabilidad a diversas condiciones geográficas prosperan desde 0 - 2500 msnm (Baiza, 2003).

Por la exquisitez de sus frutos en todos los lugares donde prospera, se comercializa a nivel local, regional, nacional e internacional. México es el país con mayor producción, cosechándose por campaña 1.2 millones toneladas, seguido por Indonesia con 263,000 toneladas y estados Unidos con 214, 000 toneladas (Vivero & Valenzuela. (2019).

2.2.7 Nombres comunes del palto.

En México se conoce como Aguacate que significa testículo; en Perú y Chile como palto porque viene del quechua “Paltay”. Cura (Chibcha, Colombia, Venezuela); Abacate (Portugal, Brasil); Avocado, Avocado pear (EEUU) (Baiza, 2003).

2.2.8 Descripción botánica.

Planta. Árbol siempre verde, frondoso de hasta 30 m de alto (Tineo *et al.*, 2018).

Raíces. Sistema radicular superficial, con ramificaciones laterales de 30 cm de longitud y unas pocas que pueden llegar a 2.4 m de profundidad (Tineo *et al.*, 2018).

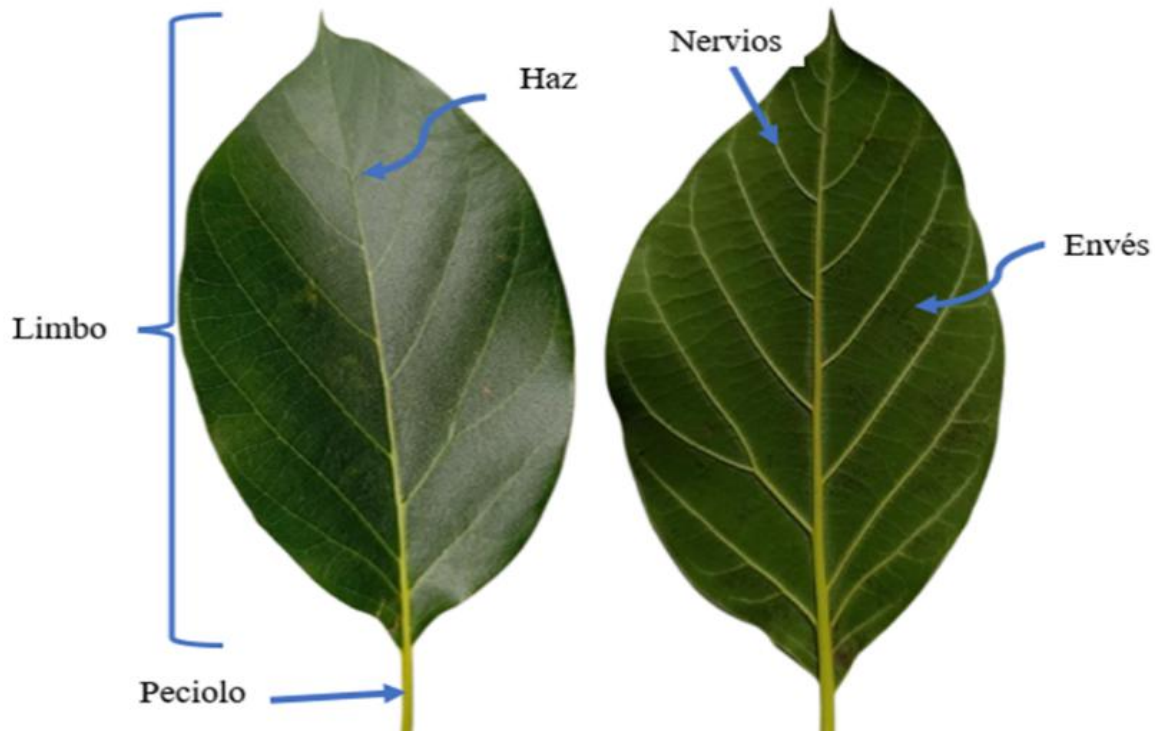
Hojas. Alternas y brillantes. En la variedad Hass, son alargadas lanceoladas de color verde claro y en la variedad Fuerte, anchas de color verde oscuro (Tineo *et al.*, 2018).

La hoja de *P. americana* anatómicamente se divide en limbo y peciolo; en el primero se diferencia el haz y el envés, es el encargado de la fotosíntesis y de regular la transpiración de la planta. El peciolo es una estructura cilíndrica que tiene la función de unir al limbo con el

tallo a través de los nudos (Megías et al., 2023). En la figura 1 se observa las partes anatómicas de las hojas.

Figura 1

Partes anatómicas de la hoja de Persea americana.

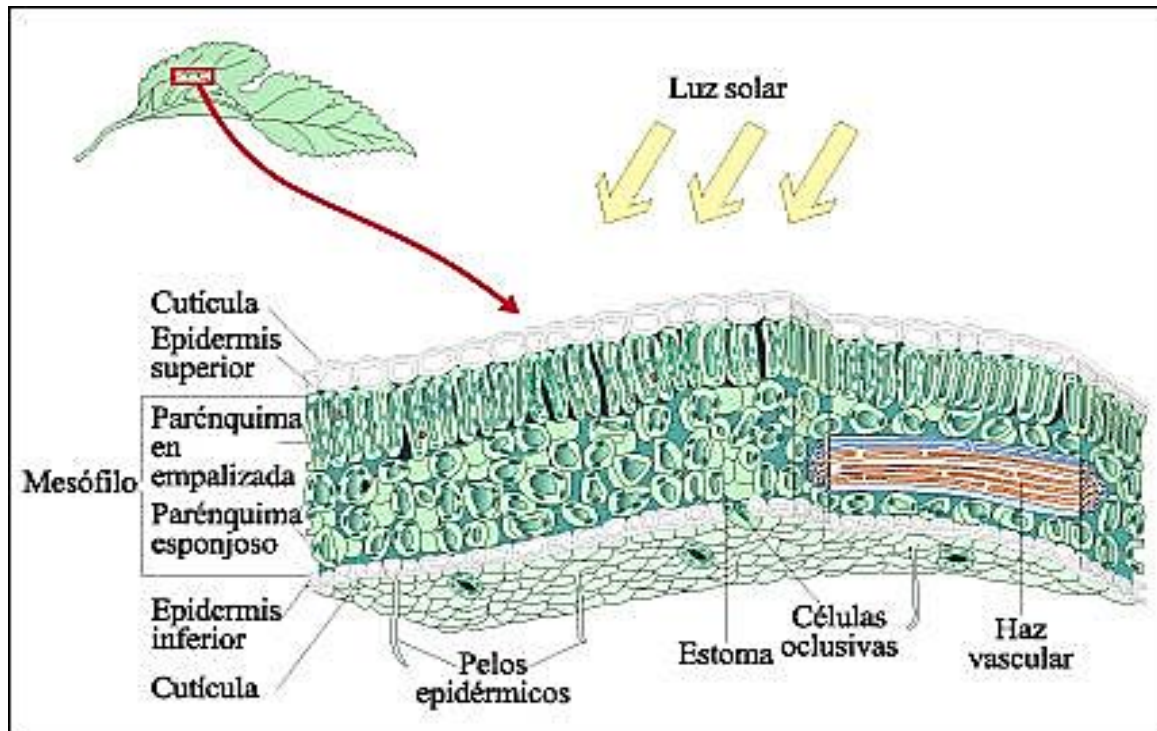


En corte transversal en una hoja de palto se distingue: la epidermis tanto en la superficie adaxial como abaxial; la epidermis de la parte adaxial cubierta por cutina serosa y la abaxial con cutícula menos desarrollada y con mayor cantidad de estomas. El tejido inmediato de la epidermis corresponde al mesófilo y está constituido por dos estructuras; parénquima en empalizada el cual está próximo al haz y está formado por células que son alargadas empaquetadas y el parénquima lagunar o esponjoso que está formado por células más redondas que contienen cloroplastos y que presentan grandes espacios intercelulares conectados con los estomas por donde pasan constantemente los gases fotosintéticos. En las nervaduras se distinguen los vasos conductores que tienen la función de llevar agua y sales minerales a las células encargadas de la fotosíntesis, los nervios están formados por floema, xilema y tejido

parenquimático a su alrededor (Megías et al., 2023). En la figura 2 se observa la disposición de Epidermis superior e inferior, Mesófilo y las partes de cada una de ellas.

