



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efectos de la aplicación de fungicidas protectantes en la  
prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*)”.

**AUTOR:**

Jefferson Aníbal Peña Solis

**TUTOR:**

Ing. Agr. Joffre León Paredes, MBA.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2021

## RESUMEN

En el presente documento se detalla la aplicación de fungicidas protectantes y sus efectos en la prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*). Hay que destacar que esta enfermedad causa daños severos en la plantación de tomate, por eso es necesario aplicar productos de manera preventivos, de acción protectante o de contacto, a fin de inhibir el desarrollo del patógeno. Entre las conclusiones se mencionan que los fungicidas protectantes logran inhibir el crecimiento de cepas de *Alternaria solani*; sin embargo según evidencias científicas el Mancozeb es el producto fungicida que logra mejores resultados, a pesar que no tienen efecto de control después que aparecen los síntomas; cuando los síntomas del Tizón temprano aparecen en forma tardía la tasa de infección es aparentemente menor, siendo el progreso de la enfermedad más lento; los fungicidas protectantes presentan mejor respuesta en cuanto a la incidencia y severidad del ataque de plagas en la plantación; son incapaces de generar la suficiente protección al cultivo de tomate de manera individual, aunque con esto no se dice que no tengan propiedades fungistáticas o fungitóxicas y forman una barrera sobre la superficie de la planta impidiendo la germinación de esporas y son absorbidos por el patógeno en proporciones tóxicas, por lo tanto son de acción múltiple respecto de las funciones celulares, lo cual impide el desarrollo de resistencia a estos productos, ya que es muy difícil que el patógeno pueda bloquear todos los sitios de acción del fungicida.

Palabras claves: fungicidas, tomate, protectantes, síntomas.

## SUMMARY

This document details the application of protective fungicides and their effects in the prevention of early blight of tomato (*Alternaria solani*). It should be noted that this disease causes severe damage in tomato plantations, so it is necessary to apply preventive, protective or contact products in order to inhibit the development of the pathogen. Among the conclusions, it is mentioned that protective fungicides are able to inhibit the growth of *Alternaria solani* strains; However, according to scientific evidence, Mancozeb is the fungicide product that achieves the best results, although it does not have a control effect after symptoms appear; when the symptoms of early blight appear late, the infection rate is apparently lower, the progress of the disease being slower; Protective fungicides present a better response in terms of the incidence and severity of the attack of pests in the plantation; are incapable of generating sufficient protection to the tomato crop individually, although this does not say that they do not have fungistatic or fungitoxic properties and form a barrier on the surface of the plant preventing the germination of spores and are absorbed by the pathogen in toxic proportions, therefore they are of multiple action with respect to cellular functions, which prevents the development of resistance to these products, since it is very difficult for the pathogen to block all the sites of action of the fungicide.

Keywords: fungicides, tomato, protectants, symptoms.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. General .....	4
1.4.2. Específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórica.....	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de tomate .....	5
1.5.2. Influencia de la enfermedad en el cultivo de tomate.....	6
1.5.3. Descripción de los síntomas.....	8
1.5.4. Características del patógeno.....	9
1.5.5. Fungicidas protectantes y su efecto .....	11
1.5.6. Clases de fungicidas protectantes.....	15
1.5.7. Estudios realizados .....	18
1.6. Hipótesis .....	19
1.7. Metodología de la investigación .....	19
CAPÍTULO II.....	20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1. Desarrollo del caso .....	20
2.2. Situaciones detectadas .....	20
2.3. Soluciones planteadas .....	20
2.4. Conclusiones .....	21
2.5. Recomendaciones .....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	23

# INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es de gran importancia debido a su elevada demanda por los consumidores, tanto en el mercado nacional como local, lo cual lo hace ubicarse dentro de las hortalizas de mayor explotación en nuestro país al ser producto generador de divisas (Téllez y Canda 2016).

La presencia de problemas fitosanitarios impone la necesidad de conocer sus causas para poder encontrar soluciones a lo que implicaría pérdidas en producción y serios problemas a nivel social, ya que la mayor parte de los productores son pequeños campesinos de limitados recursos que dependen de los cultivos de ciclo corto (Espinoza 2019).

Debido a los buenos réditos que genera la producción de tomate los productores basan la actividad agrícola en un alto uso de productos químicos para proteger sus cultivos e inversiones, ya que el cultivo durante sus distintas etapas fenológicas es susceptible al ataque de diversas plagas. Esto provoca aplicaciones excesivas, intensificando las dosis y mezclas, lo que favorece que las plagas se vuelvan resistentes a los productos químicos. Debido a esto, se han generado efectos perjudiciales en el ambiente y la salud humana (Castillo y Castillo 2021).

Una de las enfermedades más comunes en la producción de tomate, es el Tizón temprano causado por el hongo *Alternaria solani*, considerada una de las más importantes debido a que afecta a cualquier órgano aéreo de la planta en cualquier etapa de desarrollo. El manejo tradicional de este hongo se lleva a base de fungicidas químicos, pero la tendencia y las exigencias del mercado consumidor de productos limpios, se orienta a disminuir el uso de agroquímicos (Salazar 2018).

