



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico de carácter Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Efectos de los fungicidas en el control del moho gris *Botrytis cinérea*
en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

AUTOR:

Joel Josue Vera Jimenez

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Segundo Díaz Romero, M.I.A

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

El tomate, desconocido en el Viejo Mundo hasta el siglo XVI y todavía poco consumido en el siglo XIX, se ha convertido en la gran hortaliza del siglo XX, tanto en el cultivo comercial como en los huertos familiares. Es apreciado por su frescura y constituye la base o guarnición de todo tipo de platos, tanto crudo como cocido. Bajo la denominación de podredumbre gris, se engloban un grupo de enfermedades de diversos cultivos con una sintomatología común, caracterizada por la presencia sobre distintos órganos vegetales de un moho pulverulento de coloración grisácea. Estas enfermedades son producidas por diferentes especies del género *Botrytis*. Desde el comienzo mismo de la agricultura, asociado con el inicio de la vida sedentaria de los humanos, los cultivos padecieron el ataque de plagas que los diezaban y reducían drásticamente la producción y el acopio de alimentos. A partir del invento de la escritura y a lo largo de los siglos numerosos textos se han referido a ataques de insectos, hongos, roedores y otros agentes. Para su control se utiliza fungicidas pertenecientes a los grupos benzimidazoles, dicarboximidas, estrobilurinas, pirimidinamidas, entre otros. Debido a los mecanismos de resistencia del patógeno es necesario que las estrategias de manejo de la enfermedad evolucionen permanentemente hacia nuevas alternativas de control. Entre los productos empleados para el control del moho gris en el cultivo de tomate en invernadero y campo abierto destacan los siguientes: Clorotalonil, Metil tiofanato, Pirimetanil, Tiabendazol.

Palabras claves: Moho, Fungicidas, Podredumbre, Sintomatología

SUMMARY

The tomato, unknown in the Old World until the 16th century and still little consumed in the 19th century, has become the great vegetable of the 20th century, both in commercial cultivation and in home gardens. It is appreciated for its freshness and is the base or garnish for all kinds of dishes, both raw and cooked. Under the denomination of gray rot, a group of diseases of various crops with a common symptomatology is included, characterized by the presence on different plant organs of a powdery grayish mold. These diseases are produced by different species of the genus *Botrytis*. From the very beginning of agriculture, associated with the beginning of the sedentary life of humans, crops suffered from the attack of plagues that decimated them and drastically reduced the production and storage of food. From the invention of writing and throughout the centuries numerous texts have referred to attacks by insects, fungi, rodents and other agents. For its control, fungicides belonging to the benzimidazoles, dicarboximides, strobilurins, pyrimidineamides groups, among others, are used. Due to the resistance mechanisms of the pathogen, it is necessary for disease management strategies to permanently evolve towards new control alternatives. Among the products used to control gray mold in greenhouse and open field tomato crops, the following stand out: Chlorothalonil, Methyl thiophanate, Pyrimethanil, Thiabendazole.

Key words: Moho, Fungicidas, Podredumbre, Sintomatología

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	2
MARCO METODOLOGICO.....	2
1.1 Definición del tema de caso de estudio.....	2
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 Fundamentación teórica	5
1.5.1 Generalidades del tomate y su importancia en el Ecuador.....	5
1.5.2 Taxonomía de <i>Botrytis cinérea</i>	6
1.5.3 <i>Botrytis cinérea</i> , agente causal del moho gris en el cultivo de tomate.	6
1.5.4 Ciclo biológico de <i>Botrytis cinérea</i>	7
1.5.5 Proceso infectivo de <i>Botrytis cinérea</i>	7
1.5.6 Patogenicidad de los procesos fisiológicos que afectan los agroecosistemas.....	8
1.5.7 Patogenicidad de <i>Botrytis cinérea</i>	9
1.5.8 Síntomas de la enfermedad moho gris ocasionada por el agente <i>Botrytis cinérea</i> en el cultivo de tomate.....	10
1.5.9 El uso de productos sintéticos en el manejo integrado de plagas y enfermedades.....	10
1.5.10 Clasificación de los fungicidas.....	11
1.5.11 Modo de acción de fungicidas	11
1.5.12 La intervención de los fungicidas en la patogénesis.....	12
1.5.13 Fungicidas empleados en el control del moho gris <i>Botrytis cinérea</i> en el cultivo de tomate campo abierto e invernadero en el Ecuador.	13
1.5.14 Descripción de los fungicidas destinados al control de <i>Botrytis cinérea</i> en el cultivo de tomate de mesa en Ecuador.....	13
1.5.15 Clorotalonil (BRAVONIL® 720)	13
1.5.16 Metil tiofanato (CERCOBIN ® 70 WG)	14
1.5.17 Pirimetanil (Compeer ®).....	14
1.5.18 Tiabendazol (MERTECT® 500 SC)	15
1.5.19 Carbendazim (CROPLAN® 50).....	15