Figura 2

Tejidos y organización histología de una hoja dicotiledónea.



Nota: En la figura 2, se muestra un corte transversal de una hoja dicotiledónea. Tomado de Amaya (2011).

Clorofila. Molécula encargada de la fotosíntesis inmerso en los cloroplastos y son de tipo a y b. La clorofila A ($C_{55}H_{72}MgN_4O_5$) tiene un grupo metilo ($-CH_3$), en cambio la clorofila B ($C_{55}H_{70}MgN_4O_6$) el grupo aldehído constituido por ($-CHO$). La clorofila a refleja su papel principal en la conversión de energía solar en energía química durante la fase luminosa de la fotosíntesis, mientras que la clorofila b actúa como pigmento accesorio que amplía el espectro de absorción lumínica y optimiza la eficiencia fotosintética del tejido foliar (Lichtenthaler y Buschmann, 2001; Taiz et al., 2015).

Flores. Distribuidas en racimos, diferenciándose flores masculinas y femeninas con aperturas distintas en el proceso de polinización y fecundación (Viveros Brokaw España, 2021).

Frutos. Tipo baya, con una semilla oval; con epicarpio lizo, rugoso, característica que depende de la variedad; climatéricos (Tineo *et al.*, 2018).

2.2.9 Variedades de palto en el Perú.

Existían 3 razas: mexicana, guatemalteca y antillana, estas con el pasar del tiempo se fueron cruzando por lo que en la actualidad se tiene las variedades: Lorena, Méndez, Trinidad, Criollo, Bacon, Monroe, Hass, Fuerte, entre otras variedades, pero las que más se comercializan en el mercado nacional son la variedad Hass y Fuerte (Huamán *et al.*, 2015).

Hass. Variedad proveniente de las razas guatemalteca y mexicana; en la actualidad es la más cultivada a nivel mundial, debido a la producción y a la calidad de la pulpa. Los frutos tienen un peso de 200 y 300 gr; que gracias a la dureza de sus cascara permite soportar el transporte de larga distancia (Huamán *et al.*, 2015).

Fuerte. Esta variedad es obtenida de las razas mexicana y guatemalteca, se caracteriza por ser una planta vigorosa con ramificación horizontal, cuyo tamaño facilita la cosecha manual; aunque se tiene que tener cuidado porque posee cascara frágil (Huamán *et al.*, 2015).

2.2.10 El palto en Perú.

Las regiones productoras de palto en Perú son: Áncash, Arequipa, Ayacucho, Ica, Moquegua, Lambayeque, Piura, Tacna y Cajamarca (Indecopi, 2021). En el mundo se ha reportado que existen más de 500 variedades de paltas siendo la más comercializada en Perú la variedad Hass (La República, 2021).

Existen empresas que se dedican a la producción y comercialización de la palta para la exportación directa; generando la ampliación de áreas de cultivo en el orden de un 20% anual

(Yumpiri, 2016). En septiembre del 2025, la producción de palto en Perú alcanzó 72 492 toneladas, representando el 112,9 % por encima de septiembre de 2024 (INEI,2025).

Con el incremento de áreas cultivadas, también se incrementan los enemigos naturales, causando fitoenfermedades de diferente etiología como algas patógenas; generando daños de consideración en el cultivo, que repercuten en el rendimiento. Los principales fitopatógenos son: *Phytophthora cinnamomi*, *Fusarium* spp, *Colletotrichum* spp. *Rhizoctonia solani*, *Lasiodiplodia theobromae*, entre otros (Alejandro, 2021).

2.2.11 Diagnósis fitopatológica

Comprende una serie de actividades tradicionales de laboratorio, con el propósito de determinar la causa biológica responsable del malestar de una o varias series fisiológicas ordenadas de una planta (Roncal, 2004). En la actualidad, las tareas tradicionales de diagnóstico han sido superadas; a través de la ingeniería genética, basados en microarreglos del ADN, de la mayoría de organismos que integran las diferentes categorías taxonómicas (Restrepo y Vargas, 2007).

2.3 Definición de términos básicos

Ácido Abscísico. Fitohormona relacionada con la abscisión foliar, orientada a la adaptación fisiológica de la planta a condiciones de estrés, permitiendo la supervivencia y equilibrio de la planta (Taiz, et al, 2017).

Ácidos Fenólicos. Compuestos que poseen anillos aromáticos con grupos hidroxilo, lo cual les proporciona propiedades antioxidantes, antimicrobianas, participando en la defensa frente a estreses bióticos y abióticos en las plantas (Cheynier et al., 2013).

Alga. Son eucariontes unicelulares o pluricelulares, capaces de realizar fotosíntesis, se diferencian de las plantas porque carecen de raíces y tejidos conductores (SERPAT, 2022).

Amplicon. Es el resultado final obtenido tras la replicación o amplificación de un fragmento de ADN (Adebisi,2023).

BBM (Bold's Basal Medium). Medio de cultivo mineral definido empleado para el crecimiento y mantenimiento de algas verdes, ya que aporta los macronutrientes y micronutrientes esenciales para su desarrollo fotoautótrofo (Bold, 1949).

Biótrofo. Es un parásito obligado que crece y se alimenta de hospedadores vivos, estos organismos presentan una estructura llamada haustorio (Rodríguez, 2018).

Clados. Grupo de especies que comparten un origen común, que presenta similitud genéticas y morfológicas heredadas (Baum & Smith, 2013).

Cloroplasto. Organelo citoplasmático que alberga pigmentos fotosintéticos, clorofilas y carotenoides responsables de la captura y traslado de fotones (Scharff y Bock, 2023).

Espora. Es una célula reproductiva asexual de algunas plantas, hongos y algas (Acosta, 2021).

Esporangio. Es definido como la estructura que tiene la forma de capsula o saco en donde se almacenan las esporas reproductoras (Lifeder, 2024).

Esporangióforo. Es una hifa aérea que sirve de soporte de uno varios esporangios (Lifeder, 2024).

Haustorio. Estructura de los parásitos, hongos que les permite ingresar a los nervios de las plantas para absorber su alimento además de liberar toxinas (Rodríguez, 2018).

Incidencia de una fitoenfermedad. Plantas que presentan síntomas de una enfermedad dentro de una población determinada, sin importar la gravedad del daño de cada una (Agrios, 2005).

Intensidad de una fitoenfermedad. Se refiere al grado de infección y severidad de los síntomas de una enfermedad sobre una planta (Agrios, 2005).

Necrótrofo. Es un parásito facultativo que se alimenta de células muertas, dañando gravemente a la planta liberando gran cantidad de toxinas y enzimas degradativas (Rodríguez, 2018).

Síntoma. Efecto que produce la enfermedad en la estructura y fisiología de la planta (Agrios, 2005).

Signo. Corresponde a las estructuras físicas del hongo, que se observa a simple vista o con el microscopio (Agrios, 2005).

Parasito. Los parásitos son organismos que viven a expensas de otra especie causando generalmente daño (INSST, 2022).

Patogénesis. La patogénesis describe el inicio y la evolución de la enfermedad con todos los factores que están involucrados en ella (Acosta, 2021).

Patógeno. Son agentes infecciosos que causan enfermedad a su huésped (Acosta, 2021).

Rizoides. Estructura unicelular que cumple la función de anclaje y penetración en los tejidos del hospedero, absorbiendo nutrientes de forma limitada (Raven et al, 2013).

