



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 a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Manejo integrado del hongo *Phytophthora nicotianae*, causante de la
enfermedad *pata prieta* en tabaco (*Nicotiana tabacum*, L).

AUTORA:

Irina Ximena Bowen Álvarez

TUTOR:

Ing. Agr. Juan Ortiz Dicado, M. Sc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

La enfermedad *pata prieta* ocasiona grandes pérdidas de cosecha y pérdidas económicas al productor, pues es casi seguro que las plantas quizás no lleguen a producir por la muerte prematura de las mismas; o afectar por la disminución del rendimiento en porcentajes variables, según la severidad del ataque del hongo. Existen medidas de prevención y control para reducir la incidencia de la enfermedad pata prieta, pudiendo integrar metodologías, como el uso de variedades de tabaco resistentes al hongo, control cultural, mecánico, biológico, químico, y control integrado. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre el manejo integrado del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad pata prieta en tabaco (*Nicotiana tabacum*, L). Por lo anteriormente detallado se determinó que el hongo *Phytophthora nicotianae* actúa dañando las raíces hasta la parte inferior del tallo de la planta de tabaco. Los síntomas varían según la edad de la planta y las situaciones climáticas. En las plántulas, las flores se necrosan y mueren rápidamente. En las plantas adultas, *Phytophthora nicotianae* provoca otra enfermedad que es el tizón de la raíz y del tallo, ocasionando el rápido marchitamiento de la planta. La selección de áreas libres de la enfermedad para establecer semilleros y el cultivo es importante tener en cuenta, para reducir la capacidad de inóculo del patógeno en el suelo, su incidencia como enfermedad y el daño irreversible al cultivo. La rotación de cultivos, al menos durante 3 años consecutivos, demostró favorece la reducción drástica de la aparición de la enfermedad en las plantaciones de tabaco. En un ensayo en campo se evidencio que el tabaco presento una disminución de daños por *P. nicotianae*, debido al impacto del programa fitosanitario aplicado mediante el efecto de las sustancias activas incluidas: Azoxistrobinas, Cimoxanil, Mancozeb, Fosetil y Dimetomorfo

Palabras claves: *Phytophthora nicotianae*, tabaco, sintoma, daños, manejo.

SUMMARY

Pata prieta disease causes great crop losses and economic losses to the producer, because it is almost certain that the plants may not be able to produce due to premature death of the same; or affect by the decrease in yield in varying percentages, depending on the severity of the attack of the fungus. There are prevention and control measures to reduce the incidence of the disease pata prieta, which can integrate methodologies such as the use of tobacco varieties resistant to the fungus, cultural, mechanical, biological, chemical and integrated control. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose that the reader knows about the integrated management of the fungus *Phytophthora nicotianae* causing the blackleg disease in tobacco (*Nicotiana tabacum*, L). From the above detailed it was determined that the fungus *Phytophthora nicotianae* acts by damaging the roots to the lower part of the stem of the tobacco plant. Symptoms vary according to the age of the plant and climatic situations. In seedlings, flowers necrotize and die quickly. In adult plants, *Phytophthora nicotianae* causes another disease which is root and stem blight, causing rapid wilting of the plant. The selection of disease-free areas to establish seedbeds and the crop is important to consider, in order to reduce the inoculum capacity of the pathogen in the soil, its incidence as a disease and irreversible damage to the crop. Crop rotation, at least for 3 consecutive years, was shown to drastically reduce the occurrence of the disease in tobacco plantations. In a field trial it was evidenced that tobacco showed a reduction of damage by *P. nicotianae*, due to the impact of the phytosanitary program applied through the effect of active substances including: Azoxystrobins, Cimoxanil, Mancozeb, Fosetyl and Dimethomorph.

Key words: *Phytophthora nicotianae*, tobacco, symptoms, damage, management.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO I | 3 |
| MARCO METODOLÓGICO | 3 |
| 1.1. Definición del caso de estudio | 3 |
| 1.2. Planteamiento del problema | 3 |
| 1.3. Justificación | 3 |
| 1.4. Objetivos | 3 |
| 1.4.1. Objetivo general | 3 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.5. Fundamentación teórica | 4 |
| 1.5.1. Generalidades del cultivo de tabaco | 4 |
| 1.5.2. Descripción del hongo | 5 |
| 1.5.2.1. Clasificación taxonómica | 5 |
| 1.5.2.2. Distribución geográfica | 5 |
| 1.5.2.3. Incidencia de | 6 |
| 1.5.2.4. Biología de | 6 |
| 1.5.2.5. Conservación, fuentes de inóculo de | 7 |
| 1.5.2.5.1. Penetración e invasión | 7 |
| 1.5.2.5.2. Esporulación y diseminación | 8 |
| 1.5.2.5.3. Condiciones favorables para el desarrollo | 8 |
| 1.5.2.6. Sintomatología y daños por | 10 |
| 1.5.2.7. Medidas de control de | 11 |
| 1.5.2.7.1. Control cultural | 11 |
| 1.5.2.7.2. Control biológico | 12 |
| 1.5.2.7.3. Control químico | 14 |
| 1.6. Hipótesis | 15 |
| 1.7. Metodología de la investigación | 15 |
| CAPITULO II | 16 |
| RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN | 16 |

| | |
|--|----|
| 2.1. Desarrollo del caso | 16 |
| 2.2. Situaciones detectadas | 16 |
| 2.3. Soluciones planteadas | 16 |
| 2.4. Conclusiones | 17 |
| 2.5. Recomendaciones | 18 |
| Por lo anteriormente expresado, se recomienda: | 18 |
| BIBLIOGRAFÍA | 19 |

INTRODUCCIÓN

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) es una planta tropical, originaria del continente americano, específicamente de México, y que además, se cultiva en otras latitudes como China, India, Sudáfrica, Bélgica, Brasil, Canadá, etc. Generalmente, se cultiva entre los 45° de latitud Norte y 30° de latitud Sur, por lo que las condiciones climáticas son una de las principales determinantes de la calidad de hoja del tabaco (Jiménez 2021).