1.5.20 Iprodione (FOBOS® 50).....	15
1.6 Hipótesis.....	16
1.7 Metodología.....	16
CAPITULO II.....	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1 Desarrollo del caso	17
2.2 Situaciones detectadas	17
2.3 Soluciones planteadas	18
2.4 Conclusiones	18
2.5 Recomendaciones	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20

Índice de tablas

Tabla 1. Modo de acción de fungicidas	11
--	----

INTRODUCCIÓN

El tomate es considerado un cultivo transitorio en el Ecuador, y es de importancia en la dieta diaria de los ecuatorianos. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo Imbabura es la provincia con mejores cifras en cuanto a tomate se trata; con una superficie de 265 ha cultivadas con una producción anual de 19073 Tm/año equivalente al 30.43.

El uso de productos sintéticos en el manejo agronómico de enfermedades en cultivos de importancia económica tuvo sus orígenes con la revolución industrial, comenzando con la elaboración de productos simples para la fumigación de los cultivos; posteriormente por el año 1920 comienza la época de la preparación de compuestos derivados del petróleo, durante este periodo se crearon todos los productos que hoy conocemos.

El control de *Botrytis cinérea* puede no ser tan sencillo por diversos factores propios del patógeno tales como: es capaz de atacar a cultivos en cualquier estado de desarrollo, incluida la post-cosecha, infecta cualquier órgano vegetal, es hábil para crecer a temperaturas de almacenamiento muy bajas y es genética y morfológicamente heterogéneo, lo que faculta un crecimiento y desarrollo diferente en condiciones de desigualdad.

Dentro de las enfermedades del cultivo de tomate, la pudrición gris es considerada como aquella de mayor relevancia durante el desarrollo del cultivo, ya que, al encontrarse en condiciones de humedad relativa alta, esta enfermedad puede afectar a frutos, flores, tallos, plántulas, hojas, bulbos, raíces y semillas, comenzando con una infección latente y desarrollándose posteriormente durante la recolección, transporte y almacenamiento.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del tema de caso de estudio

El presente caso de estudio tendrá como finalidad compilar información sobre los efectos de los fungicidas en el control del moho gris *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

1.2 Planteamiento del problema

Las enfermedades de las plantas son ocasionadas por agentes externos que atacan alguna de sus funciones fisiológicas. El agente externo puede ser un factor infeccioso, es decir, alguno de los diversos microorganismos que existen en el ambiente, en este caso hacemos referencia a aquellos hongos fitopatógenos que originan la disminución del rendimiento o sin un adecuado manejo, la muerte de la planta.

La pudrición gris es la principal enfermedad del cultivo de tomate, especialmente en invernaderos, que afecta diferentes partes aéreas de la planta; este hongo al ser de carácter poli cíclico puede atacar en varias ocasiones y en diferentes épocas del año, mayor aun si encuentra las condiciones de humedad y temperatura adecuada, no obstante, debemos saber que esta especie de hongo fitopatógeno tiene la capacidad de producir estructuras de resistencia y pueden permanecer latentes hasta encontrar las condiciones adecuadas para su germinación.

El uso de productos químicos viene siendo la principal vía de control de *Botrytis*, sin embargo, existen estudios que muestran la pérdida de sensibilidad a diferentes ingredientes activos; por ello la importancia de conocer la eficacia con la que pueden actuar estos últimos, logrando así un control más eficiente y reducir los índices de resistencia a su vez mermar las pérdidas ocasionadas por su infección ya sea en estado vegetativo o post cosecha.

1.3 Justificación

Botrytis cinérea es un hongo de carácter polífago, su hospedante, en este caso, las plantas de tomate son muy susceptibles a este agente causal denominado moho gris, que en muchos cultivos es de importancia económica significativa. Para su desarrollo se necesita de humedad relativa mayor a 90% y temperaturas entre 15 y 20 °C, luminosidad baja y lesiones o heridas en los tejidos superficiales de la planta, condiciones que favorecen la germinación y desarrollo de este patógeno.

En Ecuador gran parte de la producción de tomate de mesa se centra en la región andina (Sierra), donde las temperaturas son bajas y la humedad relativa es entre 72 y 86 %, siendo un patógeno es muy frecuente en zonas de clima muy húmedo y frío (Farfán 2018).

El control de una enfermedad consiste en reducir la población del patógeno a fin de mantenerla en niveles bajos o erradicarla, de modo que las pérdidas económicas asociadas sean asumibles por el agricultor y sea soportable un cierto nivel de enfermedad. El desarrollo de las técnicas de cultivo, el aumento de la superficie cultivada y el incremento de la producción, han contribuido a aumentar las poblaciones fúngicas perjudiciales para las plantas.

