
AVAL

Título de la investigación: Influencia del poder supresivo del suelo sobre el hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani* Kuhn en áreas agrícolas donde se siembra el cultivar CC-25-9R en la provincia de Cienfuegos.

Objetivo general:

Determinar la influencia del poder supresivo del suelo sobre el hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani* Kuhn en áreas agrícolas donde se siembra el cultivar CC-25-9R en la provincia de Cienfuegos.

Objetivos específicos:

1. Analizar la incidencia de hongos fitopatógenos en semillas del cultivar de frijol CC-25-9R.
2. Caracterizar los suelos donde se observó altos niveles de incidencia del hongo *R. solani*.

El resultado de la investigación pudiera constituir una herramienta para mitigar las afectaciones producidas por el hongo *R. solani* a las semillas del cultivar de frijol CC-25-9R y a las áreas agrícolas donde se siembra el cultivo y a su vez se disminuirían las pérdidas en el rendimiento del mismo. El poder supresivo del suelo es la capacidad que tiene este de retener los microorganismos que en él habitan sin causarle daño al cultivo dado por el uso de compost, microorganismos eficientes, materia orgánica, regulación del pH y aplicación del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* Rifai, de ahí la importancia de cumplir con todas estas medidas para aumentar este poder y lograr elevar los rendimientos del cultivo. Por todo lo anteriormente expuesto consideramos que la investigación tiene un alto impacto social, ambiental y económico en el sector agrícola donde se siembra el cultivo del frijol y otros, en la provincia de Cienfuegos.

MsC. Yulieska Urdanivia Gutiérrez
Dtor(a) Laboratorio Provincial S. Vegetal
Presidenta Consejo Técnico





Trabajo de Diploma en Opción al Título de Ingeniero Agrónomo

Título: Influencia del poder supresivo del suelo sobre *Rhizoctonia solani* Kühn en áreas agrícolas donde se siembra el cultivar de frijol CC-25-9R en la provincia de Cienfuegos.

Diplomante: Yisel Alén Selgas

Tutor(a): MsC. Yulieska Urdanivia Gutiérrez

2023

Dedicatoria

Especialmente a mi hijo, a mi madre, mis abuelos, mi esposo, familia, amigos y tutores por su eterno apoyo, paciencia y dedicación.

Pensamiento



*El único camino abierto a la prosperidad constante y fácil
es el de conocer, cultivar y aprovechar los elementos
inagotables e infatigables de la naturaleza....*

José Martí

Agradezco:

- A Dios, quien me fortaleció y ayudó en mi preparación.*
- A mi madre por darme la vida, a mi abuela y abuelo que sin ellos mi educación no hubiese sido posible y al resto de mi familia que me apoya.*
- Especialmente a mi esposo Juan Manuel, por su gran apoyo.*
- A mi tutora MSc. Yulieska Urdanivia Gutiérrez por su trabajo abnegado y sus acertados consejos.*
- A mi compañera y amiga Especialista en Sanidad Vegetal Belkis María Galvizu Rodríguez por su apoyo incondicional.*
 - A todos los profesores que me han ayudado en mi formación y por todos los conocimientos adquiridos.*
 - Al tribunal que me ha ayudado a perfeccionar mi investigación siendo tan certeros en sus señalamientos.*
 - A todos los que de alguna forma han contribuido con su ayuda y apoyo, muchas gracias.*

A todos, Muchísimas Gracias.

Yisel Alén Selgas

Índice de contenidos

| | | |
|----------|--|--------------|
| | Introducción..... | 2-6 |
| 1 | Capítulo I: Revisión bibliográfica..... | 7 |
| 1.1 | Antecedentes del cultivo del frijol..... | 7 |
| 1.1.1 | Semillas..... | 8 |
| 1.1.2 | Cultivar Cuba Cueto Rojo (CC-25-9R)..... | 9 |
| 1.1.3 | Rendimientos del cultivo del frijol..... | 9 |
| 1.1.4 | Enfermedades fungosas del cultivo del frijol..... | 10 |
| 1.1.5 | <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn..... | 15 |
| 1.1.6 | Suelo..... | 23 |
| 1.1.6.1 | Tipos de suelos en la provincia de Cienfuegos..... | 23 |
| 1.1.7 | Suelos supresivos..... | 26 |
| 1.1.7.1 | Factores involucrados en la supresión de enfermedades en los suelos..... | 28 |
| 1.1.7.2 | Manejos agronómicos que benefician la supresión del suelo..... | 28 |
| 1.1.8 | Malezas..... | 29 |
| 1.1.8.1 | Control de malezas..... | 29 |
| 1.1.8.2 | Efectos negativos de las malezas en el área agrícola..... | 30 |
| 1.1.8.3 | Malezas como hospedante de patógenos fungosos..... | 30 |
| | Capítulo II Materiales y métodos..... | 32-34 |
| | Capítulo III Resultados y discusión..... | 35-45 |
| | Capítulo IV Conclusiones..... | 46 |
| | Capítulo V Recomendaciones..... | 47 |
| | Capítulo VI referencias bibliográficas..... | 48-59 |

Resumen

Se presentan los resultados del estudio de la influencia del poder supresivo del suelo sobre *Rhizoctonia solani* Kühn en áreas agrícolas donde se siembra el cultivar de frijol CC-25-9R en la provincia de Cienfuegos realizado entre 2019-2022. La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del poder supresivo del suelo sobre *Rhizoctonia solani* Kühn. Se analizaron las muestras enviadas por la Empresa Provincial de Semillas Varias y procedentes de las bases productivas de los distintos municipios con incidencia de patógenos fúngicos; se caracterizaron los suelos donde se siembra el cultivar CC-25-9R; se tuvo en cuenta las malezas existentes en cada área y para ello se utilizó el Registro de Enyerbamiento del Laboratorio de Herbología del Laboratorio Provincial de Sanidad vegetal Cienfuegos. Se determinó que el patógeno con mayor incidencia resultó *R. solani* y el 2021 el año de mayor por ciento de afectación; los suelos con más altos niveles de *R. solani* fueron el Ferralítico rojo, Ferralítico lixiviado, Ferralítico amarillento, y los que mostraron menor incidencia fueron: el Aluvial, el pardo con Carbonato y el Sialítico cálcico. En cuanto a las malezas, la familia Poaceae fue la más representada.

