



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complejivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Incidencia del daño de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)
en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.)

AUTORA:

Janina Belén Triana Iler

TUTOR:

Ing. Agr. Darío Javier Dueñas Alvarado, MAE

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

Es de total conocimiento que la antracnosis es la enfermedad más importante del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el Ecuador y que su agente causal es el hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*), por lo que en el presente trabajo se describe el daño causado por medio de la caracterización de los síntomas y daños especificar los métodos de control de la enfermedad. Usando la metodología de recopilación de información relacionado con el tema proveniente de la internet y su variedad de canales de acceso a fuente información confiable como artículos científicos, tesis de grado y otras, donde seguidamente se realizó el análisis y redacción de la idea de cada uno de ellos hasta la compilación satisfactoria. Se recopiló la existencia de 17 géneros y 25 especies de patógenos que afecta al cultivo de papaya, entre ellos cinco del género *Colletotrichum*, registrando dos especies en el Ecuador, pero *C. gloeosporioides* y *C. acutatum*, pero la primera es la de mayor incidencia. La antracnosis presenta síntomas al principio exudados gomosos, seguida de pequeñas lesiones que se tornan de color café con halo amarillo con tendencia a hundirse en los bordes, que luego se fusionan abarcando mayor área del fruto, con hundimiento central de color de gris a café con puntos salmón a rosa donde se encuentran las estructuras reproductivas del hongo. Al madurar el fruto se ablanda la epidermis y se establecen lesiones mayores.

Palabras clave: Enfermedades de la papaya, *Colletotrichum*, papaya ecuatoriana

SUMMARY

It is well known that anthracnose is the most important disease of the papaya crop (*Carica papaya* L.) in Ecuador and that its causal agent is the hogo (*Colletotrichum gloeosporioides*), so in this work the damage caused by characterizing the symptoms and damage is described by specifying the methods of disease control. Using the methodology of collecting information related to the topic from the internet and its variety of channels of access to reliable information source such as scientific articles, theses and others, where then the analysis and drafting of the idea of each of them was performed until the satisfactory compilation. The existence of 17 genera and 25 species of pathogens that affect the papaya crop was compiled, among them five of the *Colletotrichum* genus, registering two species in Ecuador, but *C. gloeosporioides* and *C. acutatum*, but the first is the one with the highest incidence. Anthracnose presents symptoms at the beginning with gummy exudates, followed by small lesions that turn brown with yellow halo with a tendency to sink at the edges, which then merge covering a larger area of the fruit, with a central sink of gray to brown color with salmon to pink dots where the reproductive structures of the fungus are located. As the fruit ripens, the epidermis softens and larger lesions are established.

Key words: Papaya diseases, *Colletotrichum*, ecuadorian papaya.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 LINEAS DE INVESTIGACIÓN	5
2. DESARROLLO.....	6
2.1 Marco Conceptual.....	6
2.1.1 El cultivo de la papaya	6
2.1.2. Taxonomía de la papaya	6
2.1.3. Origen de la Papaya	6
2.1.4. Enfermedades de la Papaya	6
2.2 MARCO METODOLÓGICO.....	8
2.2 .1 RESULTADOS	8
2.2.2. Patógenos responsables de las enfermedades de la papaya	8
2.2.3 Generalidades de la enfermedad Antracnosis en Papaya	9
2.2.4 Condiciones ambientales que la favorecen.....	10
2.2.5 Síntomas de la Antracnosis	11
2.2.6 Control de la antracnosis en papaya	14
2.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	17
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
3.1. CONCLUSIONES	19

3.2. RECOMENDACIONES.....	20
4. REFERENCIAS Y ANEXOS.....	21
4.1. REFERENCIAS	21
ANEXOS.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies de Colletotrichum causantes de la antracnosis en fruto de papaya	9
--	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Infografía de la Antracnosis	10
Figura 2. Síntoma avanzado de Antracnosis en fruto de Papaya	12
Figura 3. Grupos de síntomas de antracnosis en el fruto de papaya.....	13

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) es la tercera fruta tropical de mayor aceptación en el mundo, seguido por la piña y el mango, siendo muy importante desde el punto de vista económico. La secuencia de países con mayor demanda de importaciones a nivel mundial son los Estados Unidos, Singapur, Canadá y la Unión Europea. Los países en desarrollo son responsables de aproximadamente el 98% de la producción mundial, mientras que los países desarrollados absorben aproximadamente el 80% del comercio mundial de importaciones. (Espinoza Bustamante y Marín Delgado 2020).

Las exportaciones de México, que es el principal exportador mundial de papayas, ha llegado al 9,6 % durante todo el año, generando una expansión de la producción. La información proporcionada por fuentes del Gobierno de México muestran el aumento de la superficie generando mayor expansión de la producción. (FAO 2022).

El cultivo de papaya se concentra en las regiones tropicales y subtropicales del Ecuador, con una superficie cultivada estimada de 2.942 hectáreas. Las mayores zonas de cultivo se encuentran en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, y en menor medida en las provincias de Manabí, El Oro, Sucumbíos, Orellana y Pastaza. La papaya requiere una cantidad significativa de agua para producir buenas cosechas, ya que el crecimiento continuo del tallo y la formación de nuevas hojas son esenciales para una producción continua a medida que la fruta se desarrolla en la axila de las hojas. La escasez de agua que afecta temporalmente el crecimiento puede provocar la caída de las flores y reducir los rendimientos hasta en un 50%(Jiménez Vera 2020).

La antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) es una de las principales enfermedades que ataca al cultivo de papaya especialmente sus daños se presentan en el fruto, ocasionando muchas pérdidas a nivel mundial; lo que hace necesario buscar alternativas para el control de esta enfermedad que afecta

fuertemente al productor y consumidor de esta fruta y por supuesto a la economía del Ecuador.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La *Colletotrichum gloeosporioides* es una enfermedad que puede iniciar en las primeras etapas de desarrollo de la planta y permanecer latente hasta la etapa de maduración del fruto. La Antracnosis se dispersa por diversos motivos como: el viento, el agua, y también en condiciones de alta humedad, principalmente se inician en las hojas bajas, Las flores procedemos a marchitarse se caen y se enrollan, en el fruto se manifiestan manchas.

La antracnosis es la principal enfermedad postcosecha en papaya, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. Este microorganismo es considerado uno de los más nocivos que afectan la calidad del fruto y reducen su valor comercial. Los síntomas más comunes incluyen lesiones necróticas, redondas y hundidas de color marrón. El patógeno puede penetrar el fruto directamente o a través de heridas o estomas presentes. (Vaca Castro 2022).

La papaya es una fruta que ofrece un excelente aporte nutricional, pero, por alta susceptibilidad al daño físico y por supuesto, al deterioro microbiológico, se investigó para probar las propiedades antifúngicas del quitosano con el objetivo de proteger la fruta contra enfermedades e infecciones fúngicas, previniendo post-pérdidas de cosecha que perjudican la economía del comerciante, buscando así extender la vida útil de la papaya durante su período de distribución. (Chávez Espinoza y Fernández Solarte 2019).

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente caso de estudio referente a la enfermedad *Colletotrichum gloeosporioides* en el cultivo de *Carica papaya*, se lo realiza con el fin de evaluar la incidencia de daño de la enfermedad para prevenir la expansión total de daño en el fruto, y pérdidas productivas a nivel mundial y especialmente en zonas del Ecuador, para llevar a cabo una correcta prevención es necesario tomar medidas necesarias y efectivas como el manejo adecuado del cultivo.

Para llevar a cabo una buena producción de Papaya se debe tomar en cuenta requerimientos adecuados, como el buen manejo del suelo dejando abundante espacio entre las plantas, agua, y buena desinfección de herramientas de podas para no contagiar las plantas sanas, un adecuado control de productos químicos para controlar la expansión de daño de esta enfermedad a la fruta, por ende, lograr aumentar su potencial productivo y económico.

Si realizamos un buen manejo de la enfermedad Antracnosis en el cultivo de Papaya obtendremos buenos resultados, se puede destacar que la papaya es una fruta de muy buena aceptación para su consumo, por sus propiedades nutritivas, en el ámbito medicinal y relacionadas a la digestión que posee; en el país ecuatoriano esta fruta es un desafío para los productores en cuanto a su comercialización, otros beneficios de la papaya se puede producir durante todo el año con diversas características referentes a su tamaño, color y sabor.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se justifica la presente investigación bibliográfica sobre “La Incidencia de daño que causa la enfermedad llamada antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de Papaya (*Carica papaya*).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- ✓ Describir los daños causado por la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.).

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Detallar los síntomas producidos por la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de papaya en Ecuador
- ✓ Especificar los métodos de control de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de papaya (*Carica papaya*)

1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Dominio: Recursos Agropecuarios, Medio ambiente, Biodiversidad y Biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable

2. DESARROLLO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1. El cultivo de la papaya

La familia *Caricaceae* está constituida por 6 géneros y 35 especies siendo el género *Vasconcellea* el más grande con 21 especies y una única especie en el género *Carica* (Peña T. et al. 2017, Hernández y Romero-Saltos 2017)

2.1.2. Taxonomía de la papaya

Reino: Plantae o Vegetabile

División: Pterobionta

Clase: Angiosperma

Orden: *Brassicales*

Familia: *Caricaceae* Juss.

Género: *Carica* L.

Especie: *Carica papaya* L. Sp. Pl. : 1036 (Linnaeus 1753)

2.1.3. Origen de la Papaya

La papaya es una especie originaria de Mesoamérica, aunque no se sabe con certeza su lugar exacto de origen, se cree que podría ser el sur de México, Centroamérica, Costa Rica o el noroeste de América del Sur en Brasil. Es una especie pantropical que se cultiva en todas las regiones tropicales de América, desde México hasta Argentina y Brasil, y también se ha naturalizado en los trópicos del Viejo Mundo. Además, es ampliamente cultivada en África y Asia (Horacio 2020).

2.1.4. Enfermedades de la Papaya

La papaya (*Carica papaya* L.) es susceptible a varias enfermedades causadas por hongos y otros microorganismos, lo que afecta su producción y calidad. Algunas de las enfermedades más comunes incluyen:

a. *Antracnosis*

Esta enfermedad es causada principalmente el hongo *Colletotrichum gloesporioides* K, pero también la produce el hongo *Glomerella cingulata* y la bacteria *Phytophthora palmivora* que producen erosiones en las frutas (Vargas Guativa et al. 2015, Santamaría Basulto et al. 2011).

b. Enfermedad del mosaico anular (PRSV)

Transmitida por insectos vectores, como áfidos y saltahojas, y causa manchas anulares en las hojas y frutos (Jiménez Jiménez y Delgado Agramonte 2019, Rodríguez Velásquez 2022).

c. Cogollo arrepollado o Bunchy top

Enfermedad causada por virus y es transmitida por insectos vectores (Fererres Castiel 2021).

d. Pudrición blanda

Causada por hongos mucorales, como *Gilbertella persicaria*, *Mucor irregularis* y *Rhizopus oryzae* (Cruz-Lachica et al. 2017).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

2.2.1 RESULTADOS

2.2.2. Patógenos responsables de las enfermedades de la papaya

Los fitopatógenos llamados también patógenos vegetales son organismos, principalmente microscópicos, que producen las enfermedades en las plantas, en la órganos y partes estructurales del cuerpo de la planta, su sistema metabólico. Entre ellos se encuentran virus, bacterias, hongos, nematodos y otros parásitos de plantas. Cada uno invade a la planta por medio de sus propios mecanismos permitiendo el proceso de la enfermedad desde sus inicios hasta el incremento de valoración económica (Al-Alani y Furtado 2020). Se conocen diecisiete géneros y veinticinco especies de agentes causantes de daños el cultivo de la papaya. Casi en su totalidad son de origen. También se tiene conocimiento de la presencia de una enfermedad de origen viral, dos causadas por bacterias, y muchas otras por causa de nemátodos nematodos asociados al cultivo. Las enfermedades más reportadas son: enfermedad viral (virus del cactus (Tumbaco y Espinoza 2021).