El control de *Botrytis cinérea* es de gran relevancia, en especial en cultivos de importancia económica, para ello, se toma como primera opción el uso de varios grupos de fungicidas, cada uno con un modo de acción e ingrediente activo diferente, de esta manera lograr contrarrestar el nivel de daño y luego enfocarse al manejo integrado de plagas para ser más responsable con el medio ambiente, así como su impacto económico que puede repercutir en la baja producción.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Analizar los efectos de los fungicidas en el control de *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

1.4.2 Objetivos específicos:

- ✓ Detallar la sintomatología del moho gris *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).
- ✓ Identificar los principales productos sintéticos utilizados en el control del moho gris *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 Generalidades del tomate y su importancia en el Ecuador.

El tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) originado de América del Sur, su domesticación se dio en México, la introducción de este en países europeos como España e Italia viene después y se remonta a la primera mitad del siglo XVI. Originalmente fue cultivado por los aztecas; su nombre proviene de la lengua náhuatl hablada en la región de México, donde era denominado jitomate (Blancard et al. 2011).

El en el largo proceso de domesticación fue un incremento el tamaño de la fruta, que hace unos 80 000 años, en lo que hoy es Ecuador, alcanzó el tamaño de un tomate cherry. Esta variedad (*S. lycopersicum* L. var. *cerasiforme*), era empleada por los habitantes de la región hace miles de años, y tienen características parecidas a las de un fruto domesticado, ácidos y azúcares similares (Mediavilla 2020).

El tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) es un cultivo hortícola de importancia para el consumo de los ecuatorianos, presenta características herbáceas y se desarrolla en ambientes cálidos, con temperaturas que oscilan en 21 a 23°C, se lo encuentra cultivado a campo abierto en la costa ecuatoriana; sin embargo, en los valles abrigados de la región sierra, frecuentemente está cultivado bajo invernadero (Reinoso 2015).

La mayor producción de tomate se concentra en la provincia de Imbabura con una superficie de 265 Ha obteniendo rendimientos de 19 073 Tm durante este periodo. Por otra parte, en las provincias de Carchi obtuvo 5 112 Tm en 184 Ha cultivadas y Cañar con resultados de 3 515 Tm en una superficie de 101 Ha (INEC 2017).

El consumo per cápita de tomate riñón en Ecuador es de 5 kg por persona al año y se espera que aumente debido a las nuevas tendencias de alimentación. La industria agroalimentaria ha desarrollado una gran cantidad de productos hechos a base de tomate para lo que se necesita de materia prima abundante y de alta calidad (Pilco 2018).

1.5.2 Taxonomía de *Botrytis cinérea*

La taxonomía sugerida por (Pardo – Cardona 1995 y Agrios 1997) para el estado conidial, asexual o anomorfo es la siguiente:

Reino: Eumycota

Subreino: Fungi Superior

Forma – Supervisión: Deuteromycota

Clase – Forma: Hyphomycetes

Familia: Moniliaceae

Género: *Botrytis*

Especie: *cinérea*

1.5.3 *Botrytis cinérea*, agente causal del moho gris en el cultivo de tomate.

Un grupo de enfermedades de diversos cultivos con una sintomatología común, se engloban bajo la denominación de podredumbre gris, esta se caracteriza por la presencia sobre distintos órganos vegetales de un moho pulverulento de coloración grisácea. Estas enfermedades son producidas por diferentes especies del género *Botrytis* (Hernández 2003).

El agente *Botrytis cinérea* es el causante de la enfermedad del moho gris, que es de gran importancia en el cultivo de tomate, siendo considerado un hongo que provoca grandes pérdidas económicas por su alta incidencia de daño en la mayoría de los países del mundo. Esta enfermedad infecta las plantas de tomate en cualquier etapa vegetativa, incluyendo la de post cosecha (Salas *et al.* 2022).

Un carácter taxonómico destacable del género *Botrytis* es el grado de especificidad en la relación hospedador u hospedadores. En este género podemos encontrar organismos capaces de parasitar bien a una sola especie vegetal, a un género o una familia; una especie como lo es *Botrytis cinérea* que es capaz de parasitar más de 200 especies de familias muy diversas (Hernández 2003).

Para su control se utiliza fungicidas pertenecientes a los grupos benzimidazoles, dicarboximidias, estrobilurinas, pirimidinamidias, entre otros. Debido a los mecanismos de resistencia del patógeno es necesario que las estrategias de manejo de la enfermedad evolucionen permanentemente hacia nuevas alternativas de control (Jabnoun-Khiaredd *et al.* 2009).

1.5.4 Ciclo biológico de *Botrytis cinérea*

De acuerdo con Hernández (2003) el estado imperfecto o asexual, se caracteriza por la proliferación de hifas sobre el sustrato que coloniza, hasta dar lugar a un micelio; a partir de este se forman las tres estructuras básicas, macroconidióforos, esclerocios. La función de estas estructuras es la siguiente:

En los macrononidioforos o conidióforos se forman cantidades elevadas de macroconidios conidios; estos constituyen la principal estructura de propagación de la enfermedad. Los conidios puestos en contacto con un sustrato y en condiciones adecuadas, germinan y dan lugar a un nuevo micelio.