Talo. Es el cuerpo vegetativo de muchas algas y hongos (SERPAT, 2022).

Talo heterotriquial. Se caracteriza por la presencia de dos sistemas de crecimientos diferentes, pero conectados entre sí (Lee, 2008).

Zoospora. Es definida como una espora asexual móvil con uno o más flagelos (Marquez, 2018).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la zona de estudio

La presente investigación se desarrolló en los distritos de San Juan, Magdalena y Jesús, de la provincia de Cajamarca, región Cajamarca, cuyas coordenadas geográficas se muestran en la tabla 1. Además, el trabajo en laboratorio se realizó en los ambientes 2G-106 y 2G-205 cuyas coordenadas geográficas corresponden a una altitud de 2720 msnm; longitud oeste 78°29'41.9", latitud sur 7° 10'06.7" y a 3 km de la ciudad de Cajamarca.

Tabla 1

Condiciones meteorológicas y coordenadas geográficas de las zonas de estudio

Distrito	Altitud (msnm)	Temperatura	Humedad	Coordenadas	
		Máxima	Relativa	Latitud	Longitud
San Juan	2297	26 °C	80%	7° 17' 26"	78° 29' 58"
Magdalena	1308	28 °C	65%	7° 15' 32"	78° 39' 24"
Jesús	2531	23 °C	83%	7° 14' 44"	78° 22' 40"

Figura 3

Vista satelital de las zonas de estudio.

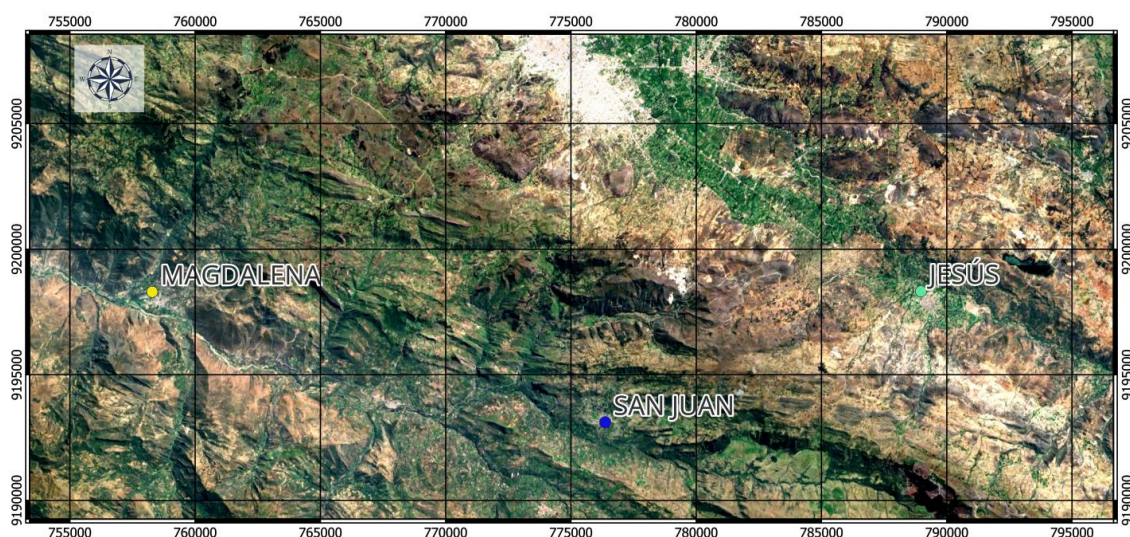
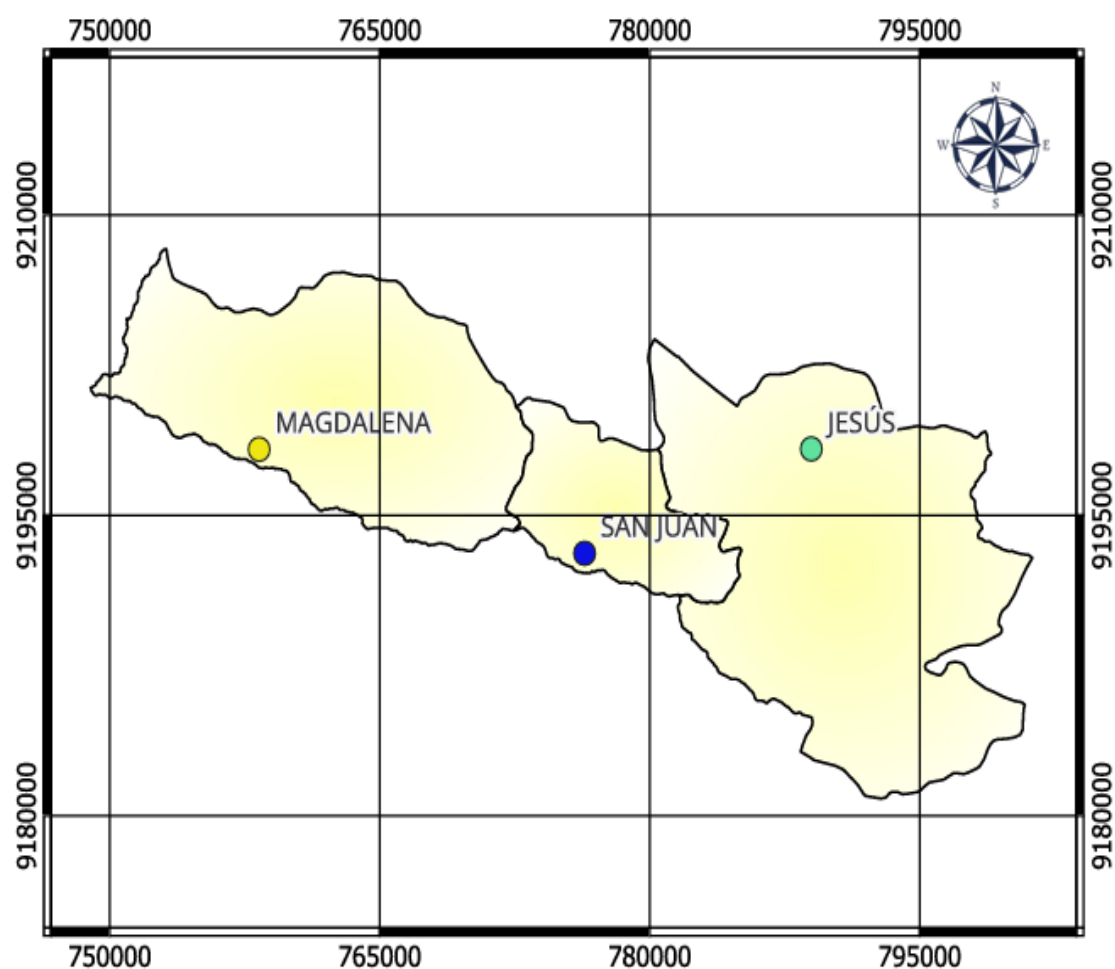


Figura 4

Ubicación política del distrito de Magdalena, San Juan y Jesús.



Nota: La figura 4 muestra la ubicación política de 3 distritos donde se realizó la investigación.

3.2 Materiales

3.2.1 *Material biológico*

Hojas de palto que presenten síntomas y signos de *Cephaleuros virescens*.

3.2.2 *Material de campo*

Tapers de plástico, bolsas de papel, bolsas herméticas, tijera podadora, cuchilla de injerto, etiquetas de identificación, lupa, GPS.

3.2.3 *Equipo y material de laboratorio*

Equipo óptico. Lupa, estereoscopio, microscopio y cámara fotográfica.

Material de vidrio. Lamina cobre y porta objeto, placas petri.

Material de disección: aguja hipodérmica N°2, navajas, bisturí, tijera, pinzas, cinta adhesiva.

3.2.4 *Otros materiales:*

Guardapolvo de laboratorio, franela, algodón, papel higiénico, papel toalla, papel aluminio, cuaderno, lapiceros, plumón indeleble, papel bond A4_80 g, regla graduada, perforador, tijera, fólderes.