De acuerdo a los estudios realizados por Molina-Chaves et al. (2017), la existencia de diversas especies de *Colletotrichum* en la papaya tiene implicaciones en la lucha contra la antracnosis, ya sea a través de la resistencia genética o la aplicación de fungicidas. En el primer caso, la resistencia de ciertas variedades a una especie no garantiza la resistencia a otras. En el segundo caso, las especies muestran variabilidad en su susceptibilidad a los fungicidas. Además, investigaciones filogenéticas han revelado que tanto *C. gloeosporioides* como *C. acutatum* son en realidad complejos de especies, es decir, diferentes especies se agrupan bajo un mismo nombre. Se han identificado al menos 22 especies y una subespecie en el complejo de *C. gloeosporioides*, y 31 especies en el de *C. acutatum*. Razón por la cual se denominan las especies como *C. gloeosporioides* sensu stricto y *C. acutatum* sensu stricto, mientras que los complejos correspondientes se denominan sensu lato.

En un estudio realizado por Santamaría Basulto et al. (2011), en el estado de Yucatán, México, se determinó que existen un mínimo de dos especies de *Colletotrichum*, que producen esta enfermedad en el cultivo de la papaya Maradol, las cuales se denominan *Colletotrichum gloeosporioides* y *Colletotrichum dematium*, con diferentes comportamientos a los fungicidas. Especies de *Colletotrichum* asociadas a la antracnosis en frutos de papaya a nivel mundial

Tabla 1. Especies de *Colletotrichum* causantes de la antracnosis en fruto de papaya

Especie	País	Referencia
<i>C truncatum</i>	Trinidad	Rampersad, 2011
	México	Torres-Calzada, 2013, 2018 Rojo-Báez al., 2017 De la Rosa-García 2018
	República de Corea	Aktaruzzaman et al., 2017
	Brasil	dos Santos-Vieria, 2020
<i>C capsici</i>	Malasia	Rahman et al., 2008
<i>C fructicola</i>	India	Saini 2016
	Ecuador	Vilaplana et et al, 2020
<i>C. salsolae</i>	India	Saini 2017
<i>C. gloeosporioides</i>	Costa Rica	Solano y Arauz, 1995
	Sri Lanka	Gamagae et al 2004
	Trinidad	Rampersad, 2011
	Estados Unidos	Maeda y Nelson, 2014
	Malasia	Rahman al., 2008; ong y Ali, 2015
	México	Rojo-Báez et al., 2017; De la Rosa-García et al., 2018
<i>C_ brevisporum</i>	Brasil	Viera et al., 2013
	Australia	Shivas et al., 2016
	México	Lira-Vargas et al., 2017
	Taiwán	Duan et al..2018

Fuente: Vidal Vergara (2021)

2.2.3 Generalidades de la enfermedad Antracnosis en Papaya

El causante principal de la antracnosis en la papaya es el *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc, pero también existen otras especies del mismo

género causantes enfermedades en un mismo cultivo, generalmente frutales, como es caso de la papaya donde se considera la enfermedad más importante en postcosecha (Quiroga Ramos et al. 2017). En la Figura 1 se muestra la infografía de la enfermedad. Mientras los hongos se dispersan a través del viento y la precipitación, la ocurrencia de enfermedades es facilitada por altas temperaturas y niveles elevados de humedad. Esta enfermedad puede causar graves efectos sobre la fruta fresca destinada al comercio internacional.

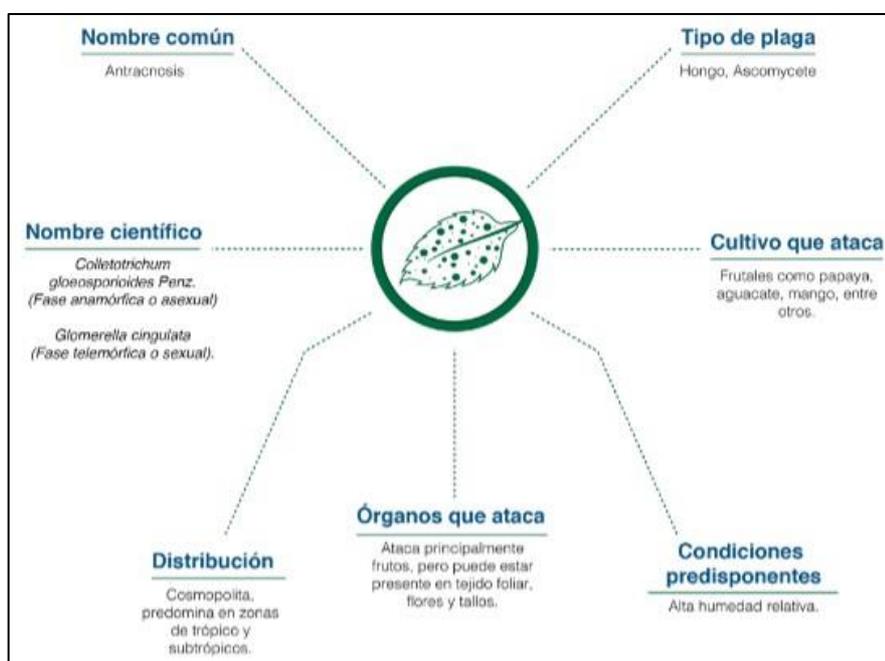


Figura 1. Infografía de la Antracnosis
Fuente: Quiroga Ramos et al. (2017)