En los microconidióforos, se forman los microconidios; estos actúan como gametos masculinos o espermatoцитos en el proceso sexual.

Los esclerocios son estructuras de resistencia, que permiten soportar las condiciones desfavorables; cuando estas son de nuevo adecuadas germinan y originan un nuevo micelio. Los esclerocios tienen también una función importante en el proceso sexual. En ellos se encuentra el cuerpo ascógeno u órgano femenino receptor y una vez que ha tenido lugar la fecundación por los microconidios se desarrollan los apotecios.

1.5.5 Proceso infectivo de *Botrytis cinérea*

Una vez que las conidias llegan a la superficie susceptible del huésped, la formación del tubo germinativo comienza tras 1-3 horas en presencia de agua, dando lugar a apresorios simples o compuestos aproximadamente a las 6 horas. También pueden formarse apresorios multicelulares y lobulados,

especialmente con la adición de nutrientes exógenos El apresorio puede dar lugar a penetración directa a través de la epidermis del tejido La penetración, por tanto, puede ocurrir a través de tejidos completamente sanos y aberturas naturales como estomas (Fourie *et al.* 1995).

Otra vía de penetración es la entrada a través de órganos especializados de la planta, como glándulas secretoras y órganos florales (pistilo, estambres, unión entre sépalos), que suelen ser el origen de las infecciones latentes. Estas infecciones son especialmente importantes como fuente de inóculo secundario, que puede dar lugar a infecciones en el periodo pre-cosecha a medida que la madurez de los frutos avanza y las defensas de la planta disminuyen o en el periodo post-cosecha, provocando cuantiosas pérdidas dada la imposibilidad de ser detectadas (Pezet *et al.* 2003).

1.5.6 Patogenicidad de los procesos fisiológicos que afectan los agroecosistemas.

Se denomina patogenicidad a la capacidad de un organismo para causar enfermedad. Para que esto se lleve a cabo debe establecerse una relación de parasitismo; el parasitismo puede entenderse como una relación entre dos especies en la cual una, denominada parásito, se alimenta de la otra, denominada hospedante, mediante la absorción de periodos prolongados o la utilización directa de sustancias elaboradas por esta (Cavallini 1998).

Los procesos fisiológicos comúnmente afectados se encuentran los siguientes:

Germinación y establecimiento temprano. – Algunos hongos y bacterias reducen la germinación, bien sea destruyendo la semilla o disminuyendo su viabilidad. Otros causan muerte de plántulas.

Absorción de agua y nutrimentos. – Muchas enfermedades afectan las raíces, interfiriendo con la función de ellas.

Transporte de agua y nutrimentos. - Existen enfermedades que afectan el xilema, lo cual impide su funcionamiento adecuado en el transporte de agua y sustancias no elaboradas.

Fotosíntesis. – Los patógenos foliares, que constituyen el grupo más diverso de fitopatógenos, disminuyen la capacidad fotosintética de la planta, principalmente por medio de la reducción de área foliar disponible para dicho proceso.

Respiración. - El ataque de enfermedades a menudo causa un aumento en la tasa respiratoria, la cual se da a expensas de reservas de fotosinatos, con la consecuente disminución de la productividad neta de la planta.

Transporte de foto asimilados. – Este proceso se ve afectado por daño directo al floema, o por cambios en las relaciones fuente – sumidero de la planta, ambos causados por patógenos.

Formación y conservación de estructuras reproductoras. - Numerosos patógenos atacan flores y frutos, lo que disminuye el potencial reproductor de la planta y causa podredumbres de frutos y otros órganos en almacenamiento.

1.5.7 Patogenicidad de *Botrytis cinérea*

Botrytis cinérea secreta enzimas pectinolíticas y otras enzimas que degradan las paredes celulares, facilitando de esta manera la invasión del patógeno a los tejidos de la planta, otras toxinas, como los ácidos cítrico y oxálico han sido implicado en la patogénesis. El efecto bioquímico de las toxinas producidas por el hongo en los tejidos, interfieren en los procesos fotosintéticos (Agrios 1997).

Es el caso de enzimas como una cutinasa, presumiblemente necesaria para la penetración a través de la cutícula, enzimas hidrolíticas extracelulares

tales como endo y exo poligalacturonasas, pectin metil esterases, pectin liasas, enzimas celulolíticas, implicadas en la degradación de la pared celular vegetal, o proteasas implicadas en la degradación de membranas celulares (Benito *et al.* 2000).