Palabras claves: Cienfuegos, leguminosa, rizoctoniasis, supresividad

Abstract

The results of the study of the influence of the suppressive power of the soil on *Rhizoctonia solani* Kühn in agricultural areas where the CC-25-9R bean cultivar is planted in the province of Cienfuegos carried out between 2019-2022 are presented. The objective of the research was to determine the influence of the suppressive power of the soil on *Rhizoctonia solani* Kühn. The samples sent by the Provincial Various Seed Company and coming from the production bases of the different municipalities with incidence of fungal pathogens were analyzed; The soils where the CC-25-9R cultivar is planted were characterized; The existing weeds in each area were taken into account and for this the Weeding Registry of the Herbology Laboratory of the Cienfuegos Provincial Plant Health Laboratory was used. It was determined that the pathogen with the highest incidence was *R. solani* and 2021 was the year with the highest percentage of impact; The soils with the highest levels of *R. solani* were the red Ferralitic, leached Ferralitic, yellowish Ferralitic, and those that showed the lowest incidence were: the Alluvial, the Brown with carbonate and the Sialitic calcium. Regarding weeds, the Poaceae family was the most represented.

Keywords: Cienfuegos, legume rhizoctoniasis, suppressiveness

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas que posee un lugar preferencial por su composición nutricional al ser una fuente rica en proteínas y minerales Ulloa et al. (2016). Es una leguminosa anual, intensamente cultivada desde los trópicos hasta las zonas templadas (Boudet, 2015; Lamz, 2017).

El frijol, es importante no solo por sus propiedades nutricionales y culinarias, sino por su presencia en los cinco continentes del mundo, además de su importancia para el desarrollo rural y social de muchas economías (Hernández et al., 2018a).

El cultivo del frijol al igual que otros cultivos de importancia económica se afecta durante el crecimiento y desarrollo por factores bióticos y ambientales adversos como: precipitación, temperatura, humedad, luminosidad y mala distribución del área cultivada (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2018a).

Situación similar ocurre en Cuba ya que no se obtienen los resultados de cosecha esperados, debido a diversos factores que afectan la productividad del cultivo, incluyendo los cambios drásticos en el clima, la escasa disponibilidad de semillas de calidad, la presencia de plagas y enfermedades, baja disponibilidad de agua y la deficiencia de nutrientes en los suelos, así como los altos precios de los insumos (Rivera et al., 2012 y González, 2016).

Al respecto Sueiro et al., (2011) refieren que la producción nacional satisface solo el 3 % de la demanda de consumo de los cubanos, por lo que es necesario importar alrededor de 110 000 toneladas del grano cada año. Por tal motivo, entre las prioridades de la agricultura cubana está incrementar la producción de este cultivo, destinándose grandes extensiones de tierra tanto en el sector estatal, como en el cooperativo y campesino, con estrategias y tecnologías que sean amigables con el medio ambiente, el mejoramiento de los cultivares y el incremento de la producción de semillas.

En los primeros años del siglo XIX, la gran mayoría de los agricultores dependían del abastecimiento propio de sus semillas. En la actualidad, el mundo desarrollado ha dominado la industria semillera, por las grandes inversiones e investigaciones asociadas que demanda esta actividad, para lograr semillas de calidad con alto potencial productivo en un mercado cambiante y dinámico a nivel internacional (Chailloux et al., 2008).

La semilla es un elemento básico para el desarrollo de la agricultura ya que constituye el instrumento principal a través del cual las innovaciones en mejora genética – una de las principales fuentes de incremento de los rendimientos y la productividad – llegan a los sistemas productivos para garantizar la seguridad alimentaria. Esta importancia estratégica, más que probada en las últimas décadas, será aún mayor en un futuro donde será necesario hacer frente a un fuerte crecimiento de la demanda por alimentos y fibras como consecuencia de los aumentos en la población (Harries, 2021).

Hasta 1959, no existía en Cuba una producción de semilla de forma organizada, la utilización de semillas de calidad era prácticamente nula, especialmente las producidas en el país. A partir de entonces se desarrolla la cultura semillera estatal, siendo además el inicio del primer sistema nacional organizado para esta producción especializada (Lanna, 2016).

Ruiz et al. (2018) plantean que la obtención de semillas de alta calidad tiene una importancia determinante en el desarrollo y producción de las plantas y en el rendimiento final del cultivo. Además de referir que esta tiene una enorme influencia sobre la economía mundial, ya que incide en el valor de las cosechas producidas. Esos mismos autores señalan que tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, está generalizada entre los agricultores la falta de conocimientos acerca de la importancia de emplear semilla de alta calidad libre de enfermedades, aunque si la semilla de excelente germinación y pureza va cargada de graves agentes patógenos

que generalmente no se pueden descubrir a simple vista, el cultivo que de ella nace, y quizás los cultivos vecinos, pueden resultar destruidos.