3.3 *Metodología*

3.3.1 *Selección de muestras en campo*

En las plantaciones de palto de los tres distritos se identificaron plantas con presencia de manchas felposas de color amarillas de *Cephaleuros virescens*, preferentemente localizados en el tercio inferior de la planta. Las mismas que fueron identificadas para la toma de muestras respectivas.

De cada una de las plantas con presencia se *Cephaleuros virescens* se recolectaron 20 hojas al azar del tercio inferior las que fueron utilizadas para determinar el número y tamaño por hoja. Este mismo proceso se realizó con hojas caídas. Datos que sirven para determinar la patogénesis.

De plantas infectadas que muestren, el mínimo y máximo punto de infección, determinado por la presencia del signo; con la finalidad de determinar incidencia y severidad de daño causado por *C. virescens*.

3.3.2 *Transporte de muestras.*

Las hojas infectadas, se dispusieron en bolsas de papel, protegidas con bolsas de plástico previa identificación. De esta manera se apilaron en un cajón manual, para ser

conducido al Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.3.3 Trabajo en laboratorio.

Identificación estructural de *C. virescens*, con ayuda del estereoscopio se visualiza las estructuras que caracterizan al alga. Se procede a separar la colonia de la hoja a través de un corte transversal, la misma que se dispone en un porta objetos para realizar cortes micrométricos transversales de la colonia que se realiza con ayuda de una navaja.

Estos cortes con ayuda de una aguja hipodérmica N° 25 se dispone en un porta objetos que contienen una gota de agua destilada estéril, luego se cubre con cuidado con el cubre objetos para ser observada al microscopio, diferenciándose de esta manera las estructuras somáticas.

Con la finalidad de determinar la patogénesis el tejido de la hoja donde a prosperado el alga se realizan cortes micrométricos para determinar la modificación del color y forma de las células del hospedero.

Incidencia y severidad:

Incidencia de una fitoenfermedad.

$$Incidencia = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas totales}} * 100$$

Para calcular la Severidad de *C. virescens* se utilizó la escala de evaluación propuesta por Nathan A. Cobb en 1892 que se observa en la tabla 1. Tomamos como base la estrategia que se usara para determinar la incidencia.

Tabla 2*Escala de evaluación de C. virescens en Persea americana*

GRADO	PORCENTAJE DE INFECCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	1 – 10 %	Plantas aparentemente sanas.
2	11 – 20 %	Puntos necróticos de un milímetro en hojas.
3	21 – 30 %	Manchas circulares en hojas de dos a cinco milímetros.
4	31 – 40%	Manchas felposas naranjas de cinco a diez milímetros.
5	41 – 50%	Manchas felposas verde grisáceo de 10 a veinte milímetros.
6	51- 60%	Defoliación de las hojas de palto.
7	61 – 70 %	Resquebrajaduras en tallo y ramas.
8	71 – 80%	Manchas oscuras en frutos.
9	81 – 90 %	Muerte regresiva de brotes.
10	91 – 100 %	Necrosis generalizada de la planta de palto infectada.

Nota: Adaptado de Roncal (2004).

El índice de intensidad de *C. virescens* lo vamos a determinar usando los datos de severidad, que consiste en sumar los datos de la multiplicación del número de plantas de un determinado grado, multiplicando por el porcentaje promedio que representa este grado, luego dividirlo entre la suma de las plantas evaluadas que en este caso serian 20 plantas de *Persea americana*.

Índice de intensidad de una fitoenfermedad.

$$\text{Índice intensidad} = \frac{\sum (\text{N}^\circ \text{ plantas de grado } n)(\% \text{ promedio grado})}{\text{Número total de plantas evaluadas}}$$

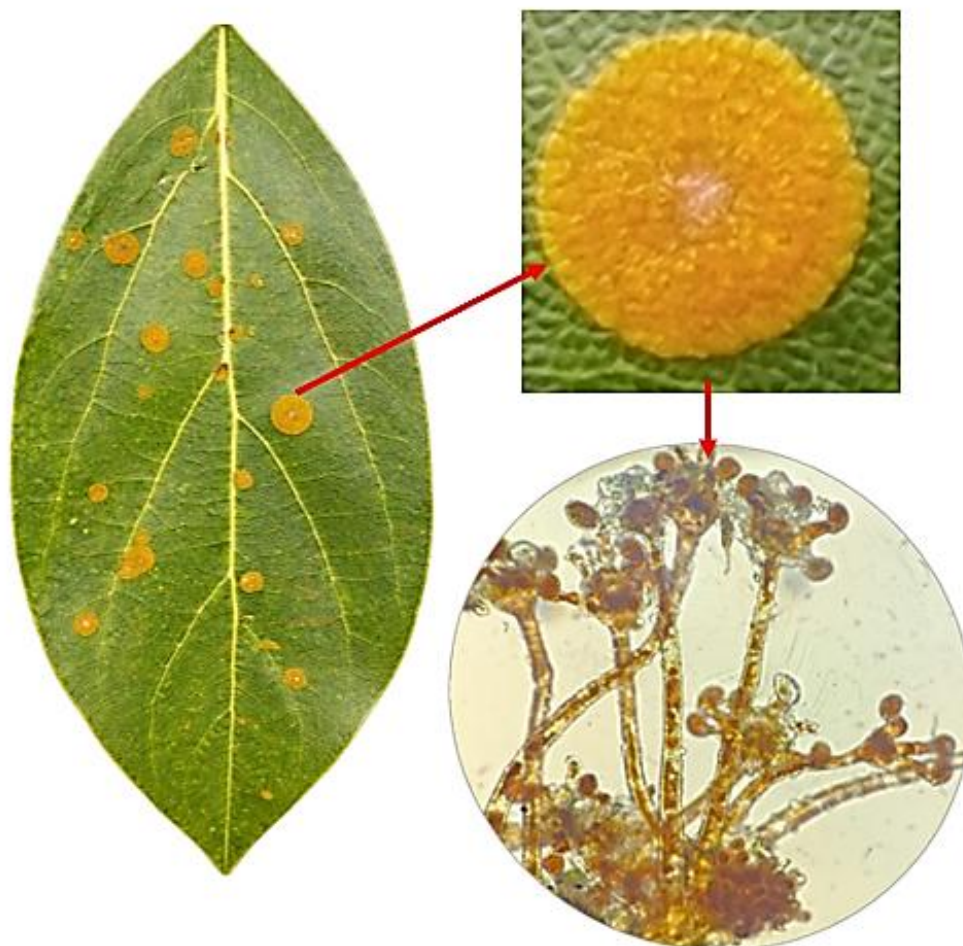
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Morfología de *Cephaleuros virescens*.

En la imagen microscópica inferior derecha (figura 5) se observan las estructuras reproductivas del alga, consistentes en filamentos erectos (esporangióforos) que portan esporangios, que contienen zoosporas responsables de la propagación de *C. virescens*. Estas estructuras emergen del talo postrado y confirman el origen algal de la enfermedad, coincidiendo con lo reportado por (Chapman & Chapman, 1973)

Figura 5

Mancha algal y estructuras de Cephaleuros virescens.



Nota: La figura 5 muestra lesiones algales en el limbo de la hoja, con una lesión ampliada y la estructura reproductiva de *C. virescens*.

4.2 Signo de *Cephaleuros virescens*.

El signo de esta alga corresponde a las estructuras somáticas individuales constituido por un talo o esporangióforo con abultamiento apical del cual emergen esterigmas hialinos unicelulares que soportan esporangios globosos de color naranja, dentro del cual se forman las zoosporas.

El conjunto de estructuras somáticas forma colonias que van de 1 mm a 20 mm de diámetro, que en la época de producción de esporangios se observa de color naranja y en la época de estiaje de color gris claro indicando la muerte del alga. Datos opuestos a lo que dice Marlatt & Campbell (1980); pues ellos indican que las lesiones solo van de 2 a 3 mm de diámetro.