A nivel mundial, el cultivo de tabaco genera mas de cuarenta millones de empleos directos, y produce alrededor de cuatro millones de toneladas anuales. China es el principal productor de tabaco del mundo con una producción de 2.1 millones de toneladas, seguido de la India con 1.8 millones de toneladas y Brasil con 1.6 millones de toneladas (Jiménez 2021).

Besold (2018) informa que el tabaco es uno de los mayores cultivos comerciales a nivel mundial; tiene gran importancia económica en muchos países porque, además, es un producto de exportación, aunque en algunos países solo lo producen para la demanda interna; muy a pesar de lo indicado, los grandes productores tabacaleros son reconocidos por la calidad de hojas que producen.

En cuanto al cultivo, propiamente dicho, durante la fase de siembra en vivero y el establecimiento del cultivo en campo abierto, suelen presentarse diversos problemas, principalmente fitosanitarios, siendo uno de los más importantes la presencia de la enfermedad llamada “*pata prieta*” que es causada por el hongo *Phytophthora nicotianae*, patógeno que ha sido reportado en más de veinticinco países productores de tabaco, y que ocasiona grandes pérdidas económicas por las devastaciones orgánicas que ocasiona en el cultivo. (Fernández 2016).

El hongo *Phytophthora nicotianae* afecta principalmente desde las raíces hasta la base del tallo cuando el cultivo se ha establecido a campo abierto. Uno de los primeros síntomas es la repentina marchitez de las hojas, seguido del

amarillamiento y muerte de la planta. Este hongo puede sobrevivir en el suelo hasta 5 años o más, aún sin la presencia del cultivo de tabaco (Pérez 2017).

La enfermedad *pata prieta* ocasiona grandes pérdidas económicas al productor, pues en casos graves, es casi seguro que las plantas no lleguen a la cosecha, debido a la muerte prematura de las mismas; o por la alta incidencia que puede ocasionar una disminución del rendimiento en porcentajes variables, según la severidad del ataque (Sánchez 2018).

El presente trabajo de investigación bibliográfico permitió adquirir conocimientos de esta enfermedad y su hongo causal, para luego desarrollar transferencia de conocimientos, difundir las tecnologías de prevención y control, y contribuir a disminuir su incidencia y elevar la productividad y producción del tabaco en nuestro País.

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de estudio

La presente investigación trata sobre la temática correspondiente al manejo integrado del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*).

1.2. Planteamiento del problema

La alta incidencia de la enfermedad *pata prieta* (*Phytophthora nicotianae*) en el cultivo de tabaco en las zonas productoras de Ecuador.

1.3. Justificación

El cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) es de gran importancia en América, y el mundo, debido a que es un cultivo altamente comercial, por tener una producción de gran consumo, y por ser cultivado en muchos países, generando millones de plazas de trabajo, y acrecentando las economías familiares, empresariales y públicas.

Si se mejoran las prácticas culturales preventivas y de control del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco, estaríamos contribuyendo a incrementar el rendimiento del cultivo, la calidad del producto y la mejora económica del productor.

Por lo expresado, la presente investigación se enfocó en el estudio del control y manejo del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en tabaco (*Nicotiana tabacum*), buscando alternativas de control cultural, mecánico, químico, e integrado para contrarrestar la incidencia de este hongo, tanto en los semilleros como en las plantaciones establecidas de campo abierto.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Investigar y analizar el control y manejo del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar las condiciones que favorecen el desarrollo y propagación de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*).
- Describir y explicar los daños y métodos de control del hongo *Phytophthora nicotianae*.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del cultivo de tabaco

En América del Sur, el cultivo de tabaco se extendió por Argentina, Bolivia y Perú, y poco a poco fue llevado a América Central, América del Norte, y a las islas del Caribe. Este cultivo tiene un ciclo biológico que comprende los 55 a 78 días dependiendo de la variedad, alcanza una altura de 1,80 m y 3,00 m hasta la inflorescencia; el número de hojas varía dependiendo de la variedad y forma del cultivo entre 14 a 20 hojas por planta, las dimensiones de éstas son entre 0,25 m y 0,35 m de ancho y peciolo de 0,40 m a 0,55 m (Flores 2017).

Es una planta dicotiledónea, con hojas lanceoladas, cambiantes, asentadas, y pecioladas, de colores variables intensos, gamopétalas. Las flores se agrupan terminalmente en espigas o racimos. Se cultiva como anual, pero puede sobrevivir durante varios años en condiciones climáticas favorables. El aparato radicular es penetrante y la mayoría de las raíces se encuentran en la capa fértil principal del suelo. Casi todas las especies se autopolinizan (las flores

florece después de la polinización). Esta especie es la más cultivada, genera entre 10 – 20 hojas enormes que brotan del tallo central porque incorpora un alcaloide, una sustancia venenosa que podría causar malos resultados sobre el aparato circulatorio y los pulmones del hombre o la mujer (León 2015).