Para progresar sobre su huésped *Botrytis* necesita que el tejido que va invadiendo esté muerto, lo que sugiere la participación, además, de toxinas producidas por el propio patógeno que matan las células que a continuación coloniza. Por otra parte, la planta despliega diversos mecanismos de defensa ante el ataque del patógeno, entre ellos la producción de distintos tipos de fitoalexinas. *B. cinérea*, a su vez, produce enzimas responsables de la detoxificación de estos compuestos .

1.5.8 Síntomas de la enfermedad moho gris ocasionada por el agente *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate.

El síntoma más característico de la enfermedad se manifiesta inicialmente por una decoloración y humedecimiento de los tejidos. En condiciones de alta humedad relativa, se desarrolla un moho de color gris de apariencia vellosa, compuesto de muchas esporas del hongo, por esto se ha denominado etapa del moho gris. Los principales síntomas de *Botrytis cinérea* son: manchas foliares, lesiones del tallo, flores y frutos, y en plántulas el damping-off que ocurre principalmente en lugares fríos, donde la humedad es alta, pero aparece también cuando las semillas y están contaminados de esclerocios del hongo (Escobar 2010).

1.5.9 El uso de productos sintéticos en el manejo integrado de plagas y enfermedades.

Desde el comienzo mismo de la agricultura, los cultivos padecieron el ataque de plagas que los diezmaron y reducían drásticamente la producción y el acopio de alimentos. Para evitar o reducir los daños, desde hace milenios se han empleado sustancias que podrían considerarse los precursores de los plaguicidas, como azufre, flores de piretro y arsenitos. Pertenecen a la era de los productos naturales (Bedmar 2011).

Con la Revolución Industrial comenzó la era de las fumigaciones, frecuentemente con derivados del petróleo. Se caracterizó por el uso de productos simples como el famoso caldo bordelés (una mezcla de sulfato de cobre con cal), el verde de París (acetoarsenito de cobre), los ácidos carbónico y fénico, el bromuro de metilo y el disulfuro de carbono, entre otros.

Desde mediados de la década de 1920 comenzó la era de los productos sintéticos con la preparación y el uso en los Estados Unidos de compuestos derivados de nitrógeno gaseoso o dinitroderivados. En este período se crearon todos los productos sintéticos hoy en uso. Desde entonces se creó por síntesis química un gran número de sustancias plaguicidas, pero también la experiencia de su uso, el conocimiento de cómo funcionan en los ecosistemas y el afloramiento en la sociedad de la conciencia ambiental llevaron a la prohibición de muchos de los más (Bedmar 2011).

1.5.10 Clasificación de los fungicidas

Los fungicidas pueden ser clasificados de acuerdo con su sitio de actividad bioquímica. El sitio de actividad bioquímica se refiere al punto en el metabolismo del patógeno en el cual actúa el fungicida. El modo de acción se refiere al proceso general afectado, el mecanismo de acción a la forma específica a nivel bioquímico, e que ese proceso general es afectado.

1.5.11 Modo de acción de fungicidas

Tabla 1. Modo de acción de fungicidas.

Proceso afectado	Grupo de fungicidas
Respiración y otros procesos enzimáticos generales	Ditiocarbamatos Clorotalonil ftalamidas

Respiración (pasos metabólicos específicos)	Dicarboxamidas Oxatiinas β -metoxiacrilatos
Síntesis proteica (síntesis de ARN)	fenilamidas
Metabolismo de aminoácidos	Fosetil-AI
División celular (formación del huso acromático)	benzimidazoles
Formación de la pared celular	Dimethomorph organofosforados
Síntesis de ergosterol desmetilacion	Piperazinas, piridinas, pirimidinas, imidazoles, triazoles, morfollnas.
Penetración del hospedante, melanizacion, producción de cutinasa	Triciclazol organofosforados
Activación de mecanismos de defensa	Fosetil-AI CGA 245704 (análogo del ácido salicílico)

Fuente: Adaptado de (Cavallini 1998)

1.5.12 La intervención de los fungicidas en la patogénesis.

Algunos productos existentes para el control de enfermedades en los cultivos no poseen un efecto fungitoxico directo, si no que actúan sobre la patogénesis, bien sea interfiriendo con los mecanismos de ataque del hongo bien estimulando a la producción de sustancias de defensas.

Dentro del mecanismo que afectan esta la melanización; la melanización de los apresorios es necesaria para la penetración de algunos hongos, la producción de enzimas involucradas en la patogénesis también puede ser alterada, la producción de ácido oxálico, el estímulo de los mecanismos de defensa mediante la producción de fitoalexinas y otros que actúan inhibiendo la acetilcolinesterasa (Cavallini 1998).

1.5.13 Fungicidas empleados en el control del moho gris *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate campo abierto e invernadero en el Ecuador.