Figura 6

Colonias de Cephaleuros virescens en el has de hojas de palto.



4.3 Patogénesis de *Cephaleuros virescens* en hojas de palto (*Persea americana*).

La infección de esta alga es semejante a las diferentes especies de los oomycetes, por esporangios y zoosporas. El inoculo de *C. virescens* en el proceso de infección son estructuras unicelulares uniflageladas denominadas zoosporas y que de acuerdo al intercambio genético son biflageladas (Roncal, 2004).

Estas se reproducen en esporangios en los periodos lluviosos, y para que ocurra la infección simplemente requieren una mínima película de agua en el parénquima foliar.

Las condiciones climáticas temporales de humedad relativa mayores del 80% y temperatura promedio de 15 °C facilitan la germinación de la zoospora, diferenciándose un tejido aéreo de crecimiento erecto denominado esporangióforo y en cuya base se diferencian cuatro estructuras de anclaje denominadas rizoides.

Las estructuras de anclaje logran penetrar la cutícula, invadiendo las células de la epidermis reduciendo así la capacidad fotosintética como se observa en la figura 8.

Figura 7

Corte longitudinal de área infectada por Cephaleuros virescens en una hoja de palto.



Nota: En la figura 7, se observa las estructuras somáticas del alga en la epidermis de la hoja de palto.

Cada estructura de anclaje succiona el contenido citoplasmático del hospedero (Fig. 8); permitiendo la ramificación del esporangióforo seguido de crecimiento y desarrollo del mismo.

Figura 8

Células de la epidermis de una hoja de palto afectadas por Cephaleuros virescens.



Nota: Células de las epidermis necrosadas de color marrón vinoso a marrón oscuro, por intoxicación y células sin el contenido citoplasmático debido a que sirvieron de alimento *C. virescens*.

En corte transversal del parénquima foliar donde prosperan las algas, en la epidermis se aprecia la colonización de *C. virescens* y el proceso de patogénesis una vez que los rizoides logran penetrar las células de la epidermis no solo absorbe el contenido celular de ellas sino que también les causa la muerte, las células del parénquima empalizada muestran clorosis, mientras que el parénquima esponjoso y la epidermis inferior (envés), presentan el color verde característico evidenciando que todavía no llegan los rizoides del alga patógena tal como se muestra en la figura 9.

Figura 9

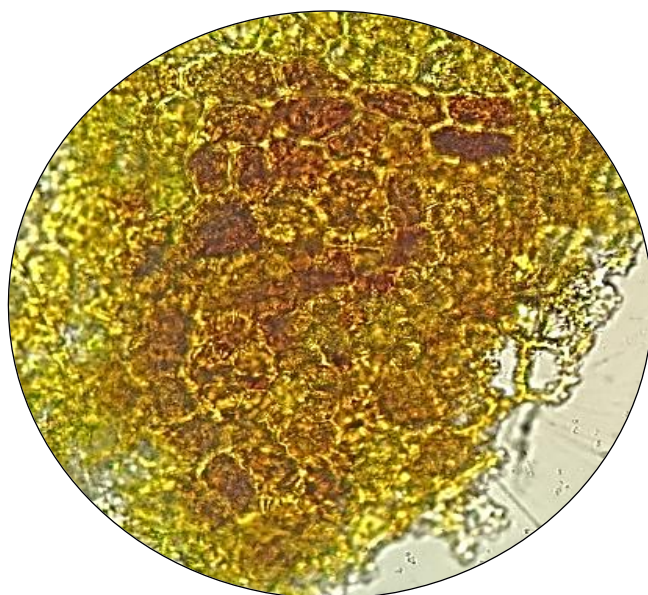
Corte transversal de una porción de hoja infectada por Cephaleuros virescens.



Nota: En la figura 9, se muestra la estructura histológica de la hoja de palto, evidenciando el proceso de *C. virescens*.

Figura 10

Células muertas de la epidermis por efectos de Chepaleuros virescens.



Una vez muertas las células de la epidermis los rizoides del alga siguen penetrando el tejido histológico de la hoja alimentándose, intoxicando y necrosando las células del mesófilo (parénquima en empalizada y parénquima esponjoso), tal como se muestra en la figura 11. Datos que no concuerdan con lo que reportaron Suto et al. (2014), ya que ellos manifiestan que la infección solo se da hasta el parénquima en empalizada.

Figura 11

Células del mesófilo necrosadas por Chepaleuros virescens.



Nota: Muerte celular de la epidermis y mesófilo de la porción infectada de la hoja de palto.

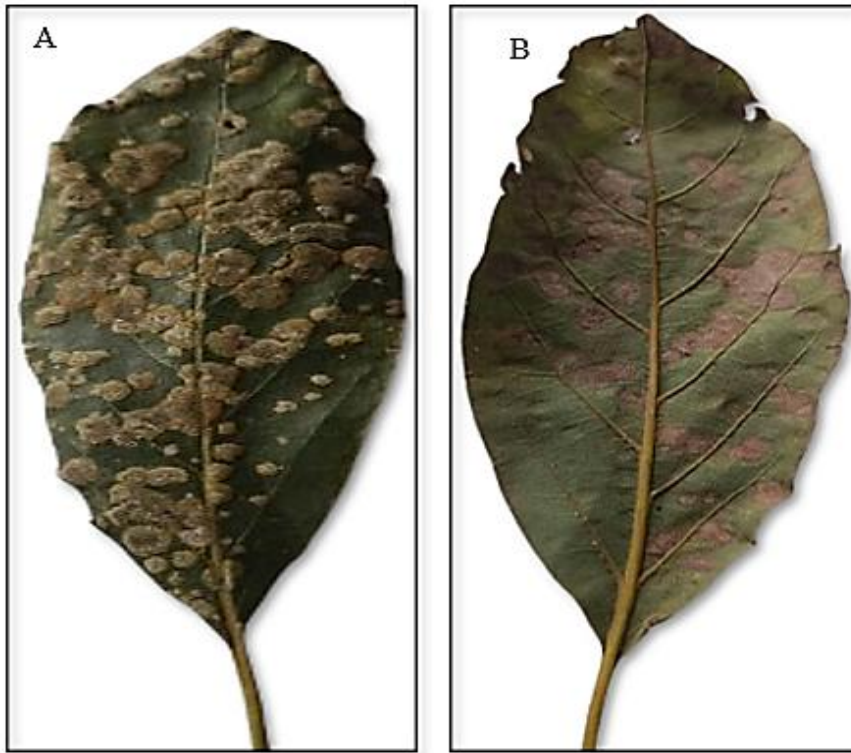
Siguiendo el proceso de patogénesis de *C. virescens* se observó la necrosis celular tanto del haz como del envés de las porciones que fueron colonizadas. Cabe resaltar que el efecto de la infección solo se observa en la mancha o manchas infectadas, mientras que la parte no infectada las células siguen realizando sus funciones con normalidad. (Figura 12)

En corte longitudinal de la epidermis inferior (envés) se observa la muerte celular de coloración oscura (Fig. 13). La coloración oscura de las células se debe a que el alga

patógena por medio de sus rizoides no solo se alimenta, sino que además segrega toxinas que cuando se mezclan con los fenoles de las plantas adquieren esta coloración. Así como lo reporta Rodríguez (2018).

Figura 12

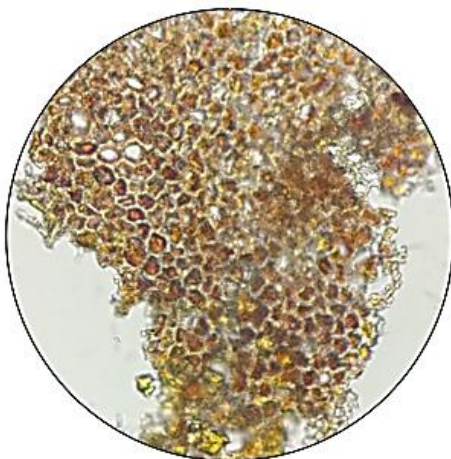
Mancha foliar causada por Chepaleuros virescens.



