



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en:

INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**Extractos de residuos agroindustriales de *Citrus* spp.
sobre el control de antracnosis en frutos poscosecha**

Autora:

CARMEN JULISSA ATOCHE PAICO

Asesor:

MsC. VEGA PORTALATINO EDWIN JORGE

Línea de Investigación:

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Registro: TI-EPIIA-004

SULLANA, PERU 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque ha estado conmigo dándome fortaleza, cuidándome en cada paso que daba para lograr mis objetivos. Mi madre Genara Paico Silva, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida guiándome, velando siempre por mi educación y bienestar, ahora siendo mi ángel en el cielo y a mis hermanas por apoyarme en todo momento. Al asesor MsC. Vega Portalatino Edwin Jorge; quien con su profesionalismo, carisma, experiencia, metodología y paciencia supo contribuir efectiva y eficazmente en el logro de las metas propuestas en la actual investigación.

Carmen Julissa Atoche Paico

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer

Presidente de Comisión Organizadora

Dra. Denesy Pelagia Palacios Jiménez

Vicepresidente Académico

Dr. Freddy Rogger Mejía Coico

Vicepresidente de Investigación

Dr. Luis Alfredo Espinoza Espinoza

Coordinador de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Edwin Jorge Vega Portalatino, Docente de la Universidad Nacional de Frontera, perteneciente a la carrera profesional de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, asignado como asesor mediante resolución de decanato N° 029-2020-UNF-VPAC/FIIA con título de trabajo de revisión bibliográfica “Extractos de residuos agroindustriales de *Citrus* spp. sobre el control de antracnosis en frutos poscosecha” de la estudiante egresada ATOCHE PAICO, CARMEN JULISSA de dicha facultad.

Doy visto bueno del trabajo de investigación presentado por dicha estudiante, dándole pase para que la egresada presente su trabajo de revisión bibliográfica a las áreas competentes para su evaluación y aprobación de dicho trabajo por parte de las autoridades de la Facultad de Ingeniería de Industrias alimentarias.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping, fluid strokes, positioned above a horizontal line.

MSc. Vega Portalatino Edwin Jorge

ASESOR

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER**

Yo, Carmen Julissa Atoche Paico, identificada con D.N.I 71107552, estudiante egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Frontera (UNF), declaro que mi trabajo de investigación titulado: “Extractos de residuos agroindustriales de *Citrus* spp. sobre el control de antracnosis en frutos poscosecha” aprobado mediante resolución de decanato N° 029-2020-UNF-VPAC/FIIA; no ha habido plagio, ni parcial ni totalmente según las normas internacionales.

De corroborarse que habido falsificación, fraude, plagio, piratería del trabajo de investigación presentado, asumo las responsabilidades administrativas que se puedan generar.

Sullana, 06 octubre de 2021



Atoche Paico Carmen Juissa

DNI N°71107552

INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	i
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA	ii
VISTO BUENO DEL ASESOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS	11
2.1. Metodología empleada	11
2.2. Búsqueda y selección de la información	12
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
3.1. Reporte de publicaciones relacionadas al <i>Citrus</i> y su control en diferentes especies de antracnosis	13
3.2. Reporte de publicaciones que relaciona el tipo de órganos de <i>Citrus</i> spp. utilizados en el control de antracnosis	14
3.3. Reporte de publicaciones de extractos de hojas de diferentes especies de <i>Citrus</i> en el control de Antracnosis	15
3.4. Reporte del Tipos de extractos utilizados en las publicaciones en relación a <i>Citrus</i> spp. y su control en antracnosis	16
IV. CONCLUSIONES	18
V. REFERENCIAS	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Reporte del número de publicaciones relacionadas al control de <i>Colletotrichum</i> y otros hongos a partir de extractos de <i>Citrus</i> spp.....	13
Tabla 2: Publicaciones que utilizan diferentes órganos de <i>Citrus</i> spp, en el control de antracnosis.....	14
Tabla 3: Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de hojas de las diferentes especies de <i>Citrus</i> spp. en el control de antracnosis.....	15
Tabla 4: Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de <i>Citrus</i> spp. en el control de antracnosis.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Características morfológicas del fruto del limón.....	7
Figura 2: Conidias de <i>Colletotrichum Gloeosporioides</i>	8
Figura 3: Antracnosis típica causada por <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	10
Figura 4: Reporte del número de publicaciones relacionadas al control de <i>Colletotrichum</i> y otros hongos a partir de extractos de <i>Citrus</i> spp.	13
Figura 5: Publicaciones que utilizan diferentes órganos de <i>Citrus</i> spp, en el control de antracnosis.....	14
Figura 6: : Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de hojas de las diferentes especies de <i>Citrus</i> spp. en el control de antracnosis.....	15
Figura 7: Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de <i>Citrus</i> spp. en el control de antracnosis.....	16

RESUMEN

La antracnosis es una de las enfermedades fúngicas con mayor impacto en productos hortofrutícolas, causando problemas fitosanitarios e infecciones después de la maduración de frutos. Sin embargo, en la actualidad se han aplicado diferentes métodos para controlar la antracnosis, siendo los extractos vegetales a base de *Citrus spp.* una técnica más eficiente para reducir daños ambientales y salvaguardar la salud del consumidor. Ante esta problemática, el objetivo de este trabajo es recopilar información sobre los extractos de residuos agroindustriales de *Citrus spp.* sobre el control de antracnosis en frutos poscosecha. Esta búsqueda de información se basó, en la revisión de fuentes primarias en páginas web de repositorios como Scopus, Intechopen, Sciencedirect, Scielo, Google académico, Alicia, etc. Esta búsqueda informativa, nos ha permitido evidenciar que el *Citrus spp.* sí permiten controlar a *Colletotrichium gloeosporoides*, sobresaliendo las hojas de *Citrus spp.* en comparación a los tallos, flores, cascara y frutos. También se demostró que los extractos etanolicos y crudos tuvieron el mayor control sobre antracnosis, en especial *Citrus limon*. Ante los resultados obtenidos, se demostró que los extractos de residuos agroindustriales de *Citrus spp.* sí permiten controlar la antracnosis en frutos poscosecha, pudiendo convertirse en buenos controladores biológicos y minimizar el uso de fungicidas sintéticos, reduciendo efectos de toxicidad en la salud del consumidor.