Faure et al. (2014) señalan que entre los cultivares comerciales de grano rojo se destaca, por su empleo en la producción, al 'Velasco Largo', de grano grande (masa de 100 granos mayor de 40 g), porte erecto (tipo I) y ciclo corto, por lo que es preferido en muchas regiones del país, pero es muy susceptible a la mayoría de las enfermedades fitopatógenas que afectan el cultivo en Cuba. Igualmente, 'Guama 23' y 'Rubí', tienen un tamaño de grano grande y hábito de crecimiento tipo I y II, respectivamente, pero son menos conocidas y susceptibles ante el virus del mosaico dorado del frijol.

Murguido (2000) en el Manejo Integrado de Plagas en el cultivo del frijol en Cuba señala a las enfermedades fungosas que afectan al cultivo del frijol entre ellas se encuentran: *Rhizoctonia solani* Kühn, *Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli* Kendrick & Snyder, *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc), *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib.) y *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger.

R. solani, en África se ha reportado con más del 80 % de distribución en varios cultivos agrícolas limitando los rendimientos a 300kg.Ha⁻¹, mientras que en el sur de California y en Brasil su distribución e incidencia en el cultivo de los granos, constituye la causa principal de es la especie más importante dentro del género *Rhizoctonia*, es un patógeno con una diversidad en morfología, posee un rango de hospedantes amplio y agresividad (Ajayi y Bradley, 2018).

La "rizoconiasis" denominada también "chancro del tallo" o "costra negra" es una de las enfermedades fungosas que está presente en todas las zonas productoras de papa del Perú. En el brotamiento este patógeno infecta la semilla en los estados pre y post emergente, anulando o retardando su emergencia, teniendo como consecuencia fallas en la emergencia de las plantas, desigualdad en el crecimiento, plantas débiles, las plantas adultas presentan lesiones hundidas de color marrón oscuro en las raíces, lo cual afecta procesos como la absorción del agua y nutrientes del suelo y la traslocación

de fotoasimilados hacia los órganos de reserva; provocando una reducción del rendimiento y en casos severos resulta en marchitez y muerte (Torres, 2002).

Rhizoctonia solani, sobrevive como saprofito en el suelo en forma de esclerocios, lo cual es una gran amenaza para los cultivos, dado su amplio rango de hospedantes; reduce significativamente la productividad de los cultivos, afectando hojas, tallos, raíz, semillas etc (Cardona et al., 2021).

Según Kiewnick et al., (2001) y Schulze et al. (2016) en México el 50% de las áreas de producción presentan un alto riesgo de infección por *R. solani*, con pérdidas de rendimiento de alrededor del 60% y una pérdida económica del 2 % anual. Por otro lado, Singh y Schwartz (2010) refieren que el hongo afecta gravemente el rendimiento de semillas de frijol, lo que resulta en una pérdida de rendimiento de las mismas de hasta el 100 %.

Hua (2014) al estudiar el potencial supresivo sobre este hongo fitopatógeno de algunos suelos cubanos dedicados al cultivo del frijol planteó que el tipo de suelo era un factor a considerar, y cuyo efecto se debía probablemente a las propiedades inherentes que estos poseen, además señala que la fertilización y otras actividades agrícolas pueden influir en el efecto supresor del hongo.

Teniendo en cuenta los elementos anteriormente expuestos sobre el hongo *R. solani*, relacionados con su alta incidencia en diferentes tipos de suelos afectando a una gran diversidad de cultivos agrícolas incluyendo la germinación de las semillas de diferentes cultivares de frijol en específico del CC-25-9R y en aras de dar respuesta a la problemática se enunció el siguiente problema científico:

Problema científico:

¿Cuál será la influencia del poder supresivo del suelo sobre *Rhizoctonia solani* Kühn en áreas agrícolas donde se siembra el cultivar de frijol CC-25-9R en la provincia de Cienfuegos?

Para dar respuesta a este problema se trazó la siguiente hipótesis:

Hipótesis

El conocimiento de la influencia que ejerce el poder supresivo de los diferentes tipos de suelo sobre la incidencia de *R. solani* pudiera constituir una herramienta para mitigar las afectaciones producidas por este patógeno a las semillas del cultivar de frijol CC-25-9R en las áreas agrícolas y a su vez se disminuirían las pérdidas en el rendimiento del mismo.

Para dar respuesta a esta hipótesis se propone el siguiente objetivo general:

Objetivo general:

Determinar la influencia del poder supresivo del suelo sobre *Rhizoctonia solani* Kühn en áreas agrícolas donde se siembra el cultivar de frijol CC-25-9R en la provincia de Cienfuegos.

Objetivos específicos

1. Analizar la incidencia de hongos fitopatógenos en semillas del cultivar de frijol CC-25-9R en la provincia Cienfuegos.
2. Caracterizar los suelos donde se observó altos niveles de incidencia del hongo *R. solani* en la provincia de Cienfuegos.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

1.1 . Antecedentes del cultivo del frijol

El frijol es una de las principales leguminosas que se siembran en el mundo solamente es superado por el cultivo de la soya. Es de ser la principal leguminosa de grano seco seguida por lenteja y garbanzo. Además de ser considerado como una de las primeras plantas domesticadas del nuevo mundo al igual que el maíz y sobre la cual se basó la alimentación de los primeros asentamientos de Mesoamérica y sud América (Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura, 2016).

Según Pérez (2016) el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano de mayor consumo en el mundo y la más importante para cerca de 300 millones de personas, que en su mayoría viven en países en desarrollo. Esto se debe a que este cultivo, conocido también como “la carne de los pobres”, es un alimento poco costoso para consumidores de bajos recursos. Se considera como la segunda fuente de proteínas en África Oriental y del Sur y la cuarta en América tropical.