Nota: A, lesiones en el haz de la hoja. B, lesiones en el envés de la hoja de palto.

Figura 13

Células del envés necrosadas por Chepaleuros virescens.



4.4 Defensa de las plantas ante la infección

En la naturaleza durante el proceso de infección el hospedero tiende a defenderse metabolizando ácido abscísico el mismo que llega a sobre producirse causando defoliación. Esta evidencia se aprecia en hojas caídas con diferentes diámetros de la colonia algal y áreas del parénquima manteniendo el color verde normal.

Figura 14

*Análisis de hojas caídas infectadas por *Chepaleuros virescens*.*



Figura 15

*Hoja con un alto grado de infección por *Cephaleuros virescens*.*



4.5 Incidencia y severidad de *Cephaleuros virescens* en los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena.

4.5.1 Incidencia de *Cephaleuros virescens* en los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena.

Para determinar la incidencia de *Cephaleuros virescens* en los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena, para cada distrito la muestra fue de 20 plantas de *P. americana*, las que fueron evaluadas para dar los siguientes resultados.

Incidencia de *Cephaleuros virescens* en el distrito de Jesús del departamento de Cajamarca.

$$Incidencia = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas}} * 100$$

$$Incidencia = \frac{20}{20} * 100$$

$$Incidencia = 100$$

Incidencia de *Cephaleuros virescens* en el distrito de San Juan del departamento de Cajamarca.

$$Incidencia = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas}} * 100$$

$$Incidencia = \frac{20}{20} * 100$$

$$Incidencia = 100$$

Incidencia de *Cephaleuros virescens* en el distrito de Magdalena del departamento de Cajamarca.

$$Incidencia = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas}} * 100$$

$$Incidencia = \frac{20}{20} * 100$$

$$Incidencia = 100$$

Índice de intensidad de *Cephaleuros virescens* en los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena

Para determinar el índice de intensidad de *Cephaleuros virescens* en los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena, para cada distrito la muestra fue de 20 plantas de *P. americana*, las que fueron evaluadas para dar los siguientes resultados:

Tabla 3

Intensidad de Cephaleuros virescens en el distrito de Jesús

Ubicación	Grado	% de infección (% I)	N° de plantas (n)	% I * n	Índice intensidad
Distrito de Jesús	1	10%	0	0	43.00%
	2	20%	2	0.4	
	3	30%	4	1.2	
	4	40%	4	1.6	
	5	50%	7	3.5	
	6	60%	2	1.2	
	7	70%	1	0.7	
	8	80%	0	0	
	9	90%	0	0	
	10	100%	0	0	

Nota: En la tabla 4, se muestra la Intensidad de *Cephaleuros virescens* en el distrito de Jesús, que dio como resultado 43.00 %.

Tabla 4

Intensidad de Cephaleuros virescens en el distrito de San Juan

Ubicación	Grado	% de infección (% I)	N° de plantas (n)	% I * n	Índice intensidad
Distrito de San Juan	1	10%	1	0.1	36.50%
	2	20%	3	0.6	
	3	30%	5	1.5	
	4	40%	6	2.4	
	5	50%	3	1.5	
	6	60%	2	1.2	
	7	70%	0	0	
	8	80%	0	0	
	9	90%	0	0	
	10	100%	0	0	

Nota: En la tabla 5, se muestra la Intensidad de *Cephaleuros virescens* en el distrito de San Juan, que dio como resultado 36.50 %.

Tabla 5*Intensidad de Cephaleuros virescens en el distrito de Magdalena.*

Ubicación	Grado	% de infección (% I)	N° de plantas (n)	% I * n	Índice intensidad
Distrito de Magdalena	1	10%	2	0.2	30.00%
	2	20%	5	1	
	3	30%	8	2.4	
	4	40%	3	1.2	
	5	50%	0	0	
	6	60%	2	1.2	
	7	70%	0	0	
	8	80%	0	0	
	9	90%	0	0	
	10	100%	0	0	

Nota: En la tabla 6, se muestra la Intensidad de *Cephaleuros virescens* en el distrito de Magdalena, que dio como resultado 30.00 %.

Las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y altitud, de los tres distritos, donde se realizó el estudio de Intensidad de *Cephaleuros virescens*, en las plantaciones de palto; condicionan su presencia como patógeno; pero en el distrito de Magdalena cuyas condiciones ambientales son óptimas; se registró el menor porcentaje de Intensidad (30%), debido a que los agricultores anticipadamente realizaron las plantaciones con distanciamiento que permita mayor aireación y radiación; además frecuentemente realizan, prácticas de podas sanitarias, abonamiento, riegos oportunos en los meses de estiaje.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En los distritos de Jesús, San Juan y Magdalena, el proceso de patogénesis de *Cephaleurus virescens* inicia con la diferenciación de rizoides que penetran el tejido parenquimático de las hojas, alimentándose del contenido citoplasmático y produciendo toxinas, necrosando las células, observándose de color café oscuro o negro que se difunden a través de los rizoides desde la epidermis superior, mesófilo y finalmente la epidermis inferior.

La incidencia de *Cephaleurus virescens* para los tres distritos en estudio fue de 100 %, esto se debe a que la humedad relativa puede llegar hasta el 98% en días de lluvias condición ideal para el crecimiento del alga patógena. Por otro lado, la intensidad de *Cephaleurus virescens* en el distrito de Jesús fue del 43 %, en el distrito de San Juan del 36.5 % y para el distrito de Magdalena del 30%.

5.2 Recomendaciones

De acuerdo al porcentaje de severidad de cada distrito en estudio, se recomienda implementar podas de formación, limpieza y aclareo en el cultivo de palto, orientadas a mantener copas abiertas y bien aireadas. Estas prácticas permiten reducir la humedad foliar y la sombra excesiva, condiciones favorables para el desarrollo de *Cephaleuros virescens*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adebiyi, M. G. (2023). *Amplicons and amplicon sequencing*. Integrated DNA Technologies (IDT). Recuperado de <https://www.idtdna.com/pages/education/decoded/article/amplicons-and-amplicon-sequencing>
- Acosta, M. (2021) Que son las esporas. [Archivo PDF]. <http://www.ecologiaverde.com/que-son-las-esporas-2261.html>
- Alejandro, B. (2021). El volumen de riego sobre las poblaciones de plagas en el cultivo de palto (*Persea americana*) cv. hass en Huaral [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://hdl.handle.net/20.500.12996/5006>
- Agrios, GN. (1996) Fitopatología. Editorial Limusa.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5th ed.). Elsevier Academic Press.
- Amaya, J. (19 de mayo del 2011). Morfología en plantas superiores. Universidad de Cundinamarca facultad de ciencias agropecuarias Ing. Agronómica. <https://morfologiaenplantassuperiores.blogspot.com/p/hojas.html>
- Bazán De Segura, C. (1967). La chupadera de los pinos en almácigos peruanos. Revista Forestal del Perú. <http://doi.org/10.21704/rfp.v1i1.828>.
- Baiza, V. (2003). Guía técnica del cultivo de aguacate [Archivo PDF]. <http://repiica.iica.int/docs/B0218e/B0218e>
- Balendres, M. A. O., & Lapira, J. (2025). First report of algal leaf spot caused by *Cephaleuros virescens* on avocado (*Persea americana*) in the Philippines. *Plant Disease*, 109(2), 413. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-23-1563-PDN>
- Baum, D. A., & Smith, S. D. (2013). *Tree thinking: An introduction to phylogenetic biology*. Roberts and Company Publishers.
- Balendres, M. A., & Lapira, R. J. (2025). *First report of the natural infection of Cephaleuros*