Palabras claves: Cítricos, *Colletotrichium*, órganos, especies, extractos.

ABSTRACT

Anthracnose is one of the fungal diseases with the greatest impact on fruit and vegetable products, causing phytosanitary problems and infections after fruit ripening. However, at present different methods have been applied to control anthracnose, being the vegetal extracts based on *Citrus spp.* a more efficient technique to reduce environmental damage and safeguard consumer health. Faced with this problem, the objective of this work is to collect information on the extracts of agroindustrial residues of *Citrus spp.* on the control of anthracnose in postharvest fruits. This search for information was based on the review of primary sources in web pages of repositories such as Scopus, Intechopen, Sciencedirect, Scielo, academic Google, Alicia, etc. This informative search has allowed us to show that *Citrus spp.* they do allow control of *Colletotrichium gloeosporoides*, with the leaves of *Citrus spp.* in comparison to the stems, flowers, shell and fruits. It was also shown that ethanol and crude extracts had the greatest control over anthracnose, especially *Citrus limon*. Given the results obtained, it was shown that the extracts of agroindustrial residues of *Citrus spp.* They do allow to control anthracnose in postharvest fruits, being able to become good biological controllers and minimize the use of synthetic fungicides, reducing toxicity effects on consumer health.

Keywords: *Citrus*, *Colletotrichium*, organs, species, extracts.

I. INTRODUCCIÓN

El comercio mundial de las principales frutas exportables como el aguacate, mango, papaya y piña u otras; alcanzo los 7.1 millones de toneladas en el año 2018, siendo la conservación de alimentos una necesidad mundial de la industria agroalimentaria enfrentando riesgos como el cambio climático, bajo desarrollo tecnológico y presencia de hongos fitopatógenos (FAO, 2018). Estos riesgos generaron un 55% en pérdidas económicas en distintas regiones tropicales y sub tropicales del mundo afectando principalmente la cadena de comercialización de frutas, originando un desnivel en la economía de los principales mercados mundiales (FAO, 2012).

Una de las enfermedades fúngicas con mayor impacto es la antracnosis en productos hortofrutícolas, causando problemas fitosanitarios e infecciones después de la maduración de frutos hasta el punto de generar necrosis o muerte del tejido vegetal interno, especialmente en las diferentes variedades de cítricos que se producen en los diferentes países del mundo (Bogantes & Mora, 2013).

En la actualidad, se han aplicado diferentes métodos y técnicas en contra de la antracnosis, siendo mayormente de naturaleza química como los fungicidas a nivel poscosecha, para evitar pérdidas de rendimiento y calidad del fruto. No obstante, el uso de fungicidas sintéticos promueve consecuencias negativas a la salud del consumidor, ambiente y el desarrollo resistencia de cepas patógenas (Bautista, 2006).

Esta necesidad de desarrollar nuevas estrategias naturales que sustituyan la aplicación de fungicidas sintéticos en las diferentes áreas de producción, ha permitido el uso de productos orgánicos; representando un menor peligro para la salud del consumidor y ambiente en sus variados contextos mundiales y nacionales (Sivakumar & Bautista-Baños, 2014).

Dentro de estos productos naturales, están los metabolitos secundarios de plantas usados como insecticidas. No obstante, no hay productos antifúngicos comerciales a pesar que existen un gran número de plantas que se han evidenciado su actividad anti fúngica, como es el caso de los extractos de *Allium*, *Capsicum*, *Citrus*, *Thymus*, *Origanum*, *Salvia*, *Mentha*, *Ecaliptus*, entre otros (Manzanedo, 2016).

En la actualidad, han mostrado algunos resultados positivos del género *Citrus* para controlar muchas especies de hongos fitopatógenos durante postcosecha, pudiendo considerarse una alternativa en el control biológico. Esto se ha demostrado en diferentes países del mundo, superando cualitativamente los niveles de producción en especial de los productos cítricos (Hernández et al., 2020).

Ante lo expuesto, este trabajo de investigación va a recopilar información sobre los extractos de residuos agroindustriales de *Citrus* spp. sobre el control de antracnosis en frutos poscosecha, abarcando trabajos experimentales dentro de los últimos diez años. Así mismo, en las secciones posteriores se describe en la Sección II. Materiales y métodos, Sección III. Resultados y discusión, Sección IV. Conclusiones y Sección V. Referencias.

1.1. Antecedentes de estudio

Harsha et al. (2014), en su trabajo de investigación titulado “Actividad antifúngica del extracto de hoja de tres cítricos contra *Colletotrichum capsici*”, mencionó que las hojas de *Citrus reticulata* y *Citrus limon* inhibió en un 50% el crecimiento micelial de *Colletotrichum capsici*, en comparación al bajo valor determinado en hojas de *Citrus médica* y *Citrus aurantium*.

De la misma forma Hernández et al. (2007), en su artículo publicado “Potencial antifúngico de extractos crudos de plantas sobre la germinación conidial de dos aislados de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc.”, demostraron que los extractos crudos de hojas y tallos de *Citrus aurantium* y *Citrus aurantifolia* mostraron porcentajes menores de germinación a 61% por microscopía óptica y 56% por método de espectrofotometría sobre *C. gloeosporioides*.

De la misma manera Bussaman et al. (2012), en su trabajo de investigación "Efecto de los extractos de hojas crudas sobre *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz and Sacc)", obtuvo como resultado que los solventes utilizados en la preparación de extractos de hojas de *Citrus hystrix* tuvo una variación en el control del *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz. and Sacc). por ejemplo, el etanol (80 %), metanol y cloroformo tuvo una inhibición micelial menor del 30%, 50% y 40 %. Demostrando que el tipo de solvente utilizado en la preparación de extractos, va

influir en la actividad antifúngica, aunque los resultados reportados son bajos con respecto a las otras plantas estudiadas.