En Cuba se produce y consume de forma muy popular, pero la producción total nacional no satisface las demandas de nuestra población, de ahí que aún exista la necesidad de importar miles de toneladas al año. Según estudios realizados y la experiencia de productores, son numerosos los factores que inciden en las bajas producciones. Destacan entre estos la falta de cultivares adaptados por localidad, la búsqueda de cultivares con amplia adaptación geográfica, dirigidos a aumentar los rendimientos; todo lo cual se ha agravado por los problemas económicos actuales (Maqueira et al., 2017).

Por su parte especialistas del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Las Tunas (2019) establecieron el período de siembra del cultivo entre la primera quincena de septiembre y enero, donde se cuente con regadío, y especificaron algunas regulaciones para el uso de variedades en relación con la fecha de siembra.

En Cuba se siembran alrededor de 100 mil ha anualmente para consumo seco, con rendimiento medio de 1,1 t.ha⁻¹. Se produce y consume de forma muy popular, pero la producción total nacional no satisface las demandas de la población, por lo que hay que importar miles de toneladas anualmente (Oficina Nacional de Estadísticas, 2023).

1.1.1 Semillas

La importancia de la selección de la semilla de frijol y el éxito comercial está basado en la elección de la variedad apropiada a su ubicación geográfica, donde influye el clima, insumos y manejo agronómico (Araya y Hernández, 2006).

Con la selección de semilla de frijol, se asegurara que el productor obtenga alta pureza varietal, debido a esto se incrementara la calidad de la semilla, por lo que se espera un fuerte impacto en cuanto al crecimiento, rendimiento y la calidad requerida por el mercado nacional e internacional (Reveles et al., 2013).

En el año 2050 la producción de alimentos tendrá que incrementarse un 70 % para responder a las demandas alimenticias de 9.000 millones de personas. Se estima que hace 1.000 años, un agricultor plantaba una semilla y cosechaba dos; hoy un agricultor siembra una semilla y cosecha 50; en 30 años tendrá que cosechar 100 semillas por cada semilla que siembre, para suplir las necesidades de alimentos de la humanidad. En este sentido, herramientas como los tratamientos de semillas, adquieren una gran relevancia (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015).

El objetivo principal de controlar los patógenos que se transmiten por semilla se logra a través de la aplicación de varias estrategias destinadas a reducir estos riesgos. De este modo, la inspección y el análisis de las semillas permiten la detección oportuna de los microorganismos asociados a ellas; los tratamientos permiten protegerlas de dichos microorganismos y, en algunos casos, erradicarlos, determinar el efecto de métodos no

convencionales basados en el uso de medios biológicos y productos naturales para reducir la incidencia de estos hongos común, constituye una prioridad (Nerey, 2010).

1.1.2. Cultivar Cuba Cueto Rojo (CC-25-9R)

Estudios relacionados con los cultivares de frijol rojo (Buenaventura, CC 25-9 rojo, Velazco Largo, La Cuba 154 y Delicia 364) tolerantes a la sequía fueron evaluados en condiciones experimentales en campo con diferentes condiciones de humedad del suelo y demostraron que los cultivares Cuba Cueto 25-9 colorado, La Cuba 154 y Delicia 364 fueron las que manifestaron el mejor comportamiento ante la sequía en las condiciones de experimentación (Maqueira, 2017).

González (2016) refiere que se han evaluado los rendimientos de los cultivares Cuba Cueto mediante la aplicación foliar de microorganismos eficientes los cuales son un consorcio microbiano de distintas especies de microorganismos beneficiosos aeróbicos y anaeróbicos. Estos mayoritariamente están compuestos por bacterias fototrópicas o fotosintéticas, bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos; que se aplican como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos, demostrando el aumento, la calidad y la salud tanto de los suelos, así como el incremento del crecimiento, la calidad y el rendimiento del cultivo.

1.1.3 Rendimientos del cultivo del frijol.

Según FAO (2018b) la producción mundial de este cultivo alcanza los 30,4 millones de toneladas y entre los países mayores productores se encuentran la India, Myanmar, Brasil, Estados Unidos, China, Tanzania, México y Uganda.

En Cuba se cosecharon unas 73 mil hectáreas de frijoles en 2020 con una producción total de 65 mil toneladas y rendimiento agrícola promedio de 0,89 t. Ha⁻¹(ONEI, 2023), que no satisfacen las demandas debido a la elevación del nivel de consumidores y el cambio climático (Martínez et al., 2017; Hernández et al., 2018b; Domínguez et al., 2019).

Clasificación taxonómica

| | |
|------------------|------------------------------|
| Reino: | <u>Plantae</u> |
| División: | <u>Magnoliophyta</u> |
| Clase: | <u>Magnoliopsida</u> |
| Subclase: | <u>Rosidae</u> |
| Orden: | <u>Fabales</u> |
| Familia: | <u>Fabaceae</u> |
| Genero: | <u><i>Phaseolus</i></u> |
| Especie: | <i>Phaseolus vulgaris</i> L. |

1.1.4 Enfermedades fungosas del cultivo del frijol.

La frecuencia de aparición de las enfermedades fungosas en Cuba está determinada por las características que presentan las condiciones climáticas que prevalecen en una y otra época de siembra (temprana y tardía)(Díaz, 2011).

Plagas del cultivo del frijol

Una plaga agrícola es un conjunto o población de insectos denominados fitófagos (se alimentan de plantas), cuya densidad poblacional puede causar una disminución en la

producción del cultivo, reducir el valor de la cosecha o incrementar sus costos de producción, es decir, ocasiona un daño o una pérdida económica (Jiménez, 2009).