Entre los productos empleados para el control del moho gris en el cultivo de tomate en invernadero y campo abierto destacan los siguientes: Clorotalonil con acción fitosanitaria protectante de amplio espectro, preventivo. Metil tiofanato con acción fitosanitaria sistémica, preventiva y curativa. Pirimetanil con acción sistémica taslaminar protectante y curativa. Tiabendazol con acción sistémica preventiva curativa (Castillo-Pérez 2021).

Otros productos que se emplean son el: Carbendazim, Iprodione y la mezcla de Boscalid + Pyraclostrobin, todos estos productos se emplean actualmente en el control de *Botrytis cinérea* no solo en el Ecuador si no también en algunas otras regiones del continente (Gepp *et al.* 2012).

1.5.14 Descripción de los fungicidas destinados al control de *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate de mesa en Ecuador.

1.5.15 Clorotalonil (BRAVONIL® 720)

Clorotalonil tiene acción multi-sitio dentro de las células del hongo. Clorotalonil se adhiere a los grupos –SH de las moléculas de los aminoácidos. Ya que estos son la base de las proteínas celulares tales como las enzimas, bloquea mucho de los procesos metabólicos importantes de las células del hongo. Uno de estos la producción de ATP vía el ciclo de Krebs se previene cuando el Clorotalonil se acopla con el agente reductor glutation. Como resultado la célula fungosa no produce energía, causando la muerte del hongo.

Clorotalonil evita la germinación de esporas y detiene el crecimiento micelial del hongo (ICA s. f.).

Ingrediente activo: Chlorothalonil

Grupo químico: cloronitrilo

Dosis: 1.5 – 3.0 l/ha con periodo de carencia de 7 días.

Modo de acción: es un fungicida foliar no sistémico con acción preventiva, de amplio espectro.

1.5.16 Metil tiofanato (CERCOBIN 70 WG)

La sustancia activa Metil - tiofanato, actúan sobre la mitosis y la división celular. Tiene un modo de acción único, inhibe el desarrollo de las subunidades de B - tubulina en la mitosis, clasificado dentro del grupo B1 del FRAG. Es una sustancia activa sistémica y parcialmente actúa por contacto, su actividad es tanto de acción fungicida preventiva como curativa, sobre hongos endo y ectoparásitos (Fuentes 2022).

Composición: Metil - tiofanato

Grupo químico: Benzimidazol

Dosis: 1 L/ha con periodo de carencia de 4 días.

1.5.17 Pirimetanil (Compeer)

Inhibidor de la biosíntesis de metionina, lo que lleva a la inhibición de la secreción de enzimas necesarias para la infección. Es un fungicida con acción preventiva y curativa con actividad sistémica local y tras laminar (ADAMA 2021) .

Ingrediente activo: phyrimetanil

Grupo químico: anilinopyrimidina FRAC

1.5.18 Tiabendazol (MERTECT® 500 SC)

Fungicida sistémico. Es fitocompatible de amplio espectro, es un fungicida sistémico con acción preventiva y curativa, Thiabendazole inhibe la mitosis deteriorando el desarrollo y crecimiento fungal. Controla una amplia gama de patógenos en una gran cantidad de cultivos sin causar daños a las células vivas de la planta, con lo cual favorece la productividad de los cultivos tratados (Syngenta 2016).

Ingrediente activo: Tiabendazol

Grupo químico: benzimidazol

Dosis: 0.90 L/ha con periodo de carencia de 5 días.

1.5.19 Carbendazim (CROPLAN 50)

Es un fungicida de contacto y sistémico, se une a la subunidad β de los dímeros de tubulina (la unidad monomérica estructural de los microtúbulos), inhibiendo la formación de los microtúbulos durante la mitosis; y en consecuencia alterando la división celular del hongo que finalmente lleva a la muerte del hongo (Montana 2017).

Ingrediente activo: carbendazim

Grupo químico: Benzimidazol

Dosis: 0.4 – 0.5 L/ha, periodo de carencia de 7 días.

1.5.20 Iprodione (FOBOS 50)

Es un fungicida de actividad de contacto básicamente, con capacidad de ingresar al tejido foliar, pero sin presentar movimiento sistémico, es capaz de

inhibir la síntesis de membranas celulares y lípidos, inter-riendo en el control de una serie de señales intracelulares que controlan funciones del hongo, incluyendo la incorporación de carbohidratos como constituyente celular, de tal manera que inhibe la germinación de esporas y el crecimiento del micelio del hongo. Presenta acción preventiva y curativa inicial (FMC 2017).

Ingrediente activo: Iprodione

Grupo químico: dicarboximida

Dosis: 3L/ha con periodo de carencia de 14 días.

1.6 Hipótesis

H 0: Los fungicidas empleados para el control de *Botrytis cinérea* no muestran un efecto significativo en el control del hongo.

H 1: Los fungicidas empleados para el control de *Botrytis cinérea* muestran un efecto significativo en el control del hongo.