Además Amadioha (1999), en su artículo de investigación “Evaluación de algunos extractos de hojas de plantas contra *Colletotrichum lindemuthianum* en caupi”, determino que los extractos de hojas de *Citrus limon* generó un porcentaje de inhibición de esporas con un valor de 23.6% con respecto al extracto acuoso y de 46.4% con respecto al extracto alcohólico. También se determinó el porcentaje de reducción de inhibición micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* de 18.9% con respecto al extracto alcohólico de hojas de *Citrus limon* a los 15 días de ser evaluados.

MacKenzie et al. (2010), en su trabajo de investigación “Colonización de las hojas de los cítricos y respuesta de conidiación secundaria a los extractos de flores de los cítricos por cepas de *Colletotrichum acutatum* que no se encuentran en la caída del fruto”, reportó que es posible el control de las cepas de *Colletotrichum acutatum* (antracnosis) por medio del control natural, constante y sistemático de las distintas partes de la planta de cítricos.

Barquero et al. (2013), en su trabajo de investigación: Presencia de *Colletotrichum acutatum* y *Colletotrichum gloeosporioides* en helecho hoja de cuero, limón criollo, papaya, carambola y mango en Costa Rica y Florida (Estados Unidos), reportó que “la antracnosis es una enfermedad causada por varias especies del género *Colletotrichum* en diferentes hospederos. *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*”. Dentro de la estructura morfológica son muy similares que hasta en los síntomas que producen tienen mucho parecido.

Según Hernández et al. (2020), en su trabajo de investigación denominado «Actividad antimicótica del extracto fenólico de cáscara de naranja dulce para controlar los hongos responsables de la descomposición de la fruta después de la cosecha», afirma que la actividad anti fúngica del extracto fenólico de la cáscara de naranja dulce ejerce acción contra tres tipos de hongos: *Monilinia fruticula*, *Botrytis cinérea* y *Alternaria alternata* por su capacidad inhibitoria y además de prolongar la vida útil de las frutas.

Asimismo Castillo & Olivar (2014), en el artículo científico “Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.)”, manifiesta que el aceite esencial

de naranja tiene un efecto inhibitor en la proliferación micelial del moho de un 80% a nivel *in vitro* al aceite esencial de 1% y 100% de inhibición y a concentraciones de 2.5% y 5% permitiendo disminuir la presencia de lesiones, siendo una alternativa factible, natural y eficaz para el control de la antracnosis.

También Dianella (2012), en su trabajo de investigación denominado “Actividad antifúngica *in vitro* de extractos hidroalcohólicos de hojas de *Citrus* spp. frente a hongos fitopatógenos *Lycopersicon esculentum* Mill.” manifiesta que los extractos hidroalcohólicos de hojas *Citrus* spp. mostraron capacidad inhibitoria micelial y germinación de los fitopatógenos perteneciente a *Lycopersicon esculentum* Mill.

De la misma manera Guitierrez (2016), en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIB) - México, presentó exitosamente su trabajo de investigación denominado: Caracterización de los mecanismos antagónicos de *Debaryomyces hansenii* contra *Colletotrichum gloeosporioides* y su efecto en la protección de poscosecha en papaya VAR Maradol. Se llega a la conclusión fundamental que la levadura *D. hansenii* otorga protección sistemática de los frutos de papaya contra la enfermedad de la antracnosis, vinculada directa y objetivamente con relación a la competencia por el espacio dispuesto y la formación respectiva de carbohidratos, así como por la formación posterior de biopelículas dispuestos en el proceso mismo.

Asimismo, Mogollón & López (2021), en su artículo científico “Efecto de las variables meteorológicas sobre la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) de la lima ácida Tahití en el piedemonte llanero, Colombia”, determino como la temperatura, precipitación, humedad relativa influye sobre el desarrollo de la antracnosis; concluyendo que las condiciones ambientales influyen en la caída de frutos y a la vez afirmo que induce el desarrollo de la antracnosis durante los meses de lluvia.

Según Aguilar et al. (2021), en su artículo científico denominado “Agente causal de la antracnosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el norte de Perú: Sintomatología, aislamiento e identificación, patogenicidad y control”, describieron la sintomatología, identificación cultural, morfometría del agente causal y evaluación de fungicidas *in vitro*; identificándose a los mohos como *Ascochyta pisi*, *Colletotrichum truncatum* y *C. lindemuthianum*, , demostrando su presencia en un rango amplio de vegetales.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. *Citrus* spp.

1.2.1.1. Origen y distribución

Su origen se remonta a partir de las antiguas civilizaciones, quienes emplearon este fruto para extraer sustancias aromáticas o ser consumidos de manera directa; pero son las culturas chinas e hindúes quienes empezaron la siembra agrícola al sur de Japón, poblaciones de Malasia y los diferentes países del continente asiático (Morín, 1985).

No obstante, este cultivo en diversas comunidades de Valencia permitió las primeras plantaciones de naranjos durante el siglo XVIII, a nivel de jardines y huertos; permitiendo que durante el año 1942 llegara a nuestra patria como parte del proceso colonizador desarrollado por los españoles, expandiéndose en costa, sierra y selva (González, 2014).

En la actualidad, este importante cultivo de limón está presente en todo el mundo y ejerce una notable influencia en la alimentación, salud, industria y comercio (Liz, 2018).

1.2.1.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo con Mostacero (1993), los *Citrus* spp. presentan la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Vegetal

Sub reino: Fanerógama

División: Angiosperma

Subdivisión: Angiospermafitina

Clase: Dicotiledónea

Orden: Rutales (Theerembentales)

Sub orden: Rutineae

Familia: Rutaceae

Sub familia: Citroidea (Aurantoidea)

Género: *Citrus*

Nombre común: Limón

Esta clasificación es importante y necesario tenerla en cuenta para poder describir con objetividad y realismo los diferentes tópicos y dimensiones del *Citrus* spp.