Como ya se dijo, el tabaco es una planta anual con raíz pivotante, abundante, y que alcanza entre 30 a 50 cm de profundidad; su tallo es cilíndrico, erecto, con entrenudos, donde se insertan las hojas, y puede medir hasta 2 metros de altura; el tamaño de las hojas varía y su forma puede ser ovalada, lanceolada o elíptica. Tiene inflorescencia en forma de panícula con varios ejes florales; esta flor puede ser de color rosa, amarilla o blanca. Su fruto es una cápsula de dos cavidades que puede tener de 2.000 a 8.000 semillas muy pequeñas y reniformes (Villares 2016).

1.5.2. Descripción del hongo *Phytophthora nicotianae*

1.5.2.1. Clasificación taxonómica

Según SINAVIMO (2020), la clasificación taxonómica del hongo *Phytophthora nicotianae* es la siguiente:

- **Reino:** Chromista
- **Filo:** Oomycota
- **División:** Eumycota
- **Subdivisión:** Mastigomycotina
- **Clase:** Oomycetes
- **Orden:** Peronosporales
- **Familia:** Peronosporaceae
- **Genero:** *Phytophthora*
- **Especie:** *Phytophthora nicotianae*

1.5.2.2. Distribución geográfica

La presencia del hongo *Phytophthora nicotianae* está registrada en más de veinticinco países productores de tabaco, y como tal, provoca grandes pérdidas de producción y económica; se han calculado pérdidas por año de muchos miles de millones de dólares. A pesar de la mejora de los métodos de control con fungicidas este hongo sigue siendo considerado uno de los patógenos del suelo más perjudiciales para el tabaco, ello por la resistencia desarrollada por el patógeno a los fungicidas aun cuando éstos sean sistémicos, y por la aparición de las últimas razas fisiológicas de *Phytophthora nicotianae* (Melgarejo *et al* 2017).

1.5.2.3. Incidencia de *Phytophthora nicotianae*

Se han llevado a cabo estudios para recopilar estadísticas sobre el comportamiento de *Phytophthora nicotianae*, con el fin de conocer la prevalencia de la enfermedad con respecto al tiempo en distintos huéspedes, incluyendo al principal huésped que es el tabaco, y concluyendo que el hongo *Phytophthora nicotiana* ocasiona la enfermedad pata prieta en el cultivo del tabaco, con daños significativos (García *et al* 2012).

Esta enfermedad fue identificada por Brenda de Haan en 1.896 en los semilleros de tabaco de Java. Este patógeno afecta a la base y al tallo de la planta de tabaco. Los síntomas varían según la edad de la planta y las situaciones climáticas. En estado de plántulas, la vegetación se necrosa y muere rápidamente. En las plantas adultas, *P. nicotianae* ocasiona daños en la raíz y el tallo, que también pueden ocurrir simultáneamente con el rápido marchitamiento de la planta y derivar en el *tizón de la hoja* que es común en los intervalos húmedos, debido a las salpicaduras de agua del suelo infectado (García *et al* 2012).

1.5.2.4. Biología de *Phytophthora nicotianae*

Este fitopatógeno presenta un micelio hialino ininterrumpido, coenocítico, de su estado más simple suele observarse la presencia de unos septos (Grenville 2018). La reproducción es asexual y sexual.

El cultivo *in vitro* también devela la aparición del micelio en algunas zonas de la colonia, lo que es relevante y ayuda al estudio de su anatomía y morfología; además, desde el punto de vista fisiológico y parasitario, brinda oportunidad de estudiar el apareamiento de nuevas razas o cepas más virulentas. (Grenville 2018).

La reproducción asexual está representada a través de la formación de esporangios (esporas asexuales), producidos en grandes porciones en algún momento máximo del ciclo de la enfermedad. En condiciones de clima cálido los esporangios germinan e infectan nuevos tejidos (Jayalkshmi y Ravindra 2017).

En condiciones climáticas frías y húmedas, los esporangios proporcionan un empuje ascendente a las zoosporas, que son flageladas y les permite circular en medios líquidos. Además, *Phytophthora nicotianae* produce clamidosporas, que son órganos de conservación y supervivencia. Suelen tener una forma redondeada con una pared bien definida, siendo generalmente intercalares, aunque también pueden descubrirse en el extremo terminal de las hifas (Jayalkshmi y Ravindra 2017).

1.5.2.5. Conservación, fuentes de inóculo de *Phytophthora nicotianae*

El hongo *Phytophthora nicotianae* es capaz de residir en un medio saprofítico sobre la tasa de materia orgánica presente en el interior del suelo o de los sustratos. En este último caso, los exudados de las raíces, pero sobre todo los restos de raíces muertas, representan sustratos cruciales para el desarrollo de los saprófitos y la protección de esos cromos en el suelo y en el interior (ProfiGen 2019).

Las zoosporas y clamidosporas aseguran perfectamente su retención dentro del suelo, tanto en situaciones húmedas como secas. *Phytophthora nicotianae*, *ciertamente*, se mantendría durante más de 6 años de la misma manera que sus clamidosporas (ProfiGen 2019).

La baja especificidad parasitaria del hongo *Phytophthora nicotianae* le permite atacar a un gran número de hospedadores, cultivados o no, lo que también garantiza su multiplicación y conservación. *Phytophthora nicotianae* se encuentra en varias decenas de plantas cultivadas (nabo, cebolla, pimiento, berenjena, patata, sandía, pepino, zanahoria, perejil, batata, lechuga, chayote, tabaco, aguacate, algodón, numerosas plantas ornamentales y varias maderas) (Ephytia 2021).

En el suelo, las fuentes del inóculo pueden ser diversos: cualquier sustrato, alguna especie vegetal, agua de diversos orígenes, y presencia permanente en el suelo (Ephytia 2021).