- virescens* causing algal spot on avocado leaves in the Philippines. *Plant Protection News*, 108(1), 50–52. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2025-108-1-16822>
- Bold, H. C. (1949). *The morphology of Chlamydomonas chlamydogama, sp. nov.* Bulletin of the Torrey Botanical Club, 76(2), 101–108. <https://doi.org/10.2307/2481807>
- Brooks, F. E., Jonkers, W., & Schubert, T. S. (2015). *Algal leaf spot diseases caused by Cephaleuros species*. American Phytopathological Society.
- Chavez, L.y Roncal (2021). Etiología y patogénesis del hollín del quinal (Polylepis racemosa Ruiz & Pavón) en conga buenos aires – Bambamarca [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4076>
- CENTA. (2021). Guía técnica del cultivo de aguacate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”
- Cheynier, V., Comte, G., Davies, K. M., Lattanzio, V., & Martens, S. (2013). Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.05.009>
- Cortés Martinez, J, Cruz Esteban, S y Garay Serrano, E. (2023). Identificación del alga *Cephaleuros virescens* s.l. en plantas de zarzamora (*Rubus* sp.) en el estado de Michoacán, México. *Revista: Acta Botánica Mexicana*. 1- 14.
http://www.researchgate.net/publication/376033010_Identificacion_del_alga_Cephaleuros_virescens_sl_en_plantas_de_zarzamora_Rubus_sp_en_el_estado_de_Michoacan_Mexico
- Chapman, V. J., & Chapman, D. J. (1973). *The algae* (2nd ed.). Macmillan.
- Ferreira, E. (2010). El cultivo de palto. [Archivo PDF].
<http://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7333/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20129%20%28reeditado%29?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20ciclo%20fenol%C3%B3gico%20del%20palto,la%20primera%20de%20mayor%20i>

ntensidad.

Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2024). *Cephaleurus virescens* Kunze. En AlgaeBase. National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>

Herrera, M & Narrea, M. (2011). "Manejo Integrado de Palto" [Archivo PDF]. <http://www.agrobanco.com.pe>

Huamán, N., Granados, E. & Cama, J. (2015). "Aislamiento e identificación *Phytophthora cinnamomi* Rands en el cultivo de palto Variedad Hass y Fuerte para mejorar su productividad en la región Moquegua" [Archivo PDF]. <http://repositorio.unam.edu.pe>

Huang, Y.-C., Tsai, C.-Y., & Wang, C.-L. (2023). *Host invasion type is a phylogenetically conserved characteristic of Cephaleuros*. *Plant Disease*, 107(10), 3222–3229. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-22-2338-RE>

Hsieh, HJ, Fu, CH y Chen, CT 2000. Mancha de algas en plantas encontradas en el jardín botánico de Taipei . J. Exp. For. Nat. Universidad de Taiwán 14:221-226.

IICA s.f. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Fruta (Programa Nacional de El Salvador)

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (25 de noviembre de 2025).

Producción de palta creció en 112,9% durante setiembre de 2025 y tres departamentos concentraron el 83,7% del total nacional [Archivo PDF].

https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/1297239-produccion-de-palta-crecio-en-112-9-durante-setiembre-de-2025-y-tres-departamentos-concentraron-el-83-7-del-total-nacional?utm_source=

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (19 de julio de 2022). Agentes biológicos. [Archivo PDF]. <http://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/parasitos>

Jacobo, C. (2021). Producción de plantas de palto (*Persea americana* Mill.) en vivero en Chilca-Lima y San Miguel-Ayacucho [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria

- la Molina]. <http://hdl.handle.net/20.500.12996/4890>
- La República (25 de noviembre de 2021). Tipos de palta: conoce las variedades de este fruto y cuáles se cultivan en el Perú. La República. <http://larepublica.pe/>
- Lee, R. E. (2008). *Phycology* (4th ed.). Cambridge University Press.
- Lifeder. (12 de junio de 2023). Esporangióforo. <http://www.lifeder.com/esporangioforo/>.
- Lichtenthaler, H. K., & Buschmann, C. (2001). *Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV–VIS spectroscopy*. En R. E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* (pp. F4.3.1–F4.3.8). John Wiley & Sons.
- Megías M, Molist P y Pombal MA. 2023. Atlas de histología vegetal y animal. Depto. de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo. España <http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>
- Mara Marquez (2018). Ciencias de la tierra y de la vida. [Archivo PDF]. <http://knoow.net/es/ciencias-tierra-vida/biologia-es/zoospora/>
- Marrufo A., H. Villanueva M. O y M. S. Roncal 2004. Incidencia de la fumagina en especies forestales de Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Marlatt, R.B. & C.W. Campbell. 1980. Incidence of algal disease (*Cephaleuros* sp) in selections of guayaba. Proc. Florida State Hort. Society (93) 109-110.
- Marlatt, R. B. y S. A. Alfieri. 1981. Hosts of a parasitic alga, *Cephaleuros* Kunze, in Florida. Plant Disease.
- Muthukumar Thangavelu, Uma Eswaranpillai & Perumalsamy Priyadharsini, 2014. Occurrence of Follicolous Parasitic Alga *Cephaleuros Virescens* on Cultivated Ornamental Plants in Southern India. *Botanica Lithuanica* 20(2):87-98
- Nutrición vegetal del aguacate (2023). Principales plagas y enfermedades del aguacate. <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/aguacate/plagas-y-enfermedades>

- Scharff, L. B., Y Bock, R. (2023). Chloroplast gene expression: Recent advances and perspectives. *The Plant Journal*.
- https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10504595/?utm_source=chatgpt.com
- Pitaloka MK, Petcharat V, Sunpapao A (2014) *Cephaleuros solutus* Karsten, as a causal agent of durian (*Durio zibethinus* Murray) algal leaf spot disease in Thailand. *Khon Khaen Agric J* 42(suppl3):644–648
- Puerta, O. (1977). Enfermedades del aguacate [Archivo PDF].
- <http://hdl.hand.net/20.500.12324/33308le>.
- Ramírez, J. (2013). Incidencia, diagnóstico, comportamiento y alternativas de manejo de la marchitez del aguacate con énfasis en *Phytophthora cinnamomi* Rands. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11847>
- Restrepo, S. y A. Vargas. 2007. Biotecnología: herramientas de diagnóstico de enfermedades en plantas. *Revista Palmas*. Vol. 28.
- Reddy, D. B., Srilatha, P., Murthy, K. G. K., Madhusudhan Reddy, S., Reddy, I. V. S., Neelima, P., Reddy Priya, P., Pavani, T., Snehalatha, G., & Sravanthi, D. (2023). First report of *Cephaleuros virescens* causing algal leaf spot of *Averrhoa carambola* in India. *Plant Disease*, 107(11), 3641. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-23-1563-PDN>
- Rivero, T. y L. Castellanos. 2004. Estudio de la nocividad del alga *Cephaleuros virescens* Kunze. *Fitosanidad*. Vol. 8, N°2.
- Rodríguez, P. (19 de enero del 2018). Fitopatógenos biótrosos y necrótrofos. Infobiología. <https://www.infobiologia.net/2018/01/fitopatogenos-biotrofos-necrotrofos.html>
- Roncal Ordóñez, M. S. (2004). Principios de Fitopatología Andina. 1ra. Edición. Editorial Bracamonte. Lima – Perú. 418 pág.