1.7 Metodología

Se realizó mediante la recopilación de información científica de textos, artículos, revistas científicas y bibliotecas virtuales, esta recopilación fue basada en resúmenes y puntualizaciones precisas sobre los efectos de los fungicidas en el control del moho gris *Botrytis cinérea* en el cultivo de tomate.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Desarrollo del caso

En el Ecuador el cultivo de tomate es de suma relevancia para el consumo interno, ya que está incluido en la dieta diaria de gran parte de la población existente. Este al igual que el resto de sistemas de producción agrícola, también se ve afectado por diversos organismos existentes en el medio, que merman el rendimiento del cultivo, ocasionando así pérdidas cuantiosas a los productores.

El presente trabajo se realizó con el fin de brindar información recopilada de diferentes sitios de información científica sobre los efectos de los diferentes fungicidas empleados en el control de la enfermedad del moho gris en el cultivo de tomate, para esto es necesario conocer los diferentes grupos existentes con su mecanismo de acción, y la patogenicidad del agente, para lograr un control eficiente del mismo.

2.2 Situaciones detectadas

El control de *Botrytis cinérea* sigue siendo de suma importancia en el manejo agronómico de enfermedades, debido a su capacidad de provocar enfermedad en su estado asexual, la capacidad de desarrollo en climas húmedos y fríos a su vez otros aspectos como su carácter policíclico, lo convierten en un agente patógeno motivo de estudio dentro del ámbito agronómico.

Gran parte de los agricultores desconocen del tema del manejo de las formulaciones de los productos existentes para el control de enfermedades, efectuando aplicaciones sin un respectivo análisis técnico, lo cual puede ocasionar problemas a largo plazo con las formulaciones existentes para el control de enfermedades ocasionadas por hongos fitopatógenos.

Estudios recientes muestran la pérdida de sensibilidad de *Botrytis cinérea* a los fungicidas pertenecientes al grupo de los benzimidazoles, debido a su uso

prolongado en la agricultura para el control de este agente, estos están en uso a nivel mundial desde la década de 1960 reportándose aun en 1971 cepas ya resistentes (Gepp *et al.* 2012).

2.3 Soluciones planteadas

- Realizar inspecciones esporádicas del cultivo establecido.
- Considerar la patogénesis del organismo para la toma de decisiones con respecto al fungicida a utilizar.
- Tomar en cuenta las formulaciones para conocer los efectos que provoca en el organismo patógeno.
- Rotar productos con ingrediente activo diferente para mayor eficacia.
- Emplear dosis de acuerdo a la ficha técnica de los fungicidas.

2.4 Conclusiones

Se concluye que:

El tomate es de importancia en la dieta de los ecuatorianos, su consumo per cápita de acuerdo con la literatura citada oscila en los 5 kg y se espera que aumente en los próximos años. En el Ecuador la producción de tomate se lleva a cabo a gran escala en la región andina siendo la provincia de Imbabura aquella con mayores cifras en relación a este cultivo.

Dentro de los síntomas del moho gris, destaca un moho pulverulento de coloración grisácea y aspecto veloso, compuesto por muchas esporas del hongo, debido a estas características se la denomina etapa del moho gris.

De acuerdo con los fungicidas que se encuentran intrínsecamente en los diferentes grupos para el control del moho gris podemos identificar el clorotalonil con una mejor eficacia, este se encuentra en el grupo químico de los cloronitrilos responsables de la respiración y otros procesos enzimáticos generales, este se adhiere al grupo –SH de los aminoácidos interfiriendo en la producción de energía del agente, lo que causa la muerte del hongo, su dosis a aplicar es de 1.5 a 1.3 L/Ha con un periodo de carencia de 7 días, debido a que

Botrytis cinérea tiene características policíclicas no es posible determinar una época específica de aplicación, pero es posible su aplicación preventiva cuando los factores edafoclimáticos son los más propicios para la infección.

2.5. Recomendaciones

Se recomienda realizar capacitaciones a los productores, para que de esta manera puedan conocer un poco más con respecto al control químico de este agente causal.

El uso del clorotalonil en sus diferentes presentaciones comerciales, puede actuar de una forma más efectiva ante la infección ocasionada por este fitopatógeno.