1.5.2.5.1. Penetración e invasión del patógeno

Phytophthora nicotianae penetra directamente en los tejidos epidérmicos de las raíces y parte inferior del tallo, a través de las heridas. Rápidamente invade los tejidos, de manera que el movimiento combinado de numerosas enzimas pectinolíticas y celulolíticas, y el progreso entre las células y en la interior afecta la fisiología de la planta (Fernández *et al* 2015).

La presencia de *Phytophthora nicotianae* en las raíces puede pasar desapercibida, o como ocurre en la mayoría de los casos, provocar rápidamente el pardeamiento y ennegrecimiento de los tejidos y, en consecuencia, el daño. Cuando coloniza, no tarda en pudrirse los tejidos y órganos afectados. Posteriormente, se forman esporangios y zoosporas en el interior de los tejidos o en su superficie (Fernández *et al* 2015).

1.5.2.5.2. Esporulación y diseminación

Phytophthora nicotianae está perfectamente adaptado a vivir en el componente acuoso de los suelos y en la solución nutritiva de la vegetación. Como se ha mencionado anteriormente, esporulan de forma más o menos

abundante sobre los tejidos que han invadido; precisamente, allí forman esporangios que pueden germinar de inmediato o producir zoosporas flageladas y zoosporas móviles (Vaillanr 2015).

Las zoosporas del hongo *Phytophthora nicotianae* se diseminan sin esfuerzo en soluciones nutritivas y son atraídas por medio de los exudados de las raíces. En los viveros y en los cultivos sin suelo, en los que la densidad de las plántulas, pero sobre todo el número de raíces, es crucial, pueden transmitirse de planta a planta a través del desarrollo micelial en el suelo o en el sustrato. Los vertidos aéreos son viables debido a las salpicaduras en el transcurso del riego por aspersión o de las lluvias intensas (Vaillanr 2015).

1.5.2.5.3. Condiciones favorables para el desarrollo del inóculo

Según Villegas (2015), el desarrollo de la patogenicidad de *Phytophthora nicotianae* puede estar influida por numerosos parámetros, tales como:

- **Alta densidad de plántulas** en viveros y de raíces en cultivo sin suelo;
- **Exceso de nitrógeno:** que agravaría los signos radiculares asociados a la *Phytophthora nicotianae*. Por el contrario, la adición de potasio podría reducir su gravedad. Además, las concentraciones excesivas de sal podrían hacer crecer o reducir, dependiendo de la especie, sus resultados, específicamente en las plántulas más jóvenes;
- **Presencia de agua:** que es casi continuamente inevitable. La alta humedad del suelo y los suelos pesados y/o compactados son muy propicios para su presencia y vigoroso desarrollo, generando además un ambiente propicio para la difusión de exudados vitales para la germinación y el auge de órganos de propagación. Además, la humedad del suelo contribuye a la fabricación y posterior diseminación de las zoosporas;
- **El factor temperatura:** influye directamente en el comportamiento de *Phytophthora nicotianae*, siendo la temperatura óptima entre 27-32 ° C.

- **La receptividad del huésped:** no es siempre constante a lo largo de su vida. Por lo tanto, las plántulas suculentas o etioladas son muy susceptibles, en particular mientras se somete a diversos estreses climáticos y agronómicos (baja disponibilidad de oxígeno, estrés hídrico, carencia de nutrientes).

1.5.2.6. Sintomatología y daños causados por *Phytophthora nicotianae*

Phytophthora nicotianae es un hongo que sobrevive durante mucho tiempo en el suelo. Este patógeno causa daños considerables junto con la afectación de las raíces y tallos de las plantas de tabaco. Los síntomas varían según la edad de la planta y las situaciones climáticas. En las plántulas, las flores se necrosan y mueren rápidamente. En las plantas adultas, *Phytophthora nicotianae* provoca el tizón de la raíz y del tallo, que también puede aparecer al mismo tiempo que el rápido marchitamiento de la planta (Vaillanr 2015).

La infección por el hongo *Phytophthora nicotianae* comienza con la podredumbre de la raíz, que atrofia el crecimiento y decolora las hojas. En las plantas más jóvenes se extiende hasta el cuello, produciendo un cuello de tabaco negro (Calero 2018).

El ciclo posterior al trasplante es el más propenso a la infección, sin embargo, la vida de las plantas adultas también es proclive cuando sufren de exceso de riego, con baja temperatura del suelo. Las salpicaduras de agua pueden trasladar el inóculo a las hojas más o menos alejadas del suelo. Las plantas estresadas o dañadas son más propensas a la penetración. El anegamiento del suelo durante cinco horas es suficiente para infectar, y la temperatura a la que hace el máximo daño es alrededor de 25°C (Calero 2018).

Ya se ha dicho que la enfermedad provoca severas pérdidas económicas en las plantaciones de tabaco, pudiendo no llegar a la cosecha por la muerte prematura del cultivo. El rendimiento disminuye en porcentajes variables según la severidad del ataque. Hay reportes de pérdidas indicadas por productores sobre

las 15 has, de las cuales se ha logrado un promedio de 760 kg/ha, siendo que el rendimiento potencial es de 2.000 Kg/ha (González 2016).

La determinación de los rangos de infección por el hongo *Phytophthora nicotianae* dentro de los campos, antes de la siembra, permite elegir aquellos campos donde no se detecte el patógeno y descartar aquellos campos contaminados, incluso en niveles muy bajos. Este trabajo ha confirmado a los agricultores el peligro que supone para la producción plantar en los lugares donde se detecta el patógeno, ya que en condiciones favorables la dolencia tiene una rápida evolución al tratarse de una enfermedad policíclica, en la que un ciclo de contaminación se desarrolla rápidamente uno tras otro, dando lugar a la epidemia (Kannwischer y Mitchell 2014).