Todas las especies de insectos consideradas plagas hacen daño de modo diferente, como los masticadores de hojas, raíces, frutos, tallos y corteza; otros, que se alimentan de las partes tiernas de la planta en crecimiento, chupando la savia, y algunos que taladran o abren galerías en los troncos, ramas, frutos, hojas y raíces. Este último se considera uno de los daños más importantes, ya que la plaga se alimenta de las partes internas de la planta, donde por lo general no es visible y su control resulta más complicado, pues es posible que el producto utilizado no entre en contacto con la plaga (Cruz, 2005).

Tipos de plagas

Es importante saber que no todas las especies plaga pueden agruparse bajo una misma denominación. Existen tipos o grupos con diversas características, según su naturaleza o relación con la parte afectada de la planta. Existen las plagas primarias, que inician el daño, o sea, que atacan tejido sano, y las secundarias, que entran y se alimentan de tejido ya dañado, bien sea por una plaga primaria o algún otro factor (como el daño mecánico). En este mismo contexto, se encuentran las plagas directas e indirectas: la directa afecta la parte de la planta que se quiere comercializar, y la indirecta una que no se va a comercializar, pero que es importante para la producción (Jiménez, 2009).

También refiere el autor que se pueden clasificar por su frecuencia: hay plagas clave, que aparecen todos los años de forma constante, con una alta densidad poblacional y originan daños importantes; ocasionales, que aparecen ocasionalmente y causan daño solo en cierta época o en sitios determinados; esporádicas, que se presentan con alguna frecuencia y pueden o no causar serios daños, y las potenciales, que no son perjudiciales cuando se establecen en bajas poblaciones, pero se tornan dañinas si los niveles aumentan (Jiménez, 2009).

Mosca blanca

La mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood y *Bemisia tabaci* Gennadius) es una de las plagas hortícolas que afecta muchos cultivos, entre los que se encuentra el frijol. Su importancia en esta especie es principalmente la transmisión de virus, y ataques severos pueden ocasionar la pérdida total del cultivo. Las poblaciones de mosca blanca se incrementan de manera gradual con los aumentos de la temperatura y la humedad relativa, pero decrecen cuando el cultivo de frijol llega a la edad de 33 días de germinado (Gonçalves et al., 2019; Latif y Akhter, 2013).

Lorito verde

También denominado salta hojas, el lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross Moore) es considerado una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de frijol (Arias et al., 2007). Puede disminuir hasta un 16 % del rendimiento cuando existe una densidad poblacional mayor a un adulto por planta Moura et al., (2017). Aunque este insecto plaga se presenta durante toda la etapa del cultivo, sus poblaciones se incrementan cuando aparecen las hojas trifoliadas, y se ven favorecidas por los vientos (Miranda et al., 2016).

Minador

El minador (*Liriomyza* sp.) es una de las plagas polífagas que puede llegar a ser muy limitante para el cultivo de frijol, ya que ocasiona daños importantes en las primeras fases de su desarrollo, que reducen el proceso fotosintético de la planta. Este insecto tiene diversos enemigos naturales, que se ven afectados por el uso irracional de los productos químicos que se utilizan para el control de plagas en el cultivo (Garza, 2001).

Trozadores

Las larvas de los trozadores *Spodoptera frugiperda*(J. E. Smith), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *Agrotis bilitura* Guenée, *Feltia experta* Wik y *Feltia subterranea* (Fabricius) son muy importantes, porque se alimentan de los tallos realizando un corte en las plántulas, lo que afecta el cultivo cuando se presentan altas poblaciones; también dañan el área foliar y estructuras reproductivas Alves de Paiva et al.(2018). Sin embargo, su ataque ocurre de manera esporádica y por focos, lo que facilita su manejo preventivo (Arias et al., 2014).

Trips

Entre los trips que afectan el cultivo de frijol se encuentran *Thrips palmi* Karny y *Frankliniella occidentalis* (Pergande). No obstante, el primero es el más común; en estado adulto es pequeño y amarillo pálido y normalmente se presenta en el envés de las hojas, pero también se puede hallar en las flores. Su daño se incrementa en la época seca, cuando aumentan las temperaturas y la humedad relativa es baja Arias et al.(2007); además, puede transmitir virus en el frijol.

Los trips se pueden encontrar a partir de los 45 días posteriores a la siembra del frijol, y su población se incrementa hasta la etapa de floración, por lo que pueden coexistir con otros insectos plaga que se presentan después de los 40 días, como *Empoasca sp* (Miranda et al., 2016).

Crisomélidos

Los adultos de los crisomélidos (*Diabrotica sp.* y *Cerotoma sp.*) son cucarrones pequeños de diversos colores que causan perforaciones circulares en las hojas, lo que reduce de manera considerable la capacidad fotosintética de la planta de frijol (Vanegas, 2017).

La mayor parte del daño ocurre durante el estado de plántula, cuando el insecto consume un porcentaje relativamente alto de las hojas. Pueden ocasionar daños severos en las plantas atacando en cualquier etapa del cultivo, y cuando los ataques se presentan en las primeras dos semanas, pueden causar una disminución en el rendimiento (Arias et al., 2007; Calera, 2014).

Chizas

Estos insectos (*Phyllophaga sp.*, *Cyclocephala sp.*, *Ancognatha sp* y *Anomala sp*) atacan las raíces en estado larval y pueden causar la muerte de las plantas (Arias et al., 2007). Sus ataques son localizados, por lo que se puede observar la marchitez de las plantas afectadas, y son más frecuentes en los suelos que provienen de pastos o gramíneas (Peteira et al., 2018).