1.2.1.3. Características generales del *Citrus* spp.

Al respecto Delgado (1984), presenta las siguientes características de esta importante y necesaria planta para la alimentación y salud en las diferentes partes del mundo:

- Su tamaño puede ser regular o bajo, dependiendo básicamente de su especie.
- Sus hojas presentan un tamaño de cinco a siete centímetros de largo.
- El limbo de la parte foliar, en la mayoría de los casos es alargado.
- El peciolo, en la mayoría de los casos, es delgado.
- Las flores, son hermafroditas en muchas de las especies estudiadas.
- Los pétalos miden aproximadamente de 8 a 12 mm en la mayoría de las especies existentes.
- El ovario de forma esférica presenta de 8 a 12 lóculos.
- Lo peculiar de cada flor es que se autopoliniza desarrollándose como un árbol de excelente porte y producción.

De la misma manera Franciosi (1985), señala que en el mesocarpio es reducido, pegado al apicarpio y blando, presentando 9 a 12 lóculos con sustancias de reserva en estructura vesiculares. De la misma manera la cascara presenta glándulas y es de bajo grosor. Además, su pulpa es acida y de color verde, presentando semilla poliembryónicas, blancas internamente y de tamaño pequeño.



Figura 1: Características morfológicas del fruto del limón
Fuente: <http://www.tramil.net/es/plant/citrus-aurantifolia>.

1.2.1.4. Compuestos bioactivos del *Citrus*

González (2014), señala que el *Citrus* presenta compuestos bioactivos como ácido ascórbico, carotenoides, fibra dietética y polifenoles totales; donde sus cantidades va depender de sus especies, variedades o condiciones edafoclimáticas. De la misma manera menciona que en estudios realizados con respecto a la cascara de mandarina, se ha identificado magnesio y carotenoides, además que en la toronja “variedad blanca” se identificó ácido ascórbico y zinc. Estos compuestos bioactivos, permite prevenir y tratar enfermedades cardiovasculares, de la misma manera que pueden ser utilizados en la formulación de alimentos funcionales o usado para el control natural de microorganismos.

1.2.2. Antracnosis

1.2.2.1. Historia de la antracnosis

Almeida (1899), señala que la antracnosis fue identificada por primera vez en Portugal, donde se hizo una descripción breve sobre la enfermedad y del agente causal que afecta principalmente a los diferentes cultivos y variedades presentes en los diferentes lugares del mundo.

De la misma manera Trapero et al. (2009), señalan que, en diversos libros de interés agrícola, Alonso de Herrera (siglo XVI), Columela (siglo I) y Plinio (siglo I); aborda la importancia y necesidad de adelantar la

recolección de los frutos en épocas lluviosas, con la finalidad de reducir frutos en malas condiciones fitosanitarias, reduciendo la infección a consecuencia de *Colletotrichum* y obtener una producción de buena calidad.

1.2.2.2. Definición

Es un moho de conidios simples con forma alargada, estructura unicelular y color oscuro; provoca manchas pardas y negras en las hojas de los cultivos y frutos, atacando principalmente tejidos jóvenes provocando la destrucción de los cultivos, causando pérdidas económicas del 10% al 80% en cultivos agrícolas a nivel mundial (Giant et al., 2009).

La propagación de este moho se debe básicamente al uso inadecuado de fungicidas, excesiva humedad y desconocimiento sintomatológico de la enfermedad. Ante lo descrito, Alarcón (2008), señala que existen algunos reportes de la patogenicidad en varios frutales como tomate de árbol, aguacate, cítricos, mango, papaya, maracuyá y guayaba, lo cual se debe considerar en los estudios de investigación para tener un entendimiento sobre su infección en plantas y establecer métodos de control biológico.



Figura 2: Conidias de *Colletotrichum Gloeosporioides*

Fuente: <https://www.horticultivos.com/agroquimicos/fitosanidad/antracnosis-otro-enemigo-en-la-produccion-de-citricos/>.

1.2.2.3. Taxonomía de la antracnosis

Al respecto Bayercropscience (2014), describe la antracnosis según como de detalla:

Tipo: Agentes patógenos

Nombre científico: *Colletotrichum* spp.

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Phyllachorales

Familia: Phyllachoraceae

Género: *Colletotrichum*

Nombres comunes: Antracnosis, ojo de pollo.

1.2.2.4. Mecanismos de infección y enfermedad

Sobre este importante tópico Alarcón (2008), señala que la infección por *Colletotrichum gloeosporioides* inicia con la germinación, aparición del tubo germinativo, formación del apresorio, penetración y colonización; donde sus hifas se diseminan en espacios intra e inter celulares y a través de la pared celular, desencadenando tejidos necróticos (Botero, 1999).

Cuando el patógeno crece dentro de los tejidos conforme son colonizados, provoca un comportamiento necrotrófico clásico. En un inicio los síntomas son imperceptibles y posteriormente es evidente su progreso hasta la destrucción total de las plantaciones (Contreras, 2006).



Figura 3: Antracnosis típica causada por Colletotrichum gloeosporioides.
Fuente: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-de-la-antracnosis-en-el-cultivo-de-papaya>.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Metodología empleada

De acuerdo con Bernal, C. (2006) la investigación documental se basa en el análisis de información escrita acerca de un tema seleccionado, cuyo objetivo es examinar las relaciones, diferencias, fases y perspectivas del estudio que corresponda. Para el presente estudio, se busca apreciar y valorar los aportes científicos y específicos con respecto al tratamiento del *Citrus* spp. y su efecto en el tratamiento de la antracnosis como alternativa para evitar esta temible plaga.

Para ello se analiza la información propuesta en artículos científicos y tesis de grado de bachillerato, licenciatura y maestría en diferentes universidades internacionales, nacionales y locales.