2.2.4 Condiciones ambientales que la favorecen

La influencia ambiental desempeña un papel significativo en el desarrollo de la antracnosis, especialmente porque la duración de la humedad en la superficie foliar determina directamente la susceptibilidad a la infestación y el crecimiento del patógeno en la planta. Por consiguiente, períodos prolongados de lluvia contribuyen a una mayor extensión de la enfermedad. Además, se han observado que altas temperaturas de 27°C combinadas con alto contenido de humedad (80%), durante la etapa de madurez de los frutos, favorecen la infección y propagación del hongo responsable de la antracnosis. Este hongo demuestra su máxima eficacia cuando las temperaturas exceden los 15°C y hay alta humedad presente (Ruiz-Campos et al. 2021, Roca Arias et al. 2012, Quiroga Ramos et al. 2017).

En la etapa de postcosecha el desarrollo del patógeno depende generalmente de factores ambientales, como el pH, la actividad del agua, la concentración de solutos, la humedad ambiental relativa, la temperatura y los compuestos naturales que promueven o inhiben el crecimiento, además del tratamiento sanitario del cultivo (Sandoval-Contreras et al. 2020)

2.2.5. Síntomas de la Antracnosis

La existencia de diversas especies de *Colletotrichum* en la papaya tiene implicaciones en la lucha contra la antracnosis, ya sea a través de la resistencia genética o la aplicación de fungicidas. En el primer caso, la resistencia de ciertas variedades a una especie no garantiza la resistencia a otras. En el segundo caso, las especies muestran variabilidad en su susceptibilidad a los fungicidas. Además, investigaciones filogenéticas han revelado que tanto *C. gloeosporioides* como *C. acutatum* son en realidad complejos de especies, es decir, diferentes especies se agrupan bajo un mismo nombre. Se han identificado al menos 22 especies y una subespecie en el complejo de *C. gloeosporioides*, y 31 especies en el de *C. acutatum*. Según estos resultados, se denominan las especies como *C. gloeosporioides sensu stricto* y *C. acutatum sensu stricto*, mientras que los complejos correspondientes se denominan *sensu lato*.

Las infecciones por antracnosis generalmente se inician en el campo en las primeras etapas del desarrollo de la fruta, pero el patógeno permanece inactivo hasta que la fruta alcanza la fase climatérica.

Inicialmente, los síntomas se manifiestan con exudados gomosos, seguidos de pequeñas lesiones de aproximadamente 1 cm de diámetro con un aspecto aceitoso. Estas lesiones luego adquieren un color café con un halo amarillo y tienden a hundirse en los bordes. Con el tiempo, las lesiones se fusionan y se extienden por varias áreas del fruto. En el centro de la lesión, se nota un pequeño hundimiento y el color varía de gris a café, con puntos salmón o rosa donde se encuentran los órganos reproductivos del hongo. A medida que el fruto madura, la epidermis se ablanda, permitiendo una mayor colonización fúngica y la aparición de lesiones mayores a 3 cm (Molina-Chaves et al. 2017, Quiroga Ramos et al. 2017, Roca Arias et al. 2012).

Esta enfermedad ocasiona importantes pérdidas de frutos en todas las etapas, desde el cultivo hasta el transporte y almacenamiento. La antracnosis puede afectar cualquier parte de la planta, pero sus efectos son más devastadores cuando ataca las flores y los frutos. En las ramas de flores, se observan manchas alargadas de color café oscuro que provocan la caída prematura de las flores y los frutos jóvenes. En los frutos, inicialmente se manifiestan pequeñas manchas hundidas de tono rojizo, que aumentan de tamaño y se tornan acuosas y café, con un borde amarillento, hasta que finalmente la fruta se pudre (Zavala-León et al. 2005).



Figura 2. Síntoma avanzado de Antracnosis en fruto de Papaya
Fuente: admin (2020)

Colletotrichum gloeosporioides exhibe una característica distintiva en la disposición de sus estructuras reproductivas, conocidas como conidios, agrupados en acérvulos. Estas juegan un papel crucial en el proceso de infección de la planta. Durante la colonización, el hongo atraviesa dos fases distintas: una inicial, llamada biotrófica, en la cual se nutre de las células vivas de la planta y se establece en ella como patógeno; y una segunda fase, denominada necrotrófica, en la que obtiene recursos de las células muertas de la planta como resultado del ataque del patógeno. Es durante esta etapa que se observan los síntomas iniciales de la enfermedad.

Un estudio realizado por Molina-Chaves et al. (2017), describieron siete síntomas de antracnosis en el fruto de papaya, clasificados en tres grupos contentivos de 2:4:1 respectivamente por comparaciones afines en una o varias características presentes, entre ellas: el grado de hundimiento de la lesión, la existencia o no de secreciones y el color de la esporulación. Los grupos presentan las siguientes características: 1. Presenta lesión en forma circular, con perímetro claramente demarcado, un poco hundida, con presencia de acérvulos anaranjados y negros con esporulación abundante, brillante de color naranja; 2. Presenta lesiones redondas, de textura seca, que en ocasiones pueden segregar látex y mostrar una producción limitada de estructuras reproductivas, con la fusión de las lesiones y la formación de grietas en la superficie de la cáscara y 3. Este grupo mostro lesión circular, medianamente hundida, con abundantes acérvulos y esporulación de color crema, con pliegues de la cáscara en los bordes de la lesión, con predominio de las lesiones individuales (Figura 3).