Defoliadores

La larva de *Trichoplusia sp* tiene el cuerpo verde, posee una línea blanca o crema al costado de su cuerpo y pupa debajo de las hojas Peteira (2018), mientras que *Spodoptera sp.* puede ser negro con rayas amarillas o marrón, dependiendo de la especie. Estos gusanos defoliadores (figuras 9a y 9b) se consideran importantes solo cuando consumen el 30 % del tejido vegetal (Tamayo & Londoño, 2001).

Ácaros

Los ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* Banks y *Tetranychus sp*) son considerados una plaga de menor importancia, debido a que atacan de forma esporádica el cultivo de frijol, no causan graves pérdidas y, si es oportuno, el control es eficiente. Estos artrópodos se reproducen rápidamente en épocas de sequía y con temperaturas altas; los adultos y las ninfas son rojizos (*Tetranychus sp*), los huevos traslúcidos y son

ovipositados de manera individual, dispersos en el envés de las hojas (Peteira et al., 2018).

1.1.5 *Rhizoctonia solani* Kühn

Rhizoctonia solani Kuhn es un hongo transmitido por el suelo que se encuentra de forma natural en el suelo de los campos agrícolas, jardines, etc. Produce esclerocios, una estructura de consistencia dura y de color marrón oscuro que le permite sobrevivir en el suelo o infectar tejido vegetal por años (Basbagci et al.,2019).

Varias investigaciones sobre este patógeno han sido realizadas en Cuba, para evaluar su incidencia y distribución en diferentes agroecosistemas de la región oriental y occidental del país como principales productores de granos, entre las que se destacan las desarrolladas por García et al. (2014), en los cultivos de *P. vulgaris* y *V. unguiculata* (frijol caupí), quienes observaron la presencia de este organismo en todas las zonas evaluadas y etapas fenológicas de ambos cultivos fundamentalmente en las correspondientes a la floración – formación de vainas y aseguraron que en las localidades típicas donde los niveles de siembra son mayores, se alcanzaron porcentajes de infección superiores al 15 %.

Clasificación taxonómica

Dominio o Reino: Fungi

Phyllum: Basidiomycota

Clase: Agaricomycotina

Orden: Ceratobasidiales

Familia: Ceratobasidiaceae

Género: *Rhizoctonia*

Especie: *Rhizoctonia solani* Kühn

Importancia económica del hongo

Según Ajayi y Bradley (2018) *R. solani* es la especie más importante dentro del género. Es un patógeno de gran diversidad biológica, posee un gran número de hospedantes y agresividad.

Este patógeno sobrevive en el suelo en forma de esclerocios lo cual es una amenaza por el amplio rango de hospedantes que posee, reduce significativamente la productividad de los cultivos afectando raíz, tallos, hojas y semillas (Cardona et al., 2010).

Por su parte Singh y Schwartz (2010) refieren que el hongo *R. solani* afecta gravemente las semillas de frijol causando mermas en los rendimientos hasta un 100 % y hasta un 50 % en el cultivo.

En los campos de arroz puede estar presente entre el 50-66 %, lo que provoca una reducción del rendimiento del 5 al 15 %, se pueden inducir reducciones de rendimiento de hasta un 20 % cuando se desarrollan epidemias de tizón de la vaina y llegan a la parte superior hojas de las plantas. Se estima que el 50 % de las áreas de producción de remolacha azucarera presentan un alto riesgo de infección por *R. solani*, con pérdidas de rendimiento de alrededor del 60 % y una pérdida económica del 2 % anual. (Kiewnick et al., 2001; Schulze et al., 2016).

Descripción morfológica

El teleomorfo *Thanatephorus cucumeris* produce esterigmas en basidios que van de doliformes a claviformes cortos. Sobre el estigma, producen basidiosporas hialinas, elipsoidales anchas a obovadas, lisas, de tamaño 7-12 x 4-8 μm : los basidios miden de 12 a 18 x 8 a 11 μm , los esterigmas (de 3 a 7) de 5 a 12 x 2,5 a 3,5 μm (Da Silveira et al., 2000).

R. solani existe principalmente en la naturaleza como hifas vegetativas y esclerocios. Pueden producir tres conjuntos de hifas: hifas corredoras que son rectas y no infecciosas; hifas lobuladas que son cortas, hinchadas y responsables de la formación de apresorios o almohadillas de infección en forma de cúpula; y hifas especializadas que consisten en células monilioides cortas, anchas y de formas variadas que participan en la formación de esclerocios (Gondal et al., 2019).

Produce hifas de color marrón pálido a marrón, ramificándose casi en ángulos rectos, y constreñidas en el punto de la ramificación, miden de 6 a 10 μm de ancho, sin conexiones de abrazadera ni conidios. Las hifas adultas se vuelven rígidas debido al engrosamiento de las paredes celulares. Produce esclerocios que son estructuras de supervivencia formadas por masas compactas de células monilioides o hifas indiferenciadas; el color de los esclerocios va de blanco, marrón pálido y marrón oscuro. Debido a la presencia de melanina en las paredes celulares, los esclerocios se vuelven resistentes a las condiciones ambientales extremas. Estas se pueden encontrar a una profundidad aproximada de 15 cm del suelo. El patrón de distribución de los esclerocios es diverso (Sharon et al., 2008; Desvani et al., 2018).

Existe una diversidad considerable en la morfología de las colonias de *R. solani*, además de marcadores bioquímicos y moleculares, patogenicidad y agresividad entre los miembros de esta especie, lo que ha permitido su clasificación en 14 grupos somáticamente incompatibles, también denominados grupos de anastomosis (Valentín et al., 2016).