La localización de las regiones afectadas es importante para impedir el traslado de inóculos a zonas libres del patógeno. Las epidemias de la pata prieta se inician con mayor regularidad a partir del inóculo instalado en los semilleros de tabaco. Los agricultores tienden a utilizar sus tierras finas para la fabricación de tabaco, por lo que corren el riesgo de acumular el inóculo de *P. Nicotianae* en el suelo y la llegada de epidemias de enfermedad con efectos desastrosos (Kannwischer y Mitchell 2014).

1.5.2.7. Medidas de control de *Phytophthora nicotianae*

Se han desarrollado diferentes estrategias para reducir la prevalencia de la enfermedad pata prieta, entre las que se encuentran: la detección del inóculo en el suelo, el uso de especies resistentes al hongo, el manejo cultural-mecánico, el manejo químico, manejo biológico, administración de la resistencia a los fungicidas, entre otras formas, así como. Se reconoce que en los últimos años se han producido afectaciones poco comunes en las especies de tabaco resistentes a la raza cero de *Phytophthora* (Madariaga 2017).

1.5.2.7.1. Control cultural del patógeno

Una medida vital en la lucha contra la enfermedad pata prieta es la utilización de bajas densidades de plantas en los semilleros de tabaco, lo que se consigue al utilizar bajas densidades de 3-4 gramos de semilla en camas de 18 m², con lo cual se obtuvieron valores drásticamente decrecientes de desarrollo de la enfermedad (Soriano y Pérez 2018).

La elección de áreas libres de la enfermedad para el orden establecido de los semilleros es un grado crucial para reducir la capacidad de inóculos del patógeno dentro del suelo, la incidencia de la enfermedad y el daño al cultivo. Esto es crítico debido al hecho de que el potencial de *Phytophthora* spp. para crecer apresuradamente, y su densidad de inoculación es la base de su éxito como patógeno de plantas. Por otro lado, la rotación de cultivos es una medida agrotécnica que se ha empleado durante mucho tiempo y ha sido eficaz para más de una función agrícola (Soriano y Pérez 2018).

En los campos seleccionados para los semilleros de tabaco, que previamente fueron sembrados con pastos, caña de azúcar o han sido áreas de barbecho, no se ha producido la aparición de la pata negra; mientras que en aquellos cuyo cultivo predecesor se convirtió en tabaco, el trastorno se encontró en todos ellos con rangos distintivos de afectación. De esta manera, también se validó que la siembra continua de tabaco en los campos tradicionales propició la llegada y severidad de la dolencia (Fernández *et al* 2012).

El potencial de *P. nicotianae* es la posibilidad de aumentar su densidad de inóculo de forma precipitada, así como su rápida dispersión dentro del semillero, donde se dan las condiciones perfectas para la mejora de la enfermedad. La medida fundamental, como se ha comprobado en nuestros estudios, es esencialmente establecer estrategias para disminuir la capacidad de inóculo del patógeno en el suelo, lo que incluye la rotación de cultivos o la elección del lugar (Fernández *et al* 2012).

La rotación de cultivos durante 3 años consecutivos demostró en los campos de producción una reducción drástica de la aparición de la enfermedad en las plantaciones de tabaco. Todas las rotaciones examinadas fueron efectivas por

este motivo y se descubrieron reducciones entre 12 a 57,26% (García y Andino 2014).

La principal forma para controlar la enfermedad es el uso de variedades resistentes, pero también se pueden utilizar fungicidas, rotación de cultivos, destrucción de los residuos de cultivos infectados (García y Andino 2014).

En los campos en los que no se ha establecido la rotación de cultivos, la prevalencia de la enfermedad aumenta del 6 al 20 %. Estos resultados muestran que una vez que los niveles de inóculo del patógeno en el interior del suelo no son detectables o son bajos, el riesgo de daños severos al cultivo disminuye, por lo que este ejercicio es crítico para evitar el desarrollo de epidemias dentro del caso de los semilleros, y daños a gran escala en las plantaciones (Katan 2015).

1.5.2.7.2. Control biológico del patógeno

También es importante la utilización de medidas cuarentenarias y fitosanitarias entre ellas la aplicación del biocontrol con *Trichoderma Spp* en el suelo (Toledo 2014).

Las consecuencias sinérgicas existentes entre los fungicidas Fosetil + Propamocarb con *Trichoderma* son una contribución importante para limitar la incidencia del hongo agente causal de la dolencia competitiva en los semilleros de tabaco porque *Trichoderma* tiene un impacto de manejo extendido de la afectación de *Phytophthora nicotianae* (Toledo 2015).

El impacto de *Trichoderma* es más potente combinado con el modo de acción de Fosetil Aluminio + Propamocarb. Hasta el momento no es posible erradicar dentro del semillero el uso de compuestos químicos residuales que se han utilizado en cuenta que unos pocos años en el pasado, pero mientras que el uso de este tipo de productos orgánicos es factible para disminuir sustancialmente la prevalencia del agente causal de la pata prieta en el tabaco (Infante *et al* 2017).

De otra parte, la eficacia de otro biocontrolador como *Trichoderma harzianum* en función del grado de infestación de *P. nicotianae* en el suelo, se determinó la efectividad del biocontrol en suelos con estadios de infección bajos o

no detectables con la ayuda de *P. nicotianae*, pero en suelos con niveles de inoculación del patógeno superiores a 1 propágulo/gramo de suelo, ya no era correcto, porque se encontró que las áreas dentro de los semilleros habían sido significativamente bajas con la enfermedad, lo que podría causar un daño considerable al cultivo (Infante *et al* 2017).