Como punto clave para empezar la búsqueda, se comienza considerando las palabras claves como *Colletotrichum* spp., extractos vegetales, antifúngico, antracnosis, *Citrus* spp., siendo estas importantes en la búsqueda de información al ser considerado variables del problema, tomando en cuenta criterios de selección los cuales se encuentran determinados a la pregunta a la que trata de responder en el artículo; también, se debe realizar un detallado análisis de los artículos que están relacionados directamente con el tema de investigación u otro aspecto referente a la calidad metodológica.

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se hizo una revisión bibliográfica, referente al título: Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. La recolección de la información se realizó durante los meses de mayo de 2020 a setiembre del 2021, iniciando con una búsqueda actualizada de la literatura de artículos científicos sustentada en el análisis documental, publicaciones científicas o a través de portales web de repositorios o base de datos. La selección inicial de los artículos científicos se hizo desde una visión general, para luego ir profundizando en el tema teniendo en cuenta los siguientes criterios, como la actualización de la información consultada, análisis del título y la realización del objetivo. Verona, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.):

2.2. Búsqueda y selección de la información

Se llevó a cabo por medio del buscador google académico ingresando las palabras claves como: tesis + *Citrus* spp.; tesis + antracnosis; tesis + antracnosis; artículos científicos + *Citrus* spp.; artículos científicos + antracnosis.

Para llevar a cabo este presente trabajo de investigación, se hizo una revisión bibliográfica, en donde se utilizó fuentes primarias, como artículos científicos, tesis, libros referentes a los extractos a base de residuos de limón y acción antifúngica sobre antracnosis teniendo en cuenta los siguientes criterios, como la actualización de la información consultada, análisis del título ya que es uno de los que más relación tiene con el tema, procediendo hacer lecturas genéricas de los resúmenes, conclusiones, resultados y tomando en cuenta las palabras claves. También, se hizo uso de portales web de repositorios como Scopus, Intechopen, Sciencedirect, Scielo, Google académico, etc.

Por consiguiente, se describe los siguientes repositorios utilizados para el trabajo de investigación:

Scopus (<https://www.scopus.com/>); es una de las bases mayores de datos de resúmenes. Está habilitado en los campos de ciencia, medicina, tecnología, artes, humanidades y ciencias sociales.

Sciencedirect (<https://www.sciencedirect.com/>); es una base de datos revisada por expertos que contiene libros electrónicos, revistas, y títulos que los campos de la ciencia, medicina y tecnología.

Intechopen (<https://www.intechopen.com/>); es una base de datos que trabajan con instituciones y autores de todo el mundo revisando capítulos de libros para garantizar una revisión por pares de calidad.

Scielo (<https://scielo.org/>); es una biblioteca virtual que abarca una colección seleccionada de revistas científicas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente apartado se presenta el análisis exhaustivo de las tesis y artículos científicos tratados de acuerdo a los objetivos planteados previamente:

3.1. Reporte de publicaciones relacionadas al *Citrus* y su control en diferentes especies de antracnosis.

Tabla 1: Reporte del número de publicaciones relacionadas al control de *Colletotrichum* y otros hongos a partir de extractos de *Citrus* spp.

Especies de <i>Colletotrichum</i>	(f)	%
<i>Colletotrichum gloesporoides</i>	3	25
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	2	17
<i>Colletotrichum acutatum</i>	3	25
<i>Colletotrichum capsici</i>	1	8
Otros	3	25
Total	12	100

Fuente: Elaboración Propia

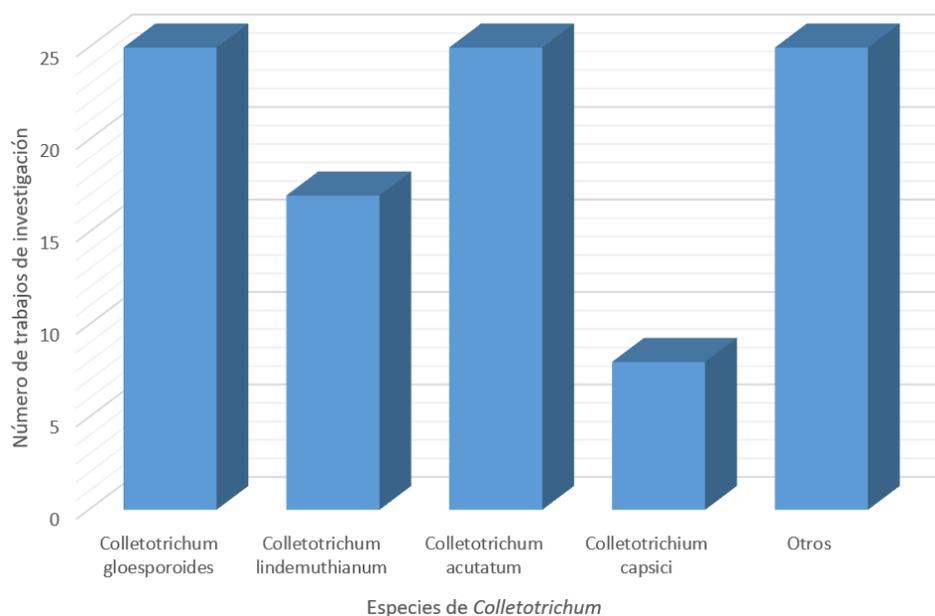


Figura 4: Reporte del número de publicaciones relacionadas al control de *Colletotrichum* y otros hongos a partir de extractos de *Citrus* spp. Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la información presentada, se aprecia que la tercera parte de las publicaciones se relacionan con el control de *Colletotrichium gloeosporoides* y *acutatum*, con respecto a las otras especies reportadas. Demostrando que el género *Citrus* presenta actividad antifúngica sobre diferentes especies de *Colletotrichium*, convirtiéndose en nuevas alternativas orgánicas para su aplicación o estableciendo nuevas medidas preventivas a partir de estos extractos (Xavier, 2015). Validando la necesidad mencionada por Sivakumar & Bautista (2014), al poder convertirse en nuevas estrategias naturales que sustituyan la aplicación de fungicidas sintéticos al no ser un peligro para la salud del consumidor y ambiente.