Condiciones favorables para *Rhizoctonia solani* Kühn

Valentín et al. (2016), expresaron que el patógeno sobrevive en condiciones ambientales desfavorables donde puede sobrevivir en la ausencia de un huésped susceptible, la falta de nutrientes y en competencia con la microflora. Los autores también refirieron que el patógeno sobrevive en el cultivo como micelio o esclerocios en los restos vegetales o en la región superior del suelo entre (20 a 25 cm).

Las temperaturas altas (12 a 32 ° C o 70 a 90 ° F) favorecen la proliferación de *Rhizoctonia*, por lo que es más problemático al final de la primavera y el verano. *Rhizoctonia* no necesita agua libre para su ciclo de vida, prefiere una humedad más moderada y pareja en el sustrato, no condiciones húmedas y saturadas (Godoy et al., 2003; Godoy et al., 2008).

Debido a que tiende a vivir cerca de la superficie del sustrato, prefiere la humedad alta, al igual que todos los agentes patógenos fúngicos. Cuando la humedad es alta, se pueden apreciar redes de color marrón en las zonas afectadas de la planta. La vaporización frecuente, el espacio cerrado de las plantas, hojas y tallos húmedos y la falta de flujo de aire, todo esto favorece el desarrollo de *R. solani*. Por lo tanto, es un problema común con los esquejes y las plantas jóvenes. La susceptibilidad de la planta aumenta mayormente si hay heridas abiertas en partes de la planta cerca del nivel del sustrato. Estas heridas sirven como puntos de acceso para *Rhizoctonia* (Sharon et al., 2008; Desvani et al., 2018).

La enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos que en suelos secos o bajo condiciones favorables de (alta relativa, altas temperaturas y mucha lluvia). La mayoría de los aislados pueden infectar en un rango de 19° C a 30 °C y otros pueden permanecer activos a temperaturas que alcanzan los 30° C. (Navarrete et al., 2009).

Requerimientos para su desarrollo

Anees et al. (2010) refieren que *R. solani* requiere de la presencia de un hospedante susceptible para que la enfermedad se desarrolle mientras que el grado en que se propaga depende del grado de susceptibilidad de la población de plantas. Es importante saber que *R. solani* sobrevive en condiciones ambientales desfavorables, donde puede sobrevivir en la ausencia de un huésped susceptible, la falta de nutrientes y en competencia con la microflora.

El patógeno sobrevive en el cultivo como micelio o esclerocios en los restos vegetales o en la región superior del suelo (20 a 25 cm). La enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos que en suelos secos o bajo condiciones favorables (alta humedad relativa, altas temperaturas y mucha lluvia). Sin embargo, La mayoría de los aislados pueden infectar en un rango de 19° C a 30 °C. Sin embargo, algunos aislados pueden permanecer activos a temperaturas que alcanzan los 30° C. (Sharon et al., 2008; Desvani et al., 2018).

La luz afecta el inicio del estado perfecto del hongo, que se desarrolla bajo condiciones de luz continua directa o indirecta, pero muestra una mayor producción de basidios y liberación de basidiosporas en periodos de oscuridad. La infección se produce de dos formas diferentes; uno es a través de la penetración de hifas en aberturas y heridas naturales, mientras que el segundo ocurre cuando penetran en la cutícula y la epidermis (Agarwai, 2010).

Hospedantes

R. solani tiene un amplio rango de hospedantes, puede infectar plantas que pertenecen a más de 32 familias y 188 géneros Srinivasachary et al. (2011), incluyendo cultivos y malezas como *Cyperus rotundus* L., *Cyperus difformis* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Echinochloa colonum* L., *Commelina obliqua* L. y *Amaranthus viridis* L.

Este hongo causa diferentes enfermedades dependiendo del hospedante, como el tizón de las hojas y de la vaina en el maíz, el arroz y el sorgo, el tizón en el algodón, el tizón aéreo y la pudrición del tallo en el frijol y la soja, la pudrición de la vaina en la caña de azúcar, la pudrición del corazón en el repollo y el chancro de los brotes en la papa y las hojas (Godoy et al., 2008).

Ciclo de vida

En comparación con las infecciones causadas por hifas o esclerocios, las enfermedades inducidas por basidiosporas se desarrollan más rápidamente, un ciclo completo lleva solo unas dos semanas. La infección comienza con la germinación de basidiosporas durante períodos de alta humedad para formar apresorios que penetran directamente en las células epidérmicas. Después, produce una estructura similar a un estroma, que se desarrolla solo a partir de una infección de basidiosporas, dentro de las células epidérmicas invadidas o las células de la capa superior del mesófilo, lesiones pequeñas se forman en las partes aéreas de los hospedantes susceptibles (Nagara et al.,2017).

Debido a que las basidiosporas son muy frágiles y solo sobreviven en las partes de la planta hospedadora, la mayoría de las enfermedades por *R. solani* son el resultado de infecciones por micelio y / o esclerocios. En condiciones adecuadas, los esclerocios germinan para formar hifas que crecerán y se adherirán a la superficie externa de un hospedante susceptible. Después, las hifas comienzan a crecer a lo largo de las paredes de las células epidérmicas. Luego, algunas puntas de hifas hinchadas forman al mismo tiempo clavijas de infección. Las clavijas penetran la cutícula y las paredes de las células epidérmicas, lo que provoca el colapso de estas células. (Da Silveira et al., 2000).

El proceso de infección se ve favorecido por la presencia de enzimas extracelulares sintetizadas por los hongos y los exudados liberados por las células en crecimiento de las raíces de las plantas. Los exudados de las raíces, que son muy ricos en carbohidratos, aminoácidos, fenoles y ácidos orgánicos, sirven como una fuente importante de nutrientes para el crecimiento y desarrollo del hongo, mientras que la actividad enzimática apoya la actividad de penetración mecánica a través de su participación en la degradación tisular (Agarwai, 2010).