Durante varios años se han desarrollado varias investigaciones en cuanto al uso de especies del género *Trichoderma* como biocontrol de *P. nicotianae*, *P. capsici*, *Pythium aphanidermatum*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium* spp. De los aislados examinados de *Trichoderma*, los máximos prometedores para el control de *P. nicotianae*, habían sido A-53 y A-84, con los que se adquirió un control preciso de la enfermedad en condiciones controladas, a pesar de que se evidenciaron afectaciones generalizadas del 73,9 a 39,8 % de pata prieta en semilleros con antecedentes de la enfermedad en los que la extensión de la infección del suelo pasó a ser excesiva. Por lo tanto, y de acuerdo con estos estudios, el biocontrol con densidades de inóculo bajas o indetectables de *P. nicotianae* en el suelo ejerce un mejor control y manejo (Sandoval y Sáenz 2015).

El otro hongo antagonico *T. Harzianum* disminuyó el trastorno para los 3 rangos de contaminación del suelo, en comparación con el manipulado, lo que también demuestra la eficacia del biocontrol, a pesar de las excesivas poblaciones del patógeno. A niveles de inóculo muy bajos, la reducción se hace más efectivo, lo que lo hace más apropiado para su utilidad en suelos con bajos grados de contaminación del patógeno (Stefanova y Sandoval 2017).

En relación con plantas de tabaco micorrizadas, la reducción del patógeno varió con la cepa AM utilizada. *Glomus mosseae* se convirtió en la más manual con una reducción del 70% y con valores de reducción de la infección estaban entre el 20 y el 50%, sin embargo, el control afectó al 100% de las plantas. Se ha establecido la eficacia de las micorrizas como inhibidoras del movimiento de esos peligrosos organismos del suelo (González 2016).

1.5.2.7.3. Control químico de *Phytophthora nicotianae*

Los compuestos de quitosano Q-63, Q-88, HQ-24 y OLG aumentaron la protección de las plantas de tabaco, en edad de plántula, frente al ataque de *Phytophthora nicotianae* mediante la activación de la resistencia aportada, lo que demuestra la capacidad selectiva de estos compuestos en un cultivo susceptible a este patógeno (Grenville *et al* 2018).

Otra investigación nos indica que la reducción de la tasa de contaminación de *P. nicotianae* en la planta de tabaco es inversamente relacionada con la presencia de fenil-alanina amoniolasa en los tejidos de las hojas. La aplicación de los compuestos de quitosano con la ayuda de la pulverización foliar y la adición a la rizosfera y, además, con la actividad de la β 1-3 glucanasa con la ayuda de la pulverización foliar, evidencia la importancia de cada una de las respuestas defensivas y la forma de utilidad por medio de la pulverización foliar dentro de la inducción de la resistencia del tabaco por quitosanos, hacia *Phytophthora nicotianae* (Grenville *et al* 2018).

En un ensayo se demostraron las posibilidades de diferentes quitosanos dentro de la seguridad del tabaco contra *Phytophthora nicotianae*. En la primera parte, se estudió la capacidad de cada compuesto para inhibir inmediatamente el aumento y la viabilidad de este patógeno, así como se validó la capacidad de estos compuestos para inducir respuestas de resistencia dentro de la planta contra este patógeno (Falcon 2019).

La inclusión de quitosanos en la interacción bien combinada del tabaco (*N. tabacum* L.) con *P. nicotianae* permitió corroborar que las oligosacáridas son capaces de desencadenar una resistencia sistémica en las plantas susceptibles frente a sus patógenos, un precepto de activación de la resistencia inducida por elicitores (Falcon 2019).

En un ensayo en campo se evidenció que el tabaco presentó una disminución de daños por *P. nicotianae*, debido al impacto del programa

fitosanitario aplicado mediante el efecto de las sustancias activas incluidas: Azoxistrobinas, Cimoxanil, Mancozeb, Fosetil y Dimetomorfo (Falcon 2019).

El autor anterior señala que la combinación de este tipo de elementos activos ejerce un impacto de control sobre las enfermedades relacionadas con el género *Phytophthora*, en las hojas del tabaco, a lo largo de su desarrollo, ya que inhibe el aumento de los esporangios en el curso de su alojamiento dentro de la planta. Los productos con este tipo de sustancias activas se realizan de forma preventiva, resultando en bajas probabilidades de afectación de este patógeno en el cultivo del tabaco.

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia conocer sobre el manejo y control del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*)

Ha= Es de vital importancia conocer sobre el manejo y control del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*)

1.7. Metodología de la investigación

La presente investigación se realizó obteniendo información actualizada sobre el manejo y control del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*); información que fue obtenida de libros, páginas web, tesis de grado, bibliotecas virtuales, y artículos científicos publicados en revistas de alto impacto; la información fue sometida a la metodología de análisis, síntesis y resumen para tener una redacción entendible para los lectores estudiantes, productores, y profesionales.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso de estudio

La presente investigación titulada Manejo integrado del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*), está basada en el análisis técnico y crítico de la enfermedad que causa este hongo, a fin de plantear alternativas de prevención y control técnicamente adecuados.

2.2. Situaciones detectadas

El hongo *Phytophthora nicotianae* afecta principalmente las raíces hasta la base del tallo cuando el cultivo se establece en campo abierto. Uno de los primeros síntomas es la repentina marchitez de las hojas, seguido del amarillamiento y muerte de la planta. Este hongo puede sobrevivir en el suelo hasta 5 años o más, aún sin la presencia del cultivo de tabaco.