Los fungicidas son pesticidas que previenen, eliminan, mitigan o inhiben el crecimiento de hongos en las plantas, y no son efectivos contra enfermedades producidas por bacterias, nematodos o virus. Para estos últimos

se deben usar pesticidas específicos para su control. Los fungicidas de contacto (también conocidos como protectantes) no son absorbidos por la planta y se adhieren a las superficies de la planta. Proporcionan una barrera protectora que evita que el hongo entre y dañe los tejidos de la planta (SummitAgro 2021).

La enfermedad fungosa de Tizón temprano del tomate causa defoliación de las hojas, tallos y daño en el fruto ocasionando la disminución significativa en el rendimiento agrícola, donde es necesario la utilización de productos fungicidas protectantes adecuados y con dosis recomendables, que permitan combatir o controlar el patógeno en la primera aparición, ahorrando productos químicos y no contaminando el ambiente, lo que permite mejorar el rendimiento con frutos de mejor calidad.

El presente documento tuvo como finalidad estudiar los efectos de la aplicación de fungicidas protectantes.

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

En el presente documento se detalla los efectos de la aplicación de fungicidas protectantes en la prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*).

Es necesario controlar la enfermedad de Tizón temprano en los cultivos, especialmente en tomate, a fin de evitar pérdidas en cuanto al rendimiento.

### 1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel nacional y también local; siendo apetecida por un sin número de platos de la comida típica ecuatoriana.

El cultivo es muy afectado por una serie de patógenos entre los que se destacan bacterias, hongos y virus entre otros. Siendo los hongos los que más problemas ocasionan; los agricultores recurren al uso de productos químicos que contribuyen al aumento de la producción y por consiguiente aumentan sus ingresos económicos, a pesar de que estos productos ocasionan deterioro al medio ambiente.

Los fungicidas son productos químicos que causan deterioro al ecosistema y a la salud de las personas que laboran en las actividades agrícolas y a los frutos que son consumidos por los habitantes.

### 1.3. Justificación

A través del tiempo es necesario cultivar hortalizas, especialmente tomate, debido a que desde el punto de vista nutricional ayudan a la salud de

las personas que lo consumen, por tanto hay que incrementar sus rendimientos por la creciente demanda de la población (Cásseres 2016).

Las plantaciones de tomate son muy susceptible a enfermedades, lo que puede atribuirse a condiciones de estrés, siendo de vital importancia la utilización de productos fungicidas protectantes que prevengan el ataque de diversos patógenos (Sandoval 2017).

Los fungicidas protectantes actúan sobre la superficie de la planta y evitan que los esporáneos germinen y penetren a las células, disminuyendo las fuentes de la enfermedad. Por lo tanto se justifica la presente investigación con la finalidad de estudiar los efectos que provocan los fungicidas protectantes o de contactos para el Tizón temprano del cultivo de tomate (Fernández *et al.* 2018).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

Recopilar información sobre la aplicación de fungicidas protectantes en la prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*).

### **1.4.2. Específicos**

- Describir los daños causados por la enfermedad del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*).
- Identificar las moléculas químicas frecuentemente utilizadas para la prevención del ataque del hongo *Alternaria solani* en el cultivo de tomate.

## 1.5. Fundamentación teórica

### 1.5.1. Generalidades del cultivo de tomate

Castellanos *et al.* (2016) aclara que: “El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) ocupa un lugar primordial dentro de los vegetales, y con un desarrollo creciente por el incremento de su consumo en todo el país”.

Santibáñez (2016) afirma que:

El tomate (*Solanum lycopersicon* Mill) formaba parte de los pequeños huertos de hortalizas del área mesoamericana en el momento en que los españoles llegaron a América, siendo el centro del origen del género *Solanum* la región andina que actualmente es compartida por Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. El tomate, después de la papa, es la hortaliza de mayor consumo en el mundo. Este es consumido de diversas formas, ya sea fresco, en conserva o procesado.

Carreño *et al.* (2017) argumenta que:

La producción de tomate está distribuida en gran parte del territorio nacional a cargo de pequeños y medianos agricultores. El cultivo de esta hortaliza se presenta como una actividad de alto riesgo económico debido a los altos costos de producción por el uso intensivo de mano de obra e insumos, los altos índices de pérdidas en la poscosecha, por ser un producto altamente perecedero, los problemas fitosanitarios, la escasa tecnificación en la producción, los bajos rendimientos y la carencia de cultivares nacionales.

Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG (2021) publica que:

En Ecuador es un cultivo altamente productivo, que ha dado sustento y desarrollo económico a pequeños agricultores. Las principales provincias productoras son Manabí, Guayas, El Oro, Carchi, Imbabura y Loja. En el país, existe una superficie sembrada de 2.653 has, con superficie cosechada de 2.579 has y una producción de 38.438 Tm y rendimiento de 14,91 t/ha.

### 1.5.2. Influencia de la enfermedad en el cultivo de tomate

De acuerdo a Tandazo (2016):

El cultivo de tomate es afectado por muchos hongos ascomicetes e imperfectos los cuales ocasionan enfermedades en el follaje, inflorescencias, tallos jóvenes, frutos e incluso las raíces. Algunos fitopatógenos pueden causar también ataques por crecer y multiplicarse en el xilema y en el floema de la planta y, por ende, por bloquear el transporte de agua y nutrientes desde la raíz hacia las hojas o el flujo de la savia desde las hojas hacia el resto de la planta.