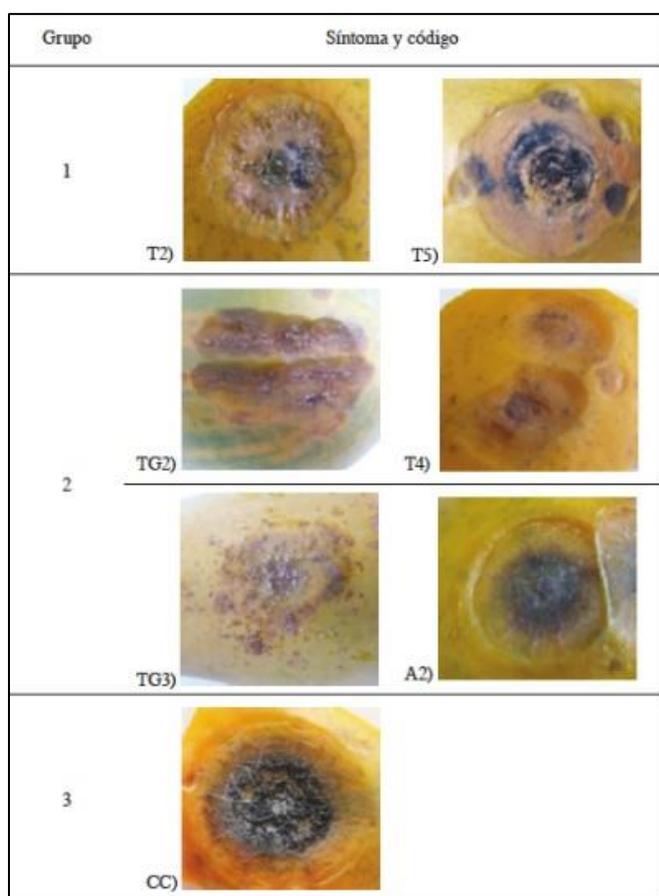


Figura 3. Grupos de síntomas de antracnosis en el fruto de papaya
Fuente: (Molina-Chaves et al. 2017)

El micelio tiene la capacidad de infectar frutos verdes que aún están unidos a la planta y permanece en estado latente hasta que los frutos empiezan a madurar, momento en el que surgen los síntomas de antracnosis llamada también mancha de chocolate por su color característico. Al inicio los síntomas se presentan como pequeñas manchas rosadas secas y bien definidas en la superficie de la fruta madura. Con el tiempo, estas manchas se agrandan, adquieren forma redondeada, se hunden y cambian su coloración a tonos marrones o negros. Las lesiones pueden presentar humedad o ser secas y firmes. En el centro de estas lesiones, el hongo genera acérvulos oscuros, a menudo dispuestos en un patrón concéntrico, y puede observarse una masa gelatinosa de conidios con tonalidades que van del naranja al rosa (Castro-Quezada et al. 2019, Peralta-Ruiz et al. 2020, Molina-Chaves et al. 2017, Rodríguez Velásquez 2022).

Los autores continúan describiendo que cuando la infección ocurre después de la cosecha generalmente resulta en lesiones superficiales en la fruta, ocasionalmente ligeramente hundidas, con formas que varían de irregulares a redondeadas y bien definidas, y presentan un distintivo color marrón rojizo. Conforme la fruta avanza en su maduración, estas lesiones pueden permanecer en la superficie o expandirse y profundizarse. En algunas ocasiones, estos síntomas, junto con la liberación de látex en el centro de la lesión, pueden ser detectados varios días antes de la cosecha.

2.2.6 Control de la antracnosis en papaya

Triguero Castro (2022), menciona que la manera más eficaz de prevenir la infestación de microorganismos en el cultivo de la papaya es a través de la implementación de medidas preventivas de control, como el uso de semillas certificadas, la desinfección de metales y la quema de residuos de hojas y malezas.

e. Control químico

Uno de los procedimientos antimicrobiano la fruta de papaya se realiza el momento que llega al empaque donde debe tratarse con solución concentración de 100 ppm de cloro. Después lavada se sumerge solución con fungicidas, ente los que se incluyen Tiabendazoles (menor a 2000 ppm de i.a.) y Procloraz (250 a 750 ppm de i.a.); también se usan productos como Clorotalonil, Azoxystrobin,

Trifloxystrobin, entre otros, donde las dosis dependerán de las concentraciones a las que se formulen dichos productos, siempre teniendo en cuenta la rotación de los fungicidas para prevenir la resistencia del patógeno (Rodríguez Velásquez 2022, Intagri 2011).

Existe el uso de fungicidas foliares como los difocarbamatos para el control de hongos de forma preventiva durante el ciclo del cultivo hasta la cosecha. También se usa con muy buenos resultados una concentración de 2000 ppm de ácido acético y sumersión térmica (42°C y 49°C), sin sufrir efectos negativos en sus características organolépticas (Triguero Castro 2022, Quinatoa Añamañay 2020).

f. Control biológico

Algunas Investigaciones evidencian la existencia de otras alternativas para el control de la enfermedad mediante el uso de hongos antagonista como *Trichoderma harzianum* (Rodríguez Velásquez 2022).

Es recomendable la utilización de *Trichoderma lignorum* y *T. viridae* a arazón de tres gramos de producto comercial por bomba de 20 litros. Por otra parte, existen productos a base de *Bacillus subtilis* que también pueden ser utilizados (SIPSA 2014).

g. Control con sustancias de baja toxicidad

Existen muchos trabajos de investigación para el control de la antracnosis en el cultivo de papaya con sustancias de baja toxicidad especialmente en el fruto, entre ellos, mencionamos:

El uso de nanopartículas de óxido de calcio (CaO) mostraron buenos resultados en su función antimicótica, específicamente en la antracnosis causada por *Colletotrichum brevisporum* con concentraciones de 15% en frutos de papaya (Vidal Vergara 2021).