La enfermedad *pata prieta* ocasiona grandes pérdidas de cosecha y pérdidas económicas al productor, pues es casi seguro que las plantas quizás no lleguen a producir por la muerte prematura de las mismas; o afectar por la disminución del rendimiento en porcentajes variables, según la severidad del ataque del hongo. Existen medidas de prevención y control para reducir la incidencia de la enfermedad *pata prieta*, pudiendo integrar metodologías, como el uso de variedades de tabaco resistentes al hongo, control cultural, mecánico, biológico, químico, y control integrado.

2.3. Soluciones planteadas

Técnicamente es deseable un tipo de control integrado para hacer frente a la acción dañina del hongo *Phytophthora nicotianae*, implementando diversas estrategias tecnológicas para reducir la prevalencia de la enfermedad pata prieta. Entre otras acciones, se deben practicar: la detección temprana del inóculo en el semillero y en el suelo de cultivo definitivo, un manejo cultural y mecánico en semillero y cultivo de campo abierto eliminando focos de infección, control biológico con *trichoderma*, rotación de cultivos, y control integrado apelando a la combinación y alternancia de las tecnologías citadas.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se concluye lo siguiente:

- El hongo *Phytophthora nicotianae* es causa la enfermedad pata prieta en el cultivo del tabaco, en el que causa daños significativos.
- Este patógeno actúa dañando las raíces hasta la parte inferior del tallo de la planta de tabaco. Los síntomas varían según la edad de la planta y las situaciones climáticas. En las plántulas, las flores se necrosan y mueren rápidamente. En las plantas adultas, *Phytophthora nicotianae* provoca otra enfermedad que es el tizón de la raíz y del tallo, ocasionando el rápido marchitamiento de la planta.
- La enfermedad pata prieta provoca severas pérdidas económicas en las plantaciones de tabaco. Existen reportes de pérdidas tanto en almácigo, como las plantaciones establecidas; pérdidas reales que, porcentualmente comparadas con la producción potencial de un cultivo sano de tabaco, deleva una grande afectación negativa del hongo *Phytophthora nicotianae*.
- La selección de áreas libres de la enfermedad para establecer semilleros y el cultivo es importante tener en cuenta, para reducir la capacidad de inóculo del patógeno en el suelo, su incidencia como enfermedad y el daño irreversible al cultivo.

- La rotación de cultivos, al menos durante 3 años consecutivos, demostró favorece la reducción drástica de la aparición de la enfermedad en las plantaciones de tabaco.
- La utilización del hongo micorrizico *Glomus mosseae* es importante para lograr una reducción de hasta el 70% de la negativa incidencia del hongo.
- También hay que utilizar medidas cuarentenarias-fitosanitarias entre ellas el biocontrol utilizando *Trichoderma Spp* en el ambiente y el suelo de cultivo.
- En un ensayo en campo se evidencio que el tabaco presento una disminución de daños por *P. nicotianae*, debido al impacto del programa fitosanitario aplicado mediante el efecto de las sustancias activas incluidas: Azoxistrobinas, Cimoxanil, Mancozeb, Fosetil y Dimetomorfo.

2.5. Recomendaciones

Por lo anteriormente expresado, se recomienda:

- Programar técnicamente medidas de prevención y control del hongo *Phytophthora nicotianae* causante de la enfermedad *pata prieta* en el cultivo del tabaco, para evitar sus daños severos en la producción y economía del productor tabacalero.
- La programación debe tomar en cuenta las actividades de control preventivo como seleccionar campos no infectados por el hongo, utilizar variedades de tabaco resistentes a la enfermedad *pata prieta*, hacer rotación de cultivos, y actividades control curativo como detectar los rangos de infección del hongo *Phytophthora nicotianae*, asperjar suelo y cultivo con micorrizico *Glomus mosseae*, y *Trichoderma Spp*, (control biológico), retirar y quemar órganos de las plantas infectados (control mecánico), utilizar fungicidas selectivos y sistémicos contra el hongo (control químico), y hacer combinación técnica y/o alternada, recomendada por profesional especializado, no casual, de las actividades aquí indicadas (control integrado).

BIBLIOGRAFÍA

- Ardón, J. 2020. Evaluación de tres programas fitosanitarios y su efecto dentro del cultivo de tabaco variedad Criollo 98 (*Nicotiana tabacum* L.) en Santa Rosa de Copán, Honduras. Tesis. Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 34 p.
- Besold, S. 2018. Estrategias de los pequeños productores familiares del noreste de Misiones. La producción de alimentos y el cultivo de tabaco como alternativas productivas: un abordaje desde el enfoque sistémico. Tesis MSc. Posadas. UNM. 104 p.
- Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y. 2018. Comparación de tres alturas de desbotonado en el rendimiento agrícola del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Revista científica Onfragüe. 2(1):26-54.
- Ephytia. 2021. Biología, epidemiología de la pata prieta en tabaco (en línea). Consultado 09 jul del 2022. Disponible en <http://ephytia.inra.fr/es/Contents/view/5273/Tomate-Biologia-epidemiologia>
- Fernández, A., Lina, B., Toledo, V., Martínez, M., Wong, W., Arévalo, R., Ariosa, M., Hernández, A. 2015. Estrategias de lucha para evitar epidemias provocadas por la enfermedad pata prieta del tabaco en Cuba. Fitosanidad 6(1): 35-42.
- Fernández, A., Martínez, M., Dolores, M., Verónica, T. 2016. Detección y prácticas de manejo de la enfermedad pata prieta causada por *Phytophthora nicotianae* en el cultivo del tabaco. Agroecología 7(3): 73-80.
- Falcon, A. 2019. Quitosanas en la inhibición in vitro de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan y en la inducción de resistencia en plantas de tabaco