Enríquez (2016) comenta que:

Este cultivo al igual que otras hortalizas, es afectado por varios patógenos que causan múltiples enfermedades que afectan principalmente a las hojas provocando síntomas como marchitez, decoloraciones y muerte de tejidos.

Santibáñez (2016) considera que:

El tomate (*Solanum lycopersicom* Mill), después de la papa, es la hortaliza de mayor consumo en el mundo. El tomate como especie se ve afectada por una gran cantidad de enfermedades causadas por hongos. La enfermedad “tizón temprano” causada por el hongo *Alternaria solani* en tomate industrial es una de las patologías que generan mayores problemas en el cultivo en el mundo.

Tandazo (2016) describe que:

El tomate *Lycopersicum esculentum* Mill es una solanácea que es afectado por diversos microorganismos como hongos, bacterias, virus y nematodos; para prevenir estos problemas se utilizan pesticidas para su manejo, los mismos que aumentan los costos de producción y daños en la salud de las personas que laboran en la actividad agrícola y de consumidores. Dentro de las enfermedades comunes y de importancia económica se encuentra el tizón temprano del tomate o alternariosis, causada por *Alternaria solani*.

Enríquez (2016) destaca que:

El cultivo de tomate se ve afectado por una serie de problemas fitosanitarios, provocados por patógenos (hongos, bacterias y virus). Entre ellos se encuentran: tizón temprano (*Alternaria solani*, Mont. D. Bary). Para que se pueda manifestar una enfermedad, se deben asociar tres factores, cuya importancia es relativa en cuanto a la susceptibilidad a un determinado microorganismo fitopatógeno y la severidad de su interacción. Presencia de microorganismos fitopatógenos en el medio para la regulación poblacional. Condición del hospedante, teniendo en cuenta sus etapas fenológicas y metabólicas y las condiciones edafoclimáticas en las cuales establecemos los cultivos.

Santibáñez (2016) determina que:

El tomate como especie se ve afectada por una gran cantidad de enfermedades causadas por hongos, virus y bacterias en las diferentes áreas donde se cultiva. La enfermedad “tizón temprano” causada por el hongo *Alternaria solani* en tomate, es una de las patologías que generan mayores problemas en el cultivo en el mundo. Las consecuencias en la planta son defoliación, pudiendo además necrosar flores causando su caída originando pérdidas de rendimiento.

Gómez y Nuñez (2019) difunde que:

Anualmente, se registran grandes pérdidas por enfermedades fúngicas en los cultivos, debido a la reducción en tasa fotosintética, pérdidas por pudriciones, entre otras. Uno de los grupos que provocan pérdidas es el filo de los ascomicetos. Dentro de este filo, se encuentra el género *Alternaria*; el cual es de gran importancia económica debido a que puede encontrarse abundantemente en cualquier tejido de planta, ya sea viva o muerta.

Paz *et al.* (2016) estima que:

El tizón temprano, causado por el hongo *Alternaria solani* Sorauer, es una de las enfermedades más importantes del tomate a nivel mundial. La enfermedad afecta todos los órganos aéreos del cultivo, y en ataques

severos puede producirse la defoliación total. Por esta razón se reduce considerablemente el área verde de la planta, y como consecuencia la disminución de los rendimientos puede alcanzar desde un 50 hasta un 80 %.

Paz *et al.* (2016) expone que:

El tizón temprano constituye uno de los principales problemas fitosanitarios del tomate; puede incidir desde etapas muy tempranas y afectar hasta el 30 % del área sembrada, con índices que van de medios a intensos en el 10 % del área. Las mayores afectaciones se presentan en época lluviosa, con índices medios e intensos en el 20-25 % de las áreas.

Fernández (2017) expresa que:

El tizón temprano, ocasionando por el patógeno *Alternaria solani* Sor. es una de las principales enfermedades que afectan el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Su control es difícil y la opción del empleo de variedades resistentes es uno de los objetivos a lograr en breve plazo, para lo cual se requiere del conocimiento de los mecanismos básicos que rigen la interacción.

### **1.5.3. Descripción de los síntomas**

Santibáñez (2016) dice que: “*Alternaria solani* (Tizón temprano) es descrito desde hace mucho tiempo como patógeno de solanáceas entre las cuales se encuentra el tomate. Este hongo generalmente infecta a la planta primeramente en hojas basales llegando a estas desde el suelo”.

Paz *et al.* (2016) definen que:

Para ejercer un control efectivo de la enfermedad, y evitar su diseminación y afectación al cultivo, es preciso la detección oportuna de los síntomas en su fase inicial; la aparición de los síntomas depende de la edad del cultivo, las condiciones ambientales y la susceptibilidad del cultivar.

Tandazo (2016) explica que: “El tizón temprano del tomate es producido por un hongo llamado *Alternaria solani* que afecta a hojas, produce lesiones en el tallo, peciolo y frutos”.

Escobar y Lee (2019) informa:

Tizón temprano (*Alternaria solani*) es una de las enfermedades más importantes del cultivo de tomate, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de desarrollo, y es capaz de infectar cualquier órgano aéreo de la planta desde la base del tallo, peciolos, hojas, flores y frutos además, la enfermedad se encuentra bien establecida que su presencia y peligro potencial se puede manifestar prácticamente durante casi todo el ciclo de desarrollo de la planta.