3.2. Reporte de publicaciones que relaciona el tipo de órganos de *Citrus* spp. utilizados en el control de antracnosis.

Tabla 2: Publicaciones que utilizan diferentes órganos de *Citrus* spp, en el control de antracnosis.

<i>Organos de Citrus</i>	(f)	%
<i>Hojas</i>	4	44
<i>Tallos</i>	1	11
<i>Flores</i>	1	11
<i>Cascara</i>	1	11
<i>Frutos</i>	2	22
Total	9	100

Fuente: Elaboración Propia

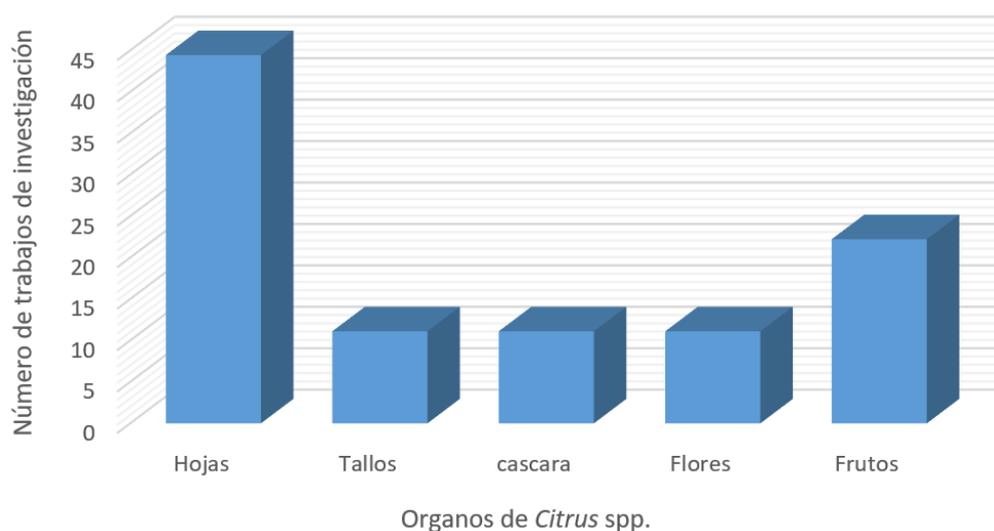


Figura 5: Publicaciones que utilizan diferentes órganos de *Citrus* spp, en el control de antracnosis.
Fuente: Elaboración Propia

La información presentada, nos demuestra que la cuarta parte de los trabajos de investigación hace mención al uso de hojas de *Citrus* spp. en el control de antracnosis; en comparación a los frutos, tallos, flores y cascaras reportadas. Estos resultados nos demuestran, que las hojas de *Citrus* spp. son las que contienen una mayor actividad antifúngica en el control de *Colletotrichium*, pudiendo afirmar Melo Cerón (2014), que es posible que otras partes del *Citrus* spp. actualmente consideradas como residuos puedan ser aprovechadas dentro de los procesos agroindustriales, debido a la presencia de compuestos fenólicos, carotenoides, antocianinas, flavonoides y tocoferoles, atribuyéndole estas actividades de control antifúngico (Cauich et al., 2017).

3.3. Reporte de publicaciones de extractos de hojas de diferentes especies de *Citrus* en el control de Antracnosis.

Tabla 3: Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de hojas de las diferentes especies de *Citrus* spp. en el control de antracnosis

<i>Especies de Citrus</i>	(f)	%
Aurantium	1	14
Medica	1	14
Reticulata	1	14
Hystrix	1	14
Limon	2	29
Spp	1	14
Total	7	100

Fuente: Elaboración Propia

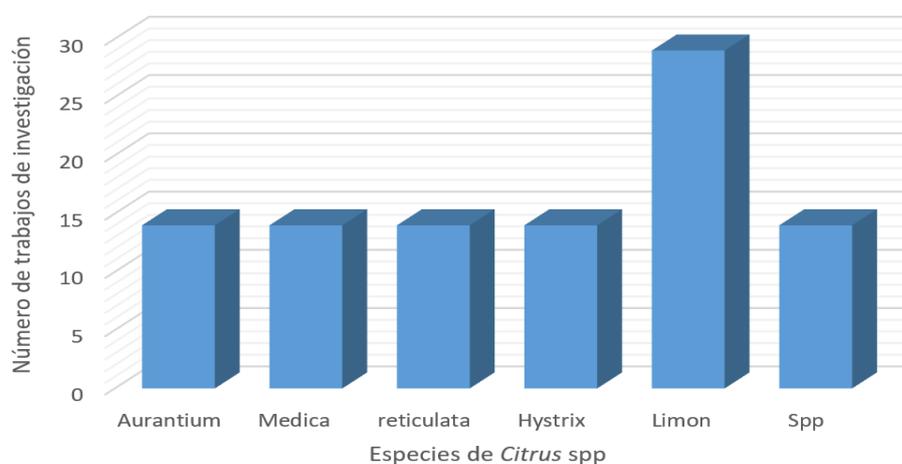


Figura 6: : Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de hojas de las diferentes especies de *Citrus* spp. en el control de antracnosis. Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados, nos demuestra que la mayoría de trabajos de investigación a reportado la actividad antifúngica que presenta las hojas de *Citrus limon* sobre *Colletotrichum*; sin embargo, otras especies pueden convertirse en nuevas fuentes de metabolitos para el control de mohos, como lo menciona Melo Cerón (2014) y Cauich et al., (2017), con la finalidad de minimizar riesgos de inversión y el incurrimiento en pérdidas de sembríos (López, 2018).

3.4. Reporte del Tipos de extractos utilizados en las publicaciones en relación a *Citrus spp.* y su control en antracnosis.