De La Rosa-García et al. (2018), realizaron un estudio sobre la efectividad de las nanopartículas de óxidos metálicos (ZnO) para combatir las cepas de *Colletotrichum gloeosporioides* presentes en papayas y aguacates, resultando que

son altamente efectivas como agente antifúngico contra este patógeno, logrando controlar la antracnosis en ambos frutos

Se tienen registros de que el efecto combinado del tratamiento hidrotérmico-cloruro de calcio reducen el grado de incidencia y severidad de la antracnosis en los primeros diez días de almacenamiento de papaya a 12 °C; Además se conoce que el ozono en dosis de entre 3.5 y 5.0 $\mu\text{l L}^{-1}$ degradan la mitocondria en las esporas de *C. gloeosporioides* después de las veinticuatro horas después del tratamiento y, por otro lado el uso de bicarbonato de sodio al 2%, disminuye el desarrollo de *Colletotrichum* sp. sin afectar la calidad fisicoquímica de la fruta y mejora la apariencia de los frutos (Rayón-Díaz et al. 2021, Vaca Castro 2022, López Zazueta 2018).

Otras formas de controla los efectos de la antracnosis en papaya es utilizar la levadura *Anthracoystis grodzinskae* UFT 5852, que se comprobó que reduce la gravedad de la enfermedad en un 93,7% cuando se usa sola, y combinada con bicarbonato sódico, 84,4% en experimentos in vivo. Otro enfoque consiste en utilizar agua caliente con tratamiento de cloruro cálcico, que resulta eficaz para controlar el crecimiento de *C. gloeosporioides* y mantener la calidad de la fruta. Además, se ha demostrado que el uso de bicarbonato sódico tiene efectos antifúngicos contra *C. brevisporum*, con una reducción del 100% de la gravedad cuando se utiliza solo en experimentos. Por último, la aplicación de extractos de plantas, concretamente extractos metanólicos, también ha resultado eficaz para controlar (Silva Ferreira et al. 2018, Vidal Vergara 2021).

2.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El cultivo de la papaya es principalmente afectado por la antracnosis que es una enfermedad causada principalmente por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc, pero también es causada por otras especies de *Colletotrichum*, generalmente más causando daños en el fruto, como lo describe (Quiroga Ramos et al. 2017).

De acuerdo con lo dicho por Sandoval-Contreras et al. (2020), que el desarrollo del patógeno depende generalmente de factores ambientales, en la etapa de poscosecha como el pH, la actividad del agua, la concentración de solutos, la humedad ambiental relativa, la temperatura y los compuestos naturales que promueven o inhiben el crecimiento.

La secuencia de síntomas de la antracnosis en papaya se inicia con exudados gomosos, seguidos de pequeñas lesiones con aspecto aceitoso que a medida que avanza toman un tono café con halo amarillo con cierto hundimiento en los bordes que a medida que continua se unen las manchas cubriendo áreas mayores en el fruto, hundidas en el centro que adquieren colores que va desde gris a café con ciertos puntos salmón o rosa, llegando a colonizar todo el fruto a mediada que este madura, coincidiendo con la descripción que hacen (Molina-Chaves et al. 2017, Quiroga Ramos et al. 2017, Roca Arias et al. 2012).

La descripción anterior concuerda con la propuesta por Molina-Chaves et al. (2017), donde anuncian que la antracnosis en el fruto de papaya en tres grupos en función de la madurez y el avance de la misma, ellos son: 1. Presenta daño en forma circular, con perímetro bien definidos, con cierto hundimiento, incluyendo la producción de acérvulos anaranjados y negros con esporulación abundante, brillante de color naranja; 2. Presenta lesiones redondas, de textura seca, que en ocasiones pueden segregar látex y mostrar una producción limitada de estructuras reproductivas, con la fusión de las lesiones y la formación de grietas en la superficie de la cáscara y 3. Este grupo mostro lesión circular, un poco hundida, con abundante acérvulos y esporulación de color crema, los bordes presentan pliegues de la cáscara por efectos de la lesión, con predominio de las lesiones individuales.

El control de la enfermedad se realiza de manera integral comenzando por la prevención de la infestación de la plantación por el patógeno con medidas preventivas, como es uso de semilla certificada, la desinfección de metales y la quema de residuos de hojas y malezas. Además de ello después de la presencia de la misma, se puede aplicar el control químico o biológico con el uso de microorganismos antagónicos de acuerdo con los dicho por (Triguero Castro 2022, Rodríguez Velásquez 2022, Intagri 2011, Quinatoa Añamañay 2020).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

La antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) la enfermedad más importante del fruto de la papaya, especialmente en la etapa de poscosecha, lo que la hace vulnerable para su manejo, almacenamiento, transporte y comercialización.

La descripción más detallada de los síntomas de la antracnosis en papaya los clasifica en tres grupos:

- ✓ **Presenta lesión circular**, de bordes definidos, ligeramente hundida, con producción de acérvulos anaranjados y negros con esporulación abundante, brillante de color naranja
- ✓ **Presenta lesiones redondas**, de textura seca, que en ocasiones pueden segregar látex y mostrar una producción limitada de estructuras reproductivas, con la fusión de las lesiones y la formación de grietas en la superficie de la cáscara
- ✓ **Lesión circular**, ligeramente hundida, con bastantes acérvulos y esporulación de color crema, con pliegues de la cáscara en los bordes de la lesión, con predominio de las lesiones individuales.

Para el tratamiento de la enfermedad en la papaya existen métodos químicos como el uso de cloro ppm en agua, y productos químicos como: Tiabendazoles, Procloraz, Clorotalonil. También existe el método de control Cultural este se basa en la utilización de semillas certificadas, limpieza del cultivo, y desinfección de materiales de campo, todos incluidos en un control integral en la época de campo y poscosecha; para prevenir la infestación de microorganismos en el cultivo de la papaya.