- (*Nicotiana tabacum* L.) contra este patógeno. Tesis PhD. Habana, Cuba. UH. 141 p.
- Flores, B. 2017. Estudio agronómico del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* Linnaeus) bajo distintos niveles de fertilización en la zona de Quevedo. Tesis. Ing. Agr. Quevedo, Ecuador. UTEQ. 86 p.
- Fernández, A., Martínez, M., Dolores, M., Toledo, V. 2012. Detección y prácticas de manejo de la enfermedad pata prieta causada por *Phytophthora nicotianae* en el cultivo del tabaco. *Agroecología* 7(3): 73-80.
- García, V., Mena, EC., Santana, N., Hernández, B. 2012 Nuevas variedades de tabaco negro, productores de capas y capotes, resistentes a las principales enfermedades. *Cuba Tabaco*, 3: 48-53.
- García, A., Andino, D. 2014. Tecnología de bandejas flotantes en la producción de plántulas de tabaco en Cuba. *Cuba Tabaco*, 3: 30-33.
- Grenville, L., Anderson, V., Fugelstad., Avrova, A., Bouzenezana, J., Williams, A., Wawra, S., Whisson, S., Birch, P., Bulone, V., Van, P. 2018. Cellulose synthesis in *Phytophthora infestans* is required for normal appressorium formation and successful infection of potato. *The Plant Cell* 20: 720–738.
- González, A. 2016. Optimización del método de empleo del biopreparado cepa A-53 de *Trichoderma harzianum* Rifai, para el control de *Phytophthora nicotianae* Breda Haan, en el cultivo del tabaco. Tesis. Ing. Agr. La Habana, Cuba. ULH. 120 p.
- Infante, D., González, N., Reyes, Y., Martínez, B. 2017. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. La Habana, Cuba: *Rev. Protección Vegetal* 24(1): 1-9.
- Jayalkshmi, J., Ravindra, H. 2017. Evaluation Fungicides against *Phytophthora nicotianae* causing blank shank disease in FCV tobacco both under in vitro in vivo. *Microbiology journals* 6(7): 2440-2446.

- Jiménez, M. 2021. Correlación entre crecimiento y rendimiento en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) con aplicación de abonos verdes. *Avances* 23(1): 1-6.
- Katan, J., De Vay, A., Greenberger, A. 2015. The Biological Control Induced by Soil Solarization», *Vascular Wilt Diseases of Plants. Basic studies and control*, Berlin: Springer-Verlag. 48 p.
- Kannwischer, M., Mitchell, D. 2014. The Influence of a Fungicide on the Epidemiology of Black Shank of Tobacco. *Pro. Ann. Phytopathol. Soc.* 3: 338.
- León, J. 2015. *Botánica de los cultivos tropicales*. 1ra. Edición. Heredia. p 337-354.
- Melgarejo, P., García, J., Jorda, M., López, M., Andrés, M., Duran, N. 2017. *Patógenos de plantas escritos en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España. 858 p.
- Madariaga, A. 2017. Control de canilla negra del tabaco. INTA. 4 p.
- ProfiGen. 2019. Enfermedad pata prieta en tabaco (en línea). Consultado 09 jul del 2022. Disponible en <https://profigen.com.br/informacoes/doencas-e-pragas/black-shank/es>
- Pérez, J. 2017. Incidencia de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan en el cultivo del tabaco, durante cinco campañas en el municipio de Cabaiguán. *Agroecosistemas* 2(1): 265-276.
- Sánchez, O. 2018. Manejo agronómico del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en la empresa procesadora de Nicaragua, PROCENICSA, Jalapa, Nueva Segovia, Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. UNA. 31 p.
- Sandoval, L., Sáenz, M. 2015. Estudio preliminar del biocontrol de *Phytophthora nicotianae* y *Rhizoctonia solani* en tabaco mediante *Trichoderma* spp. En *Resúmenes Biotecnología Habana*.

- Stefanova, M., Sandoval, L. 2015. Efectividad de biopreparados de *Trichoderma* spp en el control de hongos fitopatógenos del suelo. Boletín Técnico 2. La Habana. 22 p.
- Soriano, M., Pérez, J. 2018. Control biológico de *Phytophthora nicotianae* con la implementación de *Trichoderma* sp. en semilleros de tabaco en Jalapa, Nueva Segovia, 2017, Tesis. Ing. Agrp. UCTS. 57 p.
- SINAVIMO. 2020. *Phytophthora nicotianae* (en línea). Consultado 09 jul del 2022. Disponible en <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/phytophthora-nicotianae>
- Toledo, V. 2015. Evaluación del control biológico *Trichoderma* para el manejo de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan, agente causal de la enfermedad pata prieta en el tabaco. Cuba. 48 p.
- Toledo, V. 2014. Momento óptimo de aplicación de *Trichoderma* para el control de la pata prieta en tabaco. Cuba tabaco 14 (2): 20 - 24.
- Vaillanr, D., Gómez, G. 2015. Incidencia de *Phytophthora nicotianae* y *Phytophthora infestans* en Cuba. Agricultura Técnica en México 14(3): 219-233.
- Villegas, M. 2015. *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. Agricultura Tropical 12(5): 1-15.
- Villares, A. 2016. Estudios para la fertilización del tabaco tipo Burley en la Provincia de Tucumán. Informaciones Agronómicas. 44 p.

ANEXOS



Figura 1. Síntomas iniciales en planta infectada con *pata prieta*



Figura 2. *Pata prieta* en la base del tallo



Figura 3. Discos formados en la medula de la planta afectada por *pata prieta*