Santibáñez (2016) manifiesta que:

Este hongo ataca toda la parte aérea de la planta, en todas las fases de crecimiento del tomate. En plantas jóvenes da origen a lesiones extensas y de color negro en el tallo pudiendo provocar la muerte de la planta por desecación. En plantas adultas ocasiona manchas foliares de color pardo a negro presentando éstas un halo amarillo alrededor. Éstas se desarrollan en las hojas maduras que se encuentran en la parte baja de la planta.

Escobar y Lee (2019) mencionan que:

*Alternaria solani* Sorauer, es un patógeno es extremadamente prolífico, por lo general la enfermedad aparece en forma de manchas foliares irregulares. La enfermedad se manifiesta con mayor intensidad en la etapa de fructificación, debido a la fatiga fisiológica provocada en la zona de intensa actividad fotosintética, por la abundante producción y translocación de materiales hacia los órganos de reserva en formación.

#### **1.5.4. Características del patógeno**

González (2017) señala la taxonomía de *Alternaria solani*:

Orden: Pleosporales

Familia: Pleosporaceae  
Género: *Alternaria*  
Especie: *A. solani* (Cooke) Wint.

Para Duarte *et al.* (2018):

*Alternaria solani* es un hongo fitopatógeno perteneciente a la familia Pleosporaceae. Ocasiona una enfermedad en los cultivos de patata conocida como tizón temprano que se caracteriza por afectar al follaje y estar difundida en zonas húmedas y de altas temperaturas.

De acuerdo a Ronnie y Martínez (2019).

El género *Alternaria* forma parte de los Fungi Imperfecti y concretamente en la sub-clase de los Hifomicétidos, se caracteriza por poseer un soma formado por hifas septadas bien desarrolladas y presentar reproducción por medio de conidios pluricelulares que siguiendo la terminología saccardoana, se denominan dictiosporas feodicticas y se caracterizan por ser ovoides a oblongos, netamente septados transversalmente y longitudinalmente. Los conidios son dematiáceos. En la taxonomía actual, el género *Alternaria* queda incluido entre los hongos con desarrollo conidial blástico y conidiogénesis enteroblástica trética. Los conidios forman largas cadenas y su morfología es típicamente obclavada y rostrada.

Bernal *et al.* (2016).

Dentro del complejo *Alternaria* destaca *Alternaria* sp. que es una especie patógena para plantas, perteneciente a la división Ascomycota. Las estructuras reproductivas como los conidios son capaces de hibernar sobre restos de plantas enfermas o semillas. Las esporas que se mantiene en restos infectados son liberados con ayuda de lluvias o rocíos fuertes. Las esporas germinan y penetran el tejido sensible directamente o a través de heridas, y producen nuevos conidios que se propagan por el viento y salpicaduras de lluvia

### 1.5.5. Fungicidas protectantes y su efecto

Torres (2016) plantea que:

La utilización de fungicidas, es decir, productos químicos capaces de prevenir la infección o realizar algún tipo de control posterior a la infección. Los ingredientes activos más usados para controlar la lancha son clasificados según su modo de acción como sistémicos, translaminares y de contacto (o protectantes).

Castellanos *et al.* (2016) indica que:

*Alternaria solani* Sor. (Tizón temprano), causado por ocasionan importantes pérdidas en el cultivo. Para su control se emplean diferentes tipos de fungicidas tanto de contacto como sistémicos.

Enríquez (2016) divulga que:

El Tizón temprano causado por el hongo *Alternaria solani* es una de las enfermedades más importantes debido a que afecta a cualquier órgano aéreo de la planta en cualquier etapa de desarrollo. El manejo tradicional de este hongo se lleva a base de fungicidas químicos.

Para García *et al.* (2018): “Los fungicidas de contacto (también llamados protectores) permanecen en la superficie de la planta. Muchos fungicidas de contacto son potencialmente fitotóxicos (tóxicos a la planta) y pueden dañar la planta si se absorben”.

García y Portilla (2017) refieren que:

El modo de acción es la manera como el producto llega al sitio o como se mueve dentro de los tejidos de la planta para afectar los procesos biológicos vitales en el ciclo de vida del fitopatógeno. Teniendo en cuenta la interacción de la planta tratada con los fungicidas, los podríamos agrupar en: Protectantes (contacto) y Sistémicos (con variantes como: sistémicos localizados, mesostémicos).

Bolaños (2016) relata que:

Los fungicidas protectantes son productos que no penetran en las hojas. Son efectivos principalmente contra la producción de conidios, debido a que no entran en contacto con la capa de fungicida que se encuentra en la superficie de la hoja. El modo de acción de estos productos normalmente es multisitio, debido a que actúan interfiriendo diferentes procesos metabólicos vitales para la vida del hongo. Una familia de fungicidas protectores es la de los Ditiocarbamatos a la que pertenecen el mancozeb los cuales se utilizan en dosis de 1.000-1.500 g.i.a/ha. Otro fungicida muy usado es el clorotalonil, cuya particularidad es que no puede ser aplicado con aceite agrícola porque la mezcla es fitotóxica.