Tabla 4: Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de *Citrus spp.* en el control de antracnosis

Tipos de extractos	(f)	%
Cloroformo	1	11
Acuoso	1	11
Etanólico	2	22
Metanólico	1	11
Extracto crudo	2	22
Fenólico	1	11
Hidroalcohólico	1	11
total	9	100

Fuente: Elaboración Propia

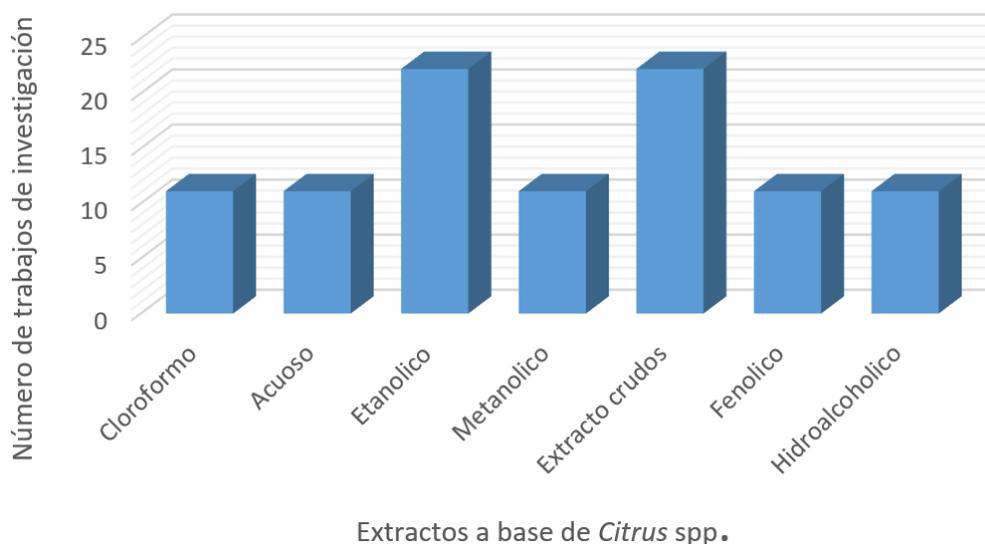


Figura 7: Publicaciones que utilizan diferentes tipos de extractos de *Citrus spp.* en el control de antracnosis. Fuente: Elaboración Propia

Los resultados nos demuestran que, de todos los autores consultados, un porcentaje regular han utilizado los extractos etanólico y crudos de *Citrus* spp, para evaluar su control en antracnosis; sin embargo, también se viene utilizando otros tipos de extractos que puedan dar mejores resultados y convertirse en nuevas alternativas para control de hongos fitopatógenos durante postcosecha, como lo menciona Hernández et al., (2020).

IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo de revisión permitió evidenciar que parte de la información recopilada demostró que los extractos de residuos agroindustriales de *Citrus spp.* sí permiten controlar la antracnosis en frutos postcosecha, reportándose su actividad antifúngica contra diferentes especies de *Colletrotrichium*, en especial sobre *gloesporoides*. Con respecto a los órganos del *Citrus spp.* se demostró que las hojas presentan una mayor actividad antifúngica sobre la antracnosis a diferencia de los tallos, flores, cascara y frutos. Sobre la especie referente al *Citrus* se ha demostrado que el *Citrus limon* fue el más sobresaliente, reportando que los extractos etanólicos y crudos tuvieron el mayor control sobre esta enfermedad. Esta actividad, es posible debido a la presencia de compuestos fenólicos, carotenoides, antocianinas, flavonoides y tocoferoles presentes, contribuyendo a ser nuevas fuentes para la extracción de metabolitos secundarios y pudiendo convertirse en buenos controladores biológicos y minimizar el uso de fungicidas sintéticos, reduciendo efectos de toxicidad en la salud del consumidor y manteniendo productos alimenticios de calidad.

V. REFERENCIAS

- Aguilar, R., Rafael-rutte, R., Martínez-santos, H., & Apaza-apaza, S. (2021). Causal agent of anthracnose in the pea crop (*Pisum sativum* L .) in northern of Perú : Symptomatology , isolation and identification , pathogenicity and control Agente causal de la antracnosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*). *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 7–14.
- Alarcón, J. (2008). Diagnóstico precoz de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol mediante el empleo de infecciones quiescentes. Universidad de Caldas. Programa de Agronomía. Caldas, Colombia.
- Almeida MJV. 1899. La gaffa des olives en Portugal. *Bull. Soc. Mycol. Franc.* 15, 90–94
- Amadioha, A. C. (1999). Evaluation of some plant leaf extracts against *Colletotrichum lindemuthianum* in cowpea. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 32(2), 141–149. <https://doi.org/10.1080/03235409909383283>
- Bautista, B. (2006). Enfermedades Postcosecha En Productos Hortofrutícolas : Uso De Microorganismos Horticultural Commodities : Use of Microorganims Antagonist. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 8, 1–6.
- Barquero, M., Natalia, A., & Felipe, L. (2013). Presencia de *Colletotrichum acutatum* y *Colletotrichum gloeosporioides* en helecho hoja de cuero, limón criollo, papaya, carambola y mango en costa rica y florida (estados unidos). *Agronomía Costarricense*, 37(1): 23-38. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/10710>
- Bayercropscience. (2014). Problemas biológicos, antracnosis en brócoli. En línea. Consultado el 12 de febrero del 2014.
- Bernal, C. (2006). Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. *México: Pearson Educación*.
- Bogantes, A. & Mora, N. (2013). Incidencia y severidad de la Antracnosis in línea e híbridos de la papaya. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 411–417.