Bajo ninguna recomendación se debe enfocar el control de enfermedades basado en un solo ingrediente activo, por lo que es necesario rotar los ingredientes activos siempre y cuando estos actúen ya sea de forma directa en el patógeno o influyan en su patogénesis.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMA Ecuador. 2021. (en línea). Consultado 30 ago. 2022.
<https://www.adama.com/ecuador/es/agroquimicos/fungicida/compeer>
- Agrios, G. 1997. Algunos problemas patológicos y fisiológicos de la floricultura en Colombia. 1. Garcés de Granada, E; Orozco de Amézquita, M. Colombia. Universidad. Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. 192 p.
- Bedmar, F. 2011. ¿Qué son los plaguicidas?. Ciencia hoy. 21(122): 11-16.
- Blancard, D; Laterrot, H; Marcheoux, G; Candresse, T. 2011. Enfermedades del tomate. s.l., Mundi-Prensa Libros. 682 p.
- Benito, E; Arranza, M; Eslava, A. 2000. Factores de patogenicidad de Botrytis cinérea. 32. (en línea). Universidad de Salamanca (España). S44.
- Gepp, V. 2012. Botrytis cinérea en el Uruguay (en línea). Agrociencia (Uruguay) 16(1):97-107. Consultado 26 ago. 2022. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2301-15482012000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Castillo-Pérez, B. 2021. Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero y campo en Loja. Ecuador. 11(01):20.
- Cavallini, LFA. 1998. Fitopatología: Un Enfoque Agroecológico. s.l., Editorial Universidad de Costa Rica. 478 p.
- Dominique, B; H, L; G, M; T, C. 2011. Enfermedades del tomate. s.l., Editorial Paraninfo. 682 p.
- Escobar, H. 2010. Manual de producción de tomate bajo invernadero. s.l., Editorial Tadeo Lozano. 183 p.
- El Oriente. 2022. La evolución del cultivo del tomate: historia de su domesticación en América Latina. (en línea). Consultado 26 ago. 2022. Disponible en <http://www.eloriente.com/articulo/la-evolucion-del-cultivo-del-tomate-historia-de-su-domesticacion-en-america-latina/13717>
- Farfán, FP. 2018. Agroclimatología del Ecuador. s.l., Editorial Abya-Yala. 649 p.
- FMC. 2017. Ficha técnica iprodione. (en línea). consultado 30 agosto. 2022. Disponible en: <https://crait.com.ec/wp-content/uploads/2019/09/FT-Rovral->

50-SC.pdf

- Fuentes, A. 2022. (en línea). Consultado 30 ago. 2022. Disponible en <https://docplayer.es/78830365-Cercobin-70-wg-fecha-01-11-2017-version-v1-ficha-tecnica-nombre-del-producto-numero-de-registro.html>.
- Fourie, JF; Holz, G. 1995. Procesos iniciales de infección por *Botrytis cinérea* en frutos de nectarina y ciruela y desarrollo de caries. *Fitopatología*. 85. 82-87p.
- Gepp, V; Vero, S; Cassanello, ME; Romero, G; Silvera, E; González, P; Rebellato, J; Ferreira, Y; Bentancur, O. 2012. Resistencia a fungicidas en *Botrytis cinérea* en el Uruguay (en línea). *Agrociencia (Uruguay)* 16(1):97-107. Consultado 26 ago. 2022. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2301-15482012000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Gómez, S. 2022. Principales enfermedades del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de campo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 6(1):4190-4210. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1793
- Hernández, MS. 2003. Manipulación genética del hongo fitopatógeno *botrytis cinérea*: clonación del gen *gdhA*. s.l. Universidad Almería. 242 p.
- INEC. 2017. s.l. s.e. (en línea) Consultado 25 ago. 2022. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf.
- Jabnoun-Khiareddine H; Daami-Remadi M; Ayed F; El Mahjoub M. 2009. Biological control of tomato *Verticillium* wilt by using indigenous *Trichoderma* spp. *Afr. J. Plant Sci. Biotech.* 3 (Special Issue 1): 26-36.
- Mediavilla, D. 2020. El viaje de una fruta diminuta nacida en los Andes que conquistó el mundo (en línea). Madrid. s.e. 9 ene. Consultado 26 ago. 2022. Disponible en https://elpais.com/elpais/2020/01/09/ciencia/1578590635_817541.html
- Montana. 2017. Propiedades biológicas Modo de Acción CROPLAN® 50 SC. (en línea). Consultado 30 agosto. 2022. Disponible en: <https://www.corpmontana.com/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Tecnica-CROPLAN.pdf>

- Pezet, R; Viret, O; Perret, C y; Tabacchi, R. 2003. Latencia de Botrytis cinérea Pers: Fr y estudios bioquímicos durante el crecimiento y la maduración de dos cultivares de bayas de uva, respectivamente susceptibles y resistentes al moho gris. Diario de Fitopatología. 151. 208- 214 p.
- Pilco, M. 2018. Proyecto de investigación para titulación de grado. (en línea). Consultado 30 agosto. 2022. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10347/1/13T0863.pdf>
- Reinoso, J. 2015. Diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de tomate riñón en el Cantón Paute (en línea). Disponible en: <https://doi.org/10.18537/mskn.06.02.11>
- Syngenta. 2016. Ficha técnica MERTEC. (en línea). Consultado 30 ago. 2022. Disponible en <https://www.syngenta.com.co/product/crop-protection/fungicida/mertect-500-sc>