Torres (2016) reporta que:

Los fungicidas de contacto, actúan sobre la superficie de la planta y evitan la germinación y penetración del patógeno, disminuyendo las fuentes de la enfermedad. Son conocidos como fungicidas protectantes, residuales o de contacto. Entre los más importantes se encuentran los cúpricos y los ditiocarbamatos. Sólo protegen la zona donde se deposita el fungicida, de ahí que su efectividad se ve reducida por factores como la lluvia, el crecimiento del follaje, una mala aplicación, etc.

Según Franco (2016):

Los fungicidas de contacto, llamados también protectantes, actúan solamente sobre la superficie de la planta donde el fungicida ha sido depositado y evitan que los esporangios germinen y penetren a las células. Por ello se recomienda cubrir la mayor parte de la planta con este tipo de productos.

García *et al.* (2018) señalan que:

Los fungicidas de contacto son productos adecuados para uso preventivo (profiláctico), ya que funcionan por contacto en la superficie de la planta en donde han sido aplicados. Se requieren repetidas aplicaciones para proteger el nuevo crecimiento de la planta y reemplazar el material que ha sido lavado por la lluvia o la irrigación o

degradado por factores ambientales como la luz solar. Algunos fungicidas de contacto se los identifica como productos “residuales” ya que el fungicida aplicado permanece en la superficie de la planta, ocasionalmente como un residuo visible, por varios días. Debido a la capacidad de penetrar a los tejidos de la planta, algunos fungicidas sistémicos presentan tanto una actividad preventiva como curativa (erradicante), de esta manera puede afectar al patógeno después de su infección.

García y Portilla (2017) sostienen que:

Los fungicidas protectantes de efecto preventivo son generalmente de acción múltiple, es decir, que pueden afectar al mismo tiempo varias de las funciones celulares mencionadas anteriormente, mientras que los fungicidas sistémicos actúan o afectan generalmente a un solo sitio de la estructura o fisiología del patógeno. Los fungicidas protectantes, en general, afectan la germinación de las esporas y pueden ocasionar su muerte aún después de la germinación, pero después de la germinación, y antes que el tubo germinativo haya penetrado en los espacios intercelulares.

García *et al.* (2018) agregan que:

Los fungicidas “matan” a los hongos dañando su membrana celular, inactivando enzimas o proteínas esenciales o interfiriendo con procesos claves tales como la producción de energía o la respiración. Otros impactan rutas metabólicas específicas como son la producción de esteroides o quitina. Por ejemplo, fungicidas a base de fenilamida, se enlazan con e inhiben la función de la polimerasa del ARN en oomicetos, mientras que los benzimidazoles inhiben la formación de polímeros de beta tubulina usados por las células fungosas durante su división nuclear.

Sandoval y Nuñez (2016) recomiendan que:

En términos simples, en aplicaciones de fungicidas al follaje, dirigidas al control de *Alternaria solani*. Existen diferentes ingredientes activos que

presentan una acción eficaz en el control de estos patógenos. Entre los diferentes fungicidas, al ser asperjados sobre un cultivo presentan diferentes maneras de actuar. Algunos sólo recubren con una capa las zonas asperjadas, no presentando movimiento posterior dentro del tejido vegetal. Estos corresponden a los fungicidas de contacto, los que sólo presentan acción preventiva, y por lo tanto deben ser aplicados antes de que se presente la enfermedad.

García y Portilla (2017) analizan que:

Características generales de los fungicidas protectantes: forman una barrera sobre la superficie de la planta impidiendo la germinación de esporas y son absorbidos por el patógeno en proporciones tóxicas (efecto de contacto sobre estructuras fuera de la planta). La mayoría de los fungicidas protectantes son de acción múltiple respecto de las funciones celulares, lo cual impide el desarrollo de resistencia a estos productos, ya que es muy difícil que el patógeno pueda bloquear todos los sitios de acción del fungicida.

Veitía *et al.* (2018) enfatizan que:

Para el control químico del tizón temprano se utilizan fungicidas de contacto y sistémicos. Dentro de los de contacto, se encuentran los fungicidas cúpricos como el oxiclورو de cobre y el óxido cuproso. Los compuestos por sales derivadas del estaño también tienen buen efecto sobre el tizón temprano entre ellos se encuentran el hidróxido de trifenil estaño y el maneb +acetato de trifenil estaño.

García y Portilla (2017) indican que:

Algunos de estos fungicidas: Mancozeb, Propineb, Captafol, Fentin acetato, Fentinhidroxido y azufre, se emplean en aplicaciones preventivas contra una amplia gama de enfermedades. Su selectividad se basa en su baja capacidad de penetración, ya que en el momento en que llegasen a penetrar dentro del huésped sería igualmente tóxicos a la planta y al patógeno por su multiacción. Así mismo, están más expuestos al lavado por lluvias con relación a los fungicidas sistémicos.

### 1.5.6. Clases de fungicidas protectantes

García y Portilla (2017) mencionan que:

Como fungicidas protectantes se tiene Oxiclورو de Cobre, Iprodione, Maneb, Mancozeb, Propineb, Captafol, Clorotalonil, Azufre, Diclofuanid y Captan.

Franco (2016) argumenta que:

Mancozeb Fungicida de acción protectante, controla una amplia gama de enfermedades ocasionadas por diferentes hongos que afectan a cultivos tales como: melón, sandía, tomate, papa, cacao, frejol.