- Botero, M. 1999. Estudio de la interacción biológica de microorganismos relacionados con *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), penz. & sac c., agente causante de la antracnosis en tomate de árbol”, Colombia. <http://hdl.handle.net/11348/6400>
- Bussaman, P., Namsena, P., Rattanasena, P., & Chandrapatya, A. (2012). Effect of crude leaf extracts on *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. *Psyche (London)*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/309046>
- Can-Cauich et al., (2017). Polvos de piel de frutas tropicales como ingredientes funcionales: Evaluación de sus compuestos bioactivos y actividad antioxidante.
- Castillo, C., & Olivar, R. (2014). Artículo original Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja, 81–85.
- Contreras, C. 2006. Caracterización y pruebas de patogenicidad cruzada entre aislamientos de *Colletotrichum spp.* Obtenidos de frutos de lulo, tomate de árbol, granadilla, mango y tallos de mora con síntomas de Antracnosis”, (Tesis de grado).
- Delgado. (1984). La Planta. Lima-Perú: Biblioteca Agropecuaria del Perú - Nets Editores.
- Dianella, I. R. (2012). Actividad antifúngica in vitro de extractos hidroalcohólicos de hojas de *Citrus spp.* frente a hongos fitopatógenos. *Tesis de diploma de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.* 1–87.
- FAO (2012). Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo. Alcances, causas y prevención. Estudio realizado para el Congreso internacional. Roma, Italia. 1 – 42. <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>
- FAO (2018). Análisis del Mercado de las Principales Frutas Tropicales. Roma, Italia. 1 – 20. <https://www.fao.org/3/cb0834es/CB0834ES.pdf>
- Franciosi. (1985). Manual de Cultivo de Frutales. *Editorial fopex* Trujillo Perú, 237 pp.
- Giant, L., Andrades, I., Yender, F., Labarca, J., & Ulacio, D. (2009). Evaluación de la antracnosis (*Colletotrichum sp.*) en guanábana (*Annona muricata L.*) tipo Gigante en el sector Moralito del estado Zulia, Venezuela. *Revista UDO Agrícola*, 9 (1): 148-157.

- González, C. (2014). Identificación de materiales de naranja para la agroindustria de jugos y concentrados de exportación, adaptados a las condiciones agroecológicas de la zona cafetera central. Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia Colombia. 1-123p
- Gutierrez, D. (2016). Caracterización de los mecanismos antagónicos de *Debaryomyces hansenii* contra *Colletotrichum gloeosporioides* y su efecto en la protección poscosecha en papaya var. maradol. Tesis para la obtencion de maestro, *Centro de Investigaciones biológicas del noroeste, S.C.* 1 – 100. http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/571/gutierrez_e.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Harsha, M S, P., K H, S., H V, S., & T R, P. K. (2014). Antifungal Activity of Leaf Extract of Three Citrus Plants Against *Colletotrichum Capsici*. *Journal of Pharmaceutical & Scientific Innovation*, 3(4), 369–370. <https://doi.org/10.7897/2277-4572.034175>
- Hernández-albíter, R. C., Barrera-necha, L. L., Bautista-, S., Bravo-luna, L., Nacional, I. P., De, C. D. D., Bióticos, P., Postal, A., Yautepec-jojutla, C., Yautepec, S. I., & Correspondencia, M. C. P. (2007). Antifungal Potential of Crude Plant Extracts on Conidial Germination of Two Isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 25(2), 180–185.
- Hernández, et al (2020). Anti-fungal activity of phenolic sweet orange peel extract for controlling fungi responsible for post-harvest fruit decay. *Fungal Biology*, 125 (2): 143 – 152. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2020.05.005>
- Liz, L. (2018). Efecto de la sacarosa y cotiledones sobre el prendimiento de microinjertos in vitro de naranja y limón (*Citrus* sp.). Tesis para obtener el título de Biólogo, Universidad Nacional Agraria la Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3192/F02-L45-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- Manzanedo, K. (2016). *Postharvest Control Methods Of Infection By Gender Penicilliumcitrus, Pears And Apples*. [Http://Dspace.Unitru.Edu.Pe/Bitstream/Handle/Unitru/4324/Campos Manzanedo Fiorella Katherine.Pdf?Sequence=3&Isallowed=Y](Http://Dspace.Unitru.Edu.Pe/Bitstream/Handle/Unitru/4324/Campos%20Manzanedo%20Fiorella%20Katherine.Pdf?Sequence=3&Isallowed=Y)

- MacKenzie, S. J., Peres, N. A., & Timmer, L. W. (2010). Colonization of citrus leaves and secondary conidiation response to citrus flower extracts by non-postbloom fruit drop strains of *Colletotrichum acutatum*. *Tropical Plant Pathology*, 35(6), 333–342. <https://doi.org/10.1590/s1982-56762010000600001>.
- Melo Cerón, C. (2014). Efecto de la fertilización orgánica en la producción de frutos y disminución de antracnosis (*Colletotrichum spp*) en *Citrus tangüelo* J.W. Ingram and H.E. Moorey *Citrus aurantifolia* Christm Swingle. Magister en ciencias agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Repositorio institucional. Biblioteca digital. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21960/7012002.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mogollón-ortiz, Á. M., & López-cardona, N. (2021). *Efecto de las variables meteorológicas sobre la antracnosis (Colletotrichum acutatum) de la lima ácida Tahití en el piedemonte llanero , Colombia Effect of weather variables on the anthracnose (Colletotrichum acutatum) affecting Tahiti lime in the Colombian eastern foothill piedmont Resumen Introducción Materiales y métodos. 45(174), 250–259.*
- Morín, C. (1985). Cultivo de Cítricos. 2da. Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica, 611 pp.
- Mostacero, J. (1993). Taxonomía de las Fanerógamas Peruanas. Trujillo-Perú: Concytec. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas, Carrera de Microbiología Agrícola y Veterinaria, Colombia.
- Sivakumar, D., & Bautista-Baños, S. (2014). A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop Protection*, 64, 27–37.
- Trapero A, Roca LF, Moral J. (2009). Perspectivas futuras del control químico de las enfermedades del olivo. *Phytoma .España* 212, 80–82.
- Verona, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus spp.*): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos

Xavier, C. (2015). Resistencia y Control Químico en la Antracnosis del Olivo causada por *Colletotrichum spp.* Fundación Dialnet. Universidad de Córdoba, España.