- Roncal Ordóñez, M. S. (1993). Taxonomía de hongos fitopatógenos comunes. Universidad Nacional de Cajamarca.
- SAGARPA. (2017). *Manual de poda y formación de frutales tropicales*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SERPART (2022). Qué son y como se clasifican las algas. [Archivo PDF].
<https://www.mhnconcepcion.gob.cl/noticias/que-son-y-como-se-clasifican-las-algas>
- Sunpapao, A., Pitaloka, M. K., & Hidayat, I. (2016). Morphological and molecular characterization of *Cephaleuros virescens*, the causal agent of algal leaf spot. *Journal of Phytopathology*, 164(7–8), 573–580. <https://doi.org/10.1111/jph.12474>
- Pereira, F. T., Santos, W. S., Guimarães, G. R., Duarte, E. A. A., Oliveira, T. A. S., Rodrigues, F., & Carvalho, D. D. C. (2020). *Cephaleuros virescens* in Brazilian mahogany: Algae parasitic disease threatening an important reforestation tree. *Journal of Agricultural Studies*, 8(1), 439–450. <https://doi.org/10.5296/jas.v8i1.16093>
- Quezada, M. del C., Díaz, M., Gregorio, M. del R., Rodríguez, G., & Fernández, S. P. (2009). Mancha algal en guayabo (*Psidium guajava* L.) y mango (*Mangifera indica* L.) ocasionada por *Cephaleuros virescens* en Michoacán, México. *Biológicas*, (11), 87–92. <https://www.researchgate.net/publication/255950651>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M. y Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M. y Murphy, A. (2017). *Fisiología y desarrollo vegetal* (6.^a ed.). Sinauer Associates.
- Tamayo M. J. (2007). Enfermedades del Aguacate. Politécnica N°4. Ponencia en: Encuentro Nacional de la Cadena Productiva del Aguacate. Medellín – Colombia.
- Thangavelu, M.; E. Uma & P. Priyadharsini, 2014. Occurrence of Foliicolous Parasitic Alga *Cephaleuros Virescens* on Cultivated Ornamental Plants in Southern India. *Botanica*

Lithuanica 20(2):87-98

- Tineo, J., Velasquez, R. & Villantony, A. (2018). Curso virtual manejo integrado del cultivo de palta [Archivo PDF]. <https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe>
- Thompson, R. H., & Wujek, D. E. (1997). *Trentepohliales: Cephaleuros, Phycopeltis, and Stomatochroon*. Science Publishers.
- Walter Ch., L. y M. Roncal O. 2021. Etiología y patogénesis del hollín del quinal (*Polylepis racemosa* Ruiz & Pavón) en Conga Buenos Aires - Bambamarca. Tesis Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca - Perú
- Vásconez, N & Valenzuela, M. (2022) Cepas nativas de *Pseudomonas* aisladas de flora silvestre exhiben potencial biocontrolador de *Fusarium* spp. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.
- Vilela Vasconcelos, C., Teodoro Pereira, F., Alves Santos de Oliveira, T., Peixoto, N., Alves Duarte, E. y Costa Carvalho, D. (2018). Physiological and Molecular Characterization of *Cephaleuros virescens* Occurring in Mango Trees. The Plant Pathology Journal. 34(3), 157-162. <http://doi.org/10.5423/PPJ.OA.09.2017.0194>
- Viveros Brokaw España (noviembre de 2021). El tipo de flor en el cultivo del aguacate. [Archivo PDF]. <https://www.viverosbrokaw.com.Tipo-de-flor-en-cultivo-de-aguacate>.
- Vivero, A. & Valenzuela, R. 2019. Paltos compuestos bioactivos y sus potenciales beneficios en salud. SciELO. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000400491>.
- Yasuo Suto, Y.; Ganesan, E. K. and J. A. West. 2014. Comparative observations on *Cephaleuros parasiticus* and *C. virescens* (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from India. The Korean Society of Phycology.
- Yumpiri, H. (2016) “Inyección de insecticidas al tronco en el cultivo de palto (*Persea americana* ill.)” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1970>.

APÉNDICE

Apéndice A: Panel Fotográfico

Figura A 1

Toma de muestras en el distrito de Jesús.



Figura A 2

Toma de muestras en el distrito de Magdalena.



Figura A 3

Toma de muestra en el distrito de San Juan.



Figura A 4

Evaluación de manchas algales en hojas de palto en Jesús.



Figura A 5

Observación microscópica de manchas algales en hojas de palto.



Figura A 6

Toma de medidas de diámetros de las colonias de C. virescens.



Apéndice B: Porcentaje de área afectada en hojas de palto en el distrito de Jesús, San Juan y Magdalena

TABLA B 1

Número y área de colonias infectando hojas de palto en el distrito de Jesús.

N° de muestra	Cantidad de colonias	Área total de colonias (mm ²)	Área de hoja (mm ²)	% Área afectada
1	4	15.12	3087	0.49%
2	10	19.63	6184.5	0.32%
3	5	137.44	5022	2.74%
4	5	505.01	5467.5	9.24%
5	47	1897.52	4207.5	45.10%
6	55	3038.71	7555.50	40.22%
7	52	2760.67	6468.75	42.68%
8	49	1097.99	7270.50	15.10%
9	46	1885.74	6069.00	31.07%
10	70	1883.38	7866.00	23.94%
11	68	3918.35	6378.75	61.43%
12	76	6169.30	10125.00	60.93%
13	26	3494.24	6331.50	55.19%
14	102	1185.95	4290.00	27.64%
15	40	1881.81	7659.00	24.57%
16	7	885.14	3975.00	22.27%
17	40	613.40	7695.00	7.97%
18	1	28.27	4125.00	0.69%
19	25	5115.30	6045.00	84.62%
20	45	2776.38	7508.25	36.98%

Nota: En la tabla B1, se muestra el mínimo 0.32 % y el máximo 84.62% de porcentaje de área afecta para cada hoja evaluada.

TABLA B 2

Número y área de colonias infectando hojas de palto en el distrito de San Juan.

N° de muestra	Cantidad de colonias	Área total de colonias (mm ²)	Área de hoja (mm ²)	% Área afectada
1	8	683.20	16042.5	4.26%
2	10	184.76	2081.25	8.88%
3	11	112.31	5952	1.89%
4	10	369.92	7312.5	5.06%
5	10	588.26	9450	6.23%
6	19	302.38	5962.50	5.07%
7	17	62.83	5662.50	1.11%
8	5	42.41	7410.00	0.57%
9	11	49.48	3751.50	1.32%
10	17	113.10	5143.50	2.20%
11	13	230.12	5998.50	3.84%
12	3	174.36	5651.25	3.09%
13	14	202.63	5187.00	3.91%
14	9	120.95	3888.00	3.11%
15	9	679.37	6435.00	10.56%
16	7	651.88	9030.00	7.22%
17	21	953.47	6313.50	15.10%
18	1	46.34	3708.00	1.25%
19	9	1537.81	4779.00	32.18%
20	13	1084.63	5829.00	18.61%

Nota: En la tabla B 2, se muestra el mínimo 0.57 % y el máximo 32.18 % de porcentaje de área afecta para cada hoja evaluada.

TABLA B 3

Número y área de colonias infectando hojas de palto en el distrito de Magdalena.

N° de muestra	Cantidad de colonias	Área total de colonias (mm ²)	Área de hoja (mm ²)	% Área afectada
1	4	234.05	8325	2.81%
2	10	50.27	6336	0.79%
3	5	19.63	5208	0.38%
4	5	8.84	7236	0.12%
5	47	1897.52	6862.5	27.65%
6	55	827.02	10512.00	7.87%
7	52	268.61	6450.75	4.16%
8	49	60.48	5109.00	1.18%
9	46	1885.74	6069.00	31.07%
10	70	62.83	7866.00	0.80%
11	68	314.16	8383.50	3.75%
12	76	188.50	2808.00	6.71%
13	26	110.74	7728.00	1.43%
14	102	54.98	10255.50	0.54%
15	40	397.41	10578.00	3.76%
16	7	47.12	3975.00	1.19%
17	40	1004.92	9750.00	10.31%
18	1	212.84	4908.75	4.34%
19	25	208.13	5393.25	3.86%
20	45	390.34	6804.00	5.74%

Nota: En la tabla B 3, se muestra el mínimo 0.12 % y el máximo 31.07 % de porcentaje de área afecta para cada hoja evaluada.