Gomez y Nuñez (2019) comentan que:

El efecto de Mancozeb en el crecimiento del hongo: El Mancozeb es un polímero complejo del etileno bis (ditiocarbamato) de manganeso y zinc. Es un fungicida que afecta al patógeno en múltiples procesos metabólicos, causando una disrupción en la actividad respiratoria del metabolismo de lípidos y producción de ATP en la célula del hongo. Datos de la enfermedad, después de la aplicación del fungicida, demostraron que Mancozeb inhibe el crecimiento de *Alternaria* spp. comparandolo con el control. La dosis comercial (1,5 kg/ha) y sus diluciones al 90 y 80 %, no muestran diferencia alguna inhibiendo el crecimiento de las cepas de *Alternaria* spp. aisladas de las plantas de tomate.

Sandoval y Nuñez (2016) destacan que:

Mancozeb: Ingrediente activo del grupo químico de los ditiocarbamatos. Es un fungicida preventivo de contacto con acción de amplio espectro. Se recomienda su aplicación sólo o en mezcla con productos de acción curativa, en el control de enfermedades asociadas a Deuteromycetes u Oomycetes.

Ortega y Obando (2017) determinan que:

Captan es un fungicida protectante y erradicante que combate diversas

enfermedades causadas por hongos habitantes del suelo y foliares. Se obtiene un efectivo control cuando se aplica a niveles bajos de infección. Puede ser aplicado en campo abierto y en cultivos bajo invernadero; como desinfectante del suelo, semilleros, viveros y en forma foliar. Es además un estimulante de la vegetación, mejora el aspecto y coloración de los frutos y favorece la cicatrización de heridas.<sup>27</sup> 1.9.1 Modo de acción Inhibe la actividad de las enzimas sulfhídricas con lo que se libera tiosfogeno, producto tóxico para el hongo, también interfiere en la respiración y el transporte de electrones.

Franco (2016) menciona que:

Oxicloruro de Cobre, fungicida derivado del cobre, de acción protectante y aplicación foliar. Actúa de manera efectiva contra phytophthora, hemileia, septoria, monilia, peronospora en cultivos de papa, tomate, café, cacao, cebolla, cítricos, maní, aguacate, melón, hortalizas y otros cultivos.

Para Sandoval y Nuñez (2016):

Clorotalonil: Ingrediente activo perteneciente al grupo químico de cloronitrilo, siendo un fungicida de contacto, con modo de acción preventivo, y un amplio espectro de control. Se recomienda el uso bajo un manejo integrado de enfermedades, realizando rotación de aplicación con otros ingredientes activos. Resulta eficiente en el control preventivo de enfermedades asociadas a *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia spp.* *Macrophomina phaseolina*, además de *Alternaria solani* y *A. alternata* entre otras.

Franco (2016) relata que:

Clorotalonil Ftalonitrilo, aromático policlorado derivado del ácido cloroisoftálico con actividad fungicida, de amplio espectro, de aplicación foliar, no sistémico, con limitada capacidad de traslocación local, actividad por contacto y acción preventiva y erradicativa sobre numerosas enfermedades de origen fúngico. Inhibe la respiración de las células del hongo, es decir, la transformación de los hidratos de carbono

en energía porque las moléculas de clorotalonil se unen a grupos sulfhidrilos de algunos aminoácidos. Las enzimas que afectan al ciclo de Krebs se desactivan y no se produce ATP (adenosin trifosfato). Al no poder completar este proceso la célula muere. Se considera que el clorotalonil actúa como un fungitóxico no específico, de acción rápida, pertenece al grupo de inhibidores multisitio.

Ortega y Obando (2017) mencionan que:

Clorotalonil, según su ficha técnica, es un fungicida de efecto preventivo. Controla una amplia gama de enfermedades en diversos cultivos. Es un fungicida multisitio, con muy bajo riesgo de resistencia. Modo de acción “Actúa por conjugación y disminución de tioles (particularmente glutatión), de las células fúngicas germinales, conduciendo a una interrupción de la glucólisis y producción de energía. Tiene acción fungistática y fungicida.”

Sandoval y Nuñez (2016) estiman que:

Propineb: Ingrediente activo perteneciente a los ditiocarbamatos con actividad fungicida por contacto, de amplio campo de acción, buen efecto inicial y prolongada actividad residual. Impide el desarrollo de las conidias. Pertenece al grupo de los inhibidores multisitio.

Gomez y Nuñez (2019) explican que:

Efecto de Sulfato de cobre Pentahidratado y Oxitetraciclina en el crecimiento del hongo. Fungicida-bactericida, cuya acción química es a base de Cobre Pentahidratado y Oxitetraciclina. Su modo de acción como cualquier otro fungicida a base de cobre, es la desnaturalización inespecífica de las proteínas celulares cuando las esporas fúngicas germinantes absorben los iones tóxicos de cobre.

Gomez y Nuñez (2019) expresan que:

Estudios determinan que Sulfato de cobre Pentahidratado y Oxitetraciclina, afecta el crecimiento de *Alternaria* spp. La dosis comercial (0.5 L/ ha) y sus diluciones al 90 y 80 %, no mostraron

diferencia significativa. Estos resultados difieren con otro estudio donde se utilizó Sulfato de Cobre Pentahidratado para *Alternaria* spp. y la incidencia fue en aumento desde un 10 % en el día 26 hasta 68 % en el día 68.