3.2. RECOMENDACIONES

Por efectos de que la enfermedad *Colletotrichum gloeosporioides* es de mayor influencia en el cultivo de papaya se debe tener presente la implementación de medidas preventivas de control cultural , como es el uso de semillas certificadas, la desinfección de herramientas de podas y la quema de residuos de hojas y malezas.

El método de control químico que podemos utilizar y es el más común utilizado en la actualidad para la sanidad del fruto de *Carica papaya L* comienza desde el momento que se inicia el empaque donde se le aplica un tratamiento con solución de cloro a 100 ppm en agua, seguidamente se sumerge en solución con fungicidas, como Tiabendazoles (menor a 2000 ppm de i.a.) y Procloraz (250 a 750 ppm de i.a.); otros productores recomendables son Clorotalonil, Azoxystrobin y Trifloxystrobin.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS

admin. 2020. Antracnosis en la papaya: Síntomas y tratamientos (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2024. Disponible en <https://agronomia.wiki/antracnosis-de-la-papaya-sintomas-y-tratamientos/>.

Al-Alani, LKT; Furtado, EL. 2020. Chapter 4 The effect of incompatible plant pathogens on the host plant | ScienceDirect (en línea, sitio web). Consultado 4 sep. 2023. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/getaccess/pii/B9780128184691000043/purchase>.

Baños Guevara, PE; Mejía, EZ; Colinas León, MaT; Luna Romero, I; Gutiérrez Alonso, G. 2004. Control Biológico de *Colletotrichum gloeosporioides* [(Penz.) Penz. y Sacc.] en Papaya Maradol Roja (*Carica papaya* L.) y Fisiología Postcosecha de Frutos Infectados. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:198-205.

Castro-Quezada, P; Bravo-Zúñiga, C; Cabrera-Cabrera, A; Quillay-Curay, N; Montoya, MR-; Belesaca-Morocho, I; Diaz-Granda, L. 2019. Caracterización morfológica y molecular del agente causal de la antracnosis en tomate de árbol en Azuay y Loja. *Bosques Latitud Cero* 9(1):1-15.

Chávez Espinoza, J; Fernández Solarte, M. 2019. Tratamiento térmico con diferentes temperaturas, tiempos de inmersión y recubrimiento de quitosano para el control de antracnosis (*colletotrichum gloeosporioides*) en postcosecha de papaya. (en línea). Thesis. Manta, Universidad Layca «Eloy Alfaro de Manabi». Consultado 13 feb. 2024. Disponible en <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/2285>.

Cruz-Lachica, I; Márquez-Zequera, I; García-Estrada, RS; Carrillo-Fasio, JA; León-Félix, J; Allende-Molar, R. 2017. Identification of mucoralean fungi causing soft rot in papaya (*Carica papaya* L.) fruit in Mexico (en línea).

Mexican Journal of Phytopathology 35(3). DOI:
<https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1611-3>.

Espinoza Bustamante, X; Marín Delgado, J. 2020. Plan de negocio para la producción orgánica sostenible y comercialización nacional e internacional de papaya (carica papaya) (en línea). s.l., s.e. 2 p. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52074/1/D-P14321.pdf>.

FAO. 2022. Principales frutas tropicales Análisis del Mercado 2022 (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.fao.org/3/cc7108es/cc7108es.pdf>.

Fereres Castiel, A. 2021. Situación actual y avances en investigación: vectores de enfermedades emergentes. (en línea). . Disponible en <https://digital.csic.es/bitstream/10261/203842/1/SITUACION%CC%81N%20ACTUAL%20Y%20AVANCES%20EN%20INVESTIGACION%CC%81N.pdf>.

Hernández, C; Romero-Saltos, H. 2017. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (en línea). s.l., s.e. Consultado 19 feb. 2024. Disponible en <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/home>.

Horacio, R. 2020. Papaya. (Carica papaya L.) (en línea, sitio web). Consultado 19 feb. 2024. Disponible en <http://www.greenmarket.com.mx/Blog/contenido/papaya-carica-papaya-l>.

Intagri, A. 2011. Manejo de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el Cultivo de Papaya | Intagri S.C. (en línea, sitio web). Consultado 26 feb. 2024. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-de-la-antracnosis-en-el-cultivo-de-papaya>.

Jiménez Jiménez, S; Delgado Agramonte, M. 2019. Evaluación de la efectividad del control químico en el combate de insectos vectores de enfermedades de la papaya (*Carica papaya* L.) (en línea). . Consultado 19 feb. 2024. Disponible

en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b56ade51-8a65-44d0-9909-554fb5db5113/content>.

Jiménez Vera, M. 2020. Manejo de riego en el cultivo de papaya (Carica papaya) en el Ecuador". (en línea). s.l., s.e. 4 p. Disponible en <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/8037/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Linnaeus, C. 1753. Species Plantarum | (en línea, sitio web). Consultado 7 feb. 2024. Disponible en <https://www.ipni.org/p/1071-2>.

López Zazueta, BA. 2018. Efecto de la aplicación de un tratamiento hidrotérmico y cloruro de calcio sobre la calidad poscosecha, el contenido de compuestos bioactivos, la actividad enzimática y la capacidad antioxidante en frutos de papaya cv. Maradol (en línea). s.l., s.e. . Consultado 25 feb. 2024. Disponible en https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2015-2017/08_Lopez_Zazueta_Blanca_Alicia.pdf.

Molina-Chaves, A; Gómez-Alpízar, L; Umaña-Rojas, G. 2017. Identificación de especies del género *Colletotrichum* asociadas a la antracnosis en papaya (*Carica papaya* L.) en Costa Rica (en línea). *Agronomía Costarricense* 41(1). DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v41i1.29752>.