Sandoval y Nuñez (2016) indican que:

Zoxamida: Ingrediente activo con actividad fungicida específica contra Oomicetos (mildius) a través del follaje, si bien también se ha demostrado su acción en el control de tizón temprano. Actúa deteniendo la división nuclear por enlace a la subunidad-b de la tubulina y rotura del citoesqueleto del microtúbulo.

### **1.5.7. Estudios realizados**

Gómez y Nuñez (2019) corroboran que:

Investigaciones relevantes mostraron un estudio donde se comparó el efecto de Sulfato de cobre Pentahidratado sobre *Alternaria* spp. al primer, tercer y octavo día después de aplicarlo, el fungicida tuvo efecto sobre el desarrollo del hongo al día uno y tres, pero la actividad fúngica disminuyó al día ocho.

De acuerdo a Paz *et al.* (2016):

En estudios realizados se pudo determinar que el tizón temprano puede aparecer en cualquier fase del cultivo, pero es más frecuente a partir de los 35 a 40 días del trasplante, y se establecen los 30 días después de la siembra como el momento de aparición de los primeros síntomas, por lo que pudo desarrollarse un sistema de pronóstico de la enfermedad que constituye una herramienta en el manejo del cultivo y evita la aparición de grandes afectaciones.

Gómez y Nuñez (2019) indican que:

Según estudios realizados, quienes comparan diferentes dosis de Mancozeb, el amplio espectro fungitóxico del fungicida ha demostrado efectos similares a los de este estudio, controlando el patógeno

*Alternaria* spp. a los siete, 14 y 21 días después de la aplicación, en diluciones más concentradas a las utilizadas en este ensayo.

## **1.6. Hipótesis**

Ho= La aplicación de fungicidas protectantes no causan efectos en la prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*).

Ha= La aplicación de fungicidas protectantes no causan efectos en la prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*).

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo de la presente investigación se recopiló información de textos, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos.

La información obtenida fue resumida y analizada en función de los efectos de la aplicación de fungicidas protectantes en la prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*).

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

En el presente documento se detalla la aplicación de fungicidas protectantes y sus efectos en la prevención del Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*).

Hay que destacar que esta enfermedad causa daños severos en la plantación de tomate, por eso es necesario aplicar productos de manera preventivos, de acción protectante o de contacto, a fin de inhibir el desarrollo del patógeno.

#### **2.2. Situaciones detectadas**

Entre las situaciones detectadas se destacan:

El Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*) es una enfermedad que causa daños severos en la plantación.

Los agricultores utilizan fungicidas muchas veces sistémicos en dosis elevada, lo que causan deterioro en el ecosistema.

La aplicación de fungicidas protectantes de contacto, si no se aplican en dosis adecuadas, pueden causar resistencia del patógeno.

#### **2.3. Soluciones planteadas**

Entre las soluciones planteadas se destacan:

Aplicar productos preventivos de acuerdo al ataque de *Alternaria solani* en el cultivo de tomate.

Utilizar fungicidas protectante para el control de la enfermedad, antes de la aparición de síntomas.

## **2.4. Conclusiones**

Entre las conclusiones se mencionan:

Los fungicidas protectantes forman una barrera sobre la superficie de la planta impidiendo la germinación de esporas y son absorbidos por el patógeno en proporciones tóxicas, por lo tanto son de acción múltiple respecto de las funciones celulares, lo cual impide el desarrollo de resistencia a estos productos, ya que es muy difícil que el patógeno pueda bloquear todos los sitios de acción del fungicida.

Los fungicidas protectantes presentan respuesta favorable en cuanto al control de la enfermedad en la plantación; sin embargo son incapaces de generar la suficiente protección al cultivo, aunque con esto no se dice que no tengan propiedades fungistáticas o fungitóxicas, sino que posteriormente al cultivo se le puede aplicar otros fungicidas como los biológicos.

Los fungicidas protectantes logran inhibir el crecimiento de cepas de *Alternaria solani*; sin embargo según evidencias científicas el Mancozeb es el producto fungicida que logra mejores resultados, a pesar que no tienen efecto de control después que aparecen los síntomas.

## **2.5. Recomendaciones**

Las recomendaciones son:

Promover el uso del fungicida protectante Mancozeb de acuerdo a la recomendación técnica del producto, a fin de evitar deterioro en el medio ambiente.