Peña T., DF; Villena O., PG; Aguirre, ÁJ; Jiménez M., C. 2017. Diversidad genética de accesiones de la familia *Caricaceae* en el sur de Ecuador. *Maskana* 8(1):85-102.

Peralta-Ruiz, Y; Grande Tovar, C; Sinning-Mangonez, A; Bermont, D; Pérez Cordero, A; Paparella, A; Chaves-López, C. 2020. *Colletotrichum gloeosporioides* inhibition using chitosan *Ruta graveolens* L essential oil coatings: Studies in vitro and in situ on *Carica papaya* fruit. *International Journal of Food Microbiology* 326:108649. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108649>.

Quinatoa Añamañay, VA. 2020. Manejo de postcosecha del cultivo de papaya (Carica papaya L.) y su impacto en la economía del productor ecuatoriano (en línea). s.l., s.e. . Consultado 26 feb. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13209/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000245.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Quiroga Ramos, IA; Aldana, jhon; Mora, R. (2017). Antracnosis, una enfermedad limitante para la producción de papaya (en línea). s.l., s.e. Consultado 24 feb. 2024. Disponible en <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/antracnosis>.

Rayón-Díaz, E; Birke-Biewendt, AB; Velázquez-Estrada, RM; González-Estrada, RR; Ramírez-Vázquez, M; Rosas-Saito, GH; Gutierrez-Martinez, P. 2021. Sodium silicate and chitosan: an alternative for the in vitro control of Colletotrichum gloeosporioides isolated from papaya (Carica papaya L.). Revista Bio Ciencias 8:13 pág-13 pág. DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.08.e1059>.

Roca Arias, A; Justiniano Monasterio, FF; Cuellar, G; Meneses, NV; Justiniano, C. 2012. Antracnosis de la papaya. PlantwisePlus Knowledge Bank Factsheets for Farmers:20127801136. DOI: <https://doi.org/10.1079/pwkb.20127801136>.

Rodríguez Velásquez, GM. 2022. Incidencia de las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de papaya (Carica papaya), en el Ecuador (en línea). bachelorThesis. s.l., BABAHOYO: UTB, 2022. . Consultado 19 feb. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11332>.

Ruiz-Campos, C; Umaña-Rojas, G; Gómez-Alpizar, L. 2021. Identificación multilocus de especies de Colletotrichum asociadas a la antracnosis de papay. Agronomía Mesoamericana :45495. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.45495>.

Sandoval-Contreras, T; Iñiguez-Moreno, M; Garrido-Sánchez, L; Ragazzo-Sánchez, JA; Narvárez Zapata, JA; Ascencio, F; Calderón-Santoyo, M. 2020.

Predictive Model for the Effect of Environmental Conditions on the Postharvest Development of *Colletotrichum gloeosporioides* Strains Isolated from Papaya (*Carica papaya* L.) - ScienceDirect. 83(9):1495-1504.

Santamaría Basulto, F; Díaz Plaza, R; Gutiérrez Alonso, O; Santamaría Fernández, J; Larqué Saavedra, A. 2011. Control de dos especies de *Colletotrichum* causantes de antracnosis en frutos de papaya Maradol. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 2(5):631-643.

Silva Ferreira, EMS; Camilla Martins, M; Oliveira Bicalho, J; Sanzio Pimenta, R. 2018. A safe method to control the anthracnose in papaya (en línea). *Revista Brasileira de Fruticultura* 40(3). DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018683>.

Triguero Castro, DA. 2022. Principales microorganismos que afectan al cultivo de papaya *Carica papaya* L. en la provincia de Los Ríos (en línea, sitio web). Consultado 26 feb. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13106/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000219.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Tumbaco, JW; Espinoza, L. 2021. Caracterización e identificación molecular de agentes patógenos en el cultivo de pitahaya en Ecuador (en línea). Thesis. s.l., ESPOL. FCV. Consultado 31 ago. 2023. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56471>.

Vaca Castro, C. 2022. Evaluación del efecto antifúngico del bicarbonato de sodio para el control de antracnosis en papaya (*Carica papaya* L.) en el periodo poscosecha (en línea). s.l., s.e. 16 p. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8862/1/MUTC-001249.pdf>.

Vaca Castro, CE. 2022. Evaluación del efecto antifúngico del bicarbonato de sodio para el control de antracnosis en papaya (*Carica papaya* L.) en el periodo poscosecha. (en línea). masterThesis. s.l., Ecuador: Latacunga: Universidad

Técnica de Cotopaxi (UTC). . Consultado 13 feb. 2024. Disponible en <http://localhost/handle/27000/8862>.

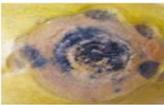
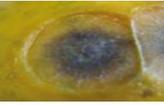
Vargas Guativa, JA; Arango Carrillo, J; Isaza Domínguez, LG. 2015. Prototipo de unidad de ionización electrónica para conservación de la «carica papaya». Ingenium Revista de la Facultad de Ingeniería 16(31):55-70. DOI: <https://doi.org/10.21500/01247492.1367>.

Vidal Vergara, AAV. 2021. Evaluación de tratamientos poscosecha con Silicio para el control de antracnosis (*Colletotrichum brevisporum*) en papaya Maradol. s.l., s.e. .

Zavala-León, MJ; Tun-Suárez, JM; Cristóbal-Alejo, J; Ruiz-Sánchez, E; Gutiérrez-Alonso, O; Vázquez-Calderón, M; Méndez-González, R. 2005. Control poscosecha de la antracnosis en papaya y sensibilidad de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. a fungicidas organosintéticos. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(2):251-255.

ANEXOS



Grupo	Síntoma y código	
1	 T2)	 T5)
2	 TG2)	 T4)
	 TG3)	 A2)
3	 CC)	