Realizar otra revisión bibliográfica sobre enfermedades en el cultivo de tomate, a fin de verificar diferentes métodos de controles.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, A., Martínez, B., Pérez, S., & Rivas, E. (2016). Diferenciación de Aislamientos de *Alternaria solani* Sor. A través de los filtrados Fito tóxicos. *Rev. Protección Veg*, 17(1), 40-44.
- Bolaños-Warren, A. (2016). Evaluación de dos fungicidas protectores y seis fungicidas sistémicos para el combate de la sigatola negra (*Mycosphaerella fijiensis* var *difformis*) en una plantación de platano curre (Musa AAB) en la Zona de San Carlos.
- Carreño, N., Vargas, Á., Bernal, A. J., & Restrepo, S. (2017). Problemas fitopatológicos en especies de la familia Solanaceae causados por los géneros *Phytophthora*, *Alternaria* y *Ralstonia* en Colombia. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 320-329.
- Cásseres, E. (2016). *Producción de hortalizas* (No. 16). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Castellanos, L., Stefanova, M., Villa, P., Irimia, I., González, M., Lorenzo, M. E. (2016). Ensayos con el producto biológico Gluticid para el control de *Alternaria solani* y *Cladosporium fulvum* en el tomate en casas de cultivo protegido. *Fitosanidad*, 9(2), 39-43.
- Castillo-Pérez, B., Castillo-Bermeo, V. (2021). Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero y campo en Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 11(1), 22-41.
- Duarte, Y., Pino, O., Infante, D., Sánchez, Y., Travieso, M. D. C., & Martínez, B. (2018). Efecto in vitro de aceites esenciales sobre *Alternaria solani* Sorauer. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 54-59.
- Enriquez Moreno, C. L. (2016). *Evaluación de alternativas para el manejo integrado del tizón temprano Alternaría solani Sor en el cultivo tomate Lycopersicon esculentum mill.*
- Escobar, H., Lee, R. (2019). *Manual de producción de tomate bajo invernadero*. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Espinoza, L. (2019). Conservación de Agentes Patógenos y Epífitos Presentes en los Cultivos de Tomate, Sandía y Banano y sus Beneficios para la Investigación. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 22(1).
- Fernández, A. (2017). Inducción y caracterización parcial de proteínas

- relacionadas con la patogénesis en la interacción tomate-*Alternaria solani*. (No. 2132). Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.
- Fernández-Northcote, E. N., Navia, O., Gandarillas, A. (2018). Bases de las estrategias de control químico del tizón tardío de la papa desarrolladas por PROINPA en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la papa*, 11(1), 1-25.
- Franco Dominguez, C. J. (2016). Fungicidas protectantes para el control de monilia (*Moniliophthora roreri* cif & par) en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Eet-103 y ccn-51 (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- García, H. G., Marín, M., Jaramillo, S., Cotes, J. M. (2018). Sensibilidad de aislamientos colombianos de Phytophthora infestans a cuatro fungicidas sistémicos. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 47-57.
- García, J. M., Portilla, F. (2017). Mecanismo de acción de los fungicidas. *Revista ventana al campo*, 193-202.
- Gómez, M. C., Núñez, C. J. (2019). Evaluación de fungicidas para el control de *Alternaria* spp. en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de laboratorio.
- González Hernández, D. (2017). Modo de acción de extractos de hojas de Citrus spp. frente a *Passarola fulva* (Cooke) U. Braun & Crous 2003 y *Alternaria solani* Sor., hongos fitopatógenos de *Lycopersicum esculentum* Mill (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. (2021). Cifras Agroproductivas. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Ortega Salinas, F. G., Obando Bustillo, M. E. (2017). *Evaluación de tres fungicidas químicos para el control del añublo de la vaina (Rhizoctonia solani Kunh)*.
- Paz, N. S. R., Aballe, Á. G. P., Gómez, S. R., Noris, P. N. (2016). Comportamiento del tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*) en las condiciones del municipio de Holguín, Cuba. *Fitosanidad*, 17(2), 75-81.
- Ronnie-Gakegne, E., Martínez-Coca, B. (2019). Eficacia de dos biofungicidas para el manejo en campo del Tizón temprano (*Alternaria solani* Sorauer) de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista de Protección*

- Vegetal, 34(1).
- Salazar Fernández, M. (2018). Control del tizón temprano (*Alternaria solani*) con productos orgánicos en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en la Estación Experimental de Sapecho, del municipio de Palos Blancos.
- Sandoval Briones, C. (2017). Manejo integrado de enfermedades en cultivo hidroponico (Manual Tecnico).
- Sandoval, C., Nuñez, F. (2016). Control químico de tizon temprano y pudrición de fruto. *Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.
- Santibáñez Muñoz, J. A., Sandoval Briones, C., Núñez Abarca, F. B. (2016). Evaluación de la mezcla de fluopiram y tebuconazole en el control de *Alternaria solani* Y *Alternaria alternata* en tomate industrial.
- SummitAgro. (2021). ¿Qué son los fungicidas y cómo usarlos correctamente?. Disponible en <http://www.summit-agro.pe/blog/fungicidas/fungicidas-usarlos-correctamente/>
- Tandazo Falquez, N. (2016). Efecto de *Hypocrea lixii* sobre el tizón temprano del tomate *Alternaria solani* en condiciones de invernadero, Guayas 2014 .
- Téllez Espinoza, C. S., Canda Pérez, M. A. (2016). Potencial de mercado en la cadena de comercialización del rubro tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Estelí y Managua, en el período 2005-2006.
- Torres, L., Montesdeoca, F., Gallegos, P., Castillo, C., Asaquibay, C., Valverde, F., Andrade-Piedra, J. (2016). Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador.
- Veitía, N., Alvarado-Capó, Y., García, L. R., Bermúdez-Caraballosa, I., Leiva-Mora, M. (2018). Aplicación de la selección in vitro en el mejoramiento genético de la papa para la resistencia al Tizón temprano. *Bioteología vegetal*, 8(1).