Daños a los cultivos por *Rhizoctonia*

Rhizoctonia crece junto a la superficie superior del sustrato, así que comúnmente ataca el tallo de la planta en el nivel del suelo. Por lo general, los tallos se descomponen rápidamente, comienza con la formación de lesiones marrones y marrones rojizas que aumentan, lo que produce canchales hundidos cerca del nivel del suelo (Carisse et al., 2001).

Los tallos infectados tienen una apariencia seca, marchita, "tiesa". Los canchales aumentan y rodean el tallo, lo que limita el movimiento de agua y nutrientes hacia la planta y causa la defoliación prematura, especialmente durante el calor del día, y posible deficiencia de nutrientes (Carisse et al., 2001).

R. solani con frecuencia afecta a las semillas durante la germinación, en las plántulas induce muerte pre o post emergente y en plantas pudre la raíz; en frijol puede ocasionar pudrición de raíces, mal del talluelo, pudrición del tallo. Los aislamientos de *R. solani* responsables de la pudrición de la raíz del frijol pertenecen a los grupos AG 1, 2-2, 4 y 5 (Nerey et al., 2010).

R. solani, ataca las raíces que se encuentran en la capa superior del sustrato. Las semillas pueden estar infectadas antes de la germinación o después de que emerjan, lo que provoca mildiú. Las raíces de plantas más viejas también se pueden infectar, pero *Rhizoctonia* es más virulento en plantas jóvenes y tiernas. Las raíces infectadas por *Rhizoctonia* se tornan de un color marrón y blando, como otros agentes patógenos de pudrición de las raíces (Lawson, 2023).

La infección por *R. solani* provoca anillamiento del hipocótilo parcial o completo durante la germinación y emergencia de las plántulas. Las lesiones en los hipocótilos y las raíces comienzan como áreas pequeñas, ovales, alargadas y hundidas de color marrón rojizo que pueden aumentar con el tiempo. Además, ocasiona lesiones hundidas de color rojizo en el tallo inferior y en las raíces centrales de las plantas más viejas. Estas lesiones pueden rodear las raíces y los tallos, lo que mata a las raíces y debilita a las plantas. En casos muy severos, cerca de las plantas muertas se forman pequeñas estructuras redondas, negras, parecidas a granos de arena (Chase et al., 1995).

Las plantas son más susceptibles en las etapas de plántula y las infecciones en las plantas de más de cuatro semanas de edad a menudo tienen un pequeño impacto en la cosecha. Las infecciones graves causan retraso en el crecimiento de las plantas que eventualmente pueden llevar a la muerte de las plantas (Carisse et al., 2001).

El tizón de la telaraña es una enfermedad importante en los trópicos húmedos de las tierras bajas de América Latina y el Caribe, África Oriental y América del Sur (Godoy et al., 2003; Masangano y Miles, 2004), causando pérdidas considerables en el rendimiento y calidad de la semilla.

Esta enfermedad es inducida por *R. solani* AGs 1- IA, 1-IB, 1- IE, 1-IF, 2-2 IV y 2-2 WB (Godoy et al., 2003; Godoy et al., 2008). Los síntomas del tizón de la telaraña que inician por esclerocios o fragmentos de micelio son diferentes de los causados por las basidiosporas.

Las lesiones inducidas por esclerocios o hifas aparecen primero en las hojas primarias como pequeñas manchas necróticas (5-10 mm de diámetro) con centros marrones y márgenes verde oliva. En condiciones cálidas y húmedas, estas lesiones se fusionan y afectan a toda la hoja. Por otro lado, las lesiones producidas por las basidiosporas son pequeñas, necróticas, circulares y miden 2-3 cm de diámetro. Son de color marrón claro o rojo ladrillo con un centro más claro. Estas lesiones generalmente no se agrandan mucho, ni se fusionan para formar lesiones más grandes y rara vez causan defoliación (Srinivasachary et al., 2011).

Color de la testa y los hongos

En botánica, la testa es la más externa de las dos capas que constituyen el episperma o tegumento que rodea a la semilla de las plantas espermatófitas. La capa más interna se denomina tegmen. La testa del frijol tiene diversos componentes, incluyendo la fibra y varios compuestos fenólicos. La fibra contribuye a reducir la concentración de colesterol en la sangre, y facilita el tránsito de los alimentos en los intestinos, mientras que a

ciertos compuestos polifenólicos se les atribuye propiedades antioxidantes (Bourdon et al., 2001).

Herrera et al. (1988) y Reinaldo (2005) refieren que el color de la testa de la semilla de variedades blancas y rojas son más susceptibles al ataque del hongo *R. solani* que las negras. Estos autores también reportan mayores afectaciones en sus estudios en variedades de testa blanca, roja y jaspeada. Los mismos atribuyen este comportamiento a la presencia de sustancias de origen fenólico en la testa de la semilla, además de la mayor velocidad de germinación, con una rápida ruptura del tegumento; al contrario de las variedades de testa negra, las que presentan mayor cantidad de compuestos fenólicos, así como una menor velocidad de germinación, y la testa se queda fuertemente adherida a los cotiledones.

1.1.6 Suelo

El suelo es la capa de tierra donde crecen las raíces y donde las plantas extraen el agua y el alimento que necesitan para crecer y mantenerse sanas; está formado por materiales de la roca madre mezclados con materiales orgánicos, agua, aire y organismos vivos. Constituye el medio en el cual crecen las plantas; es capaz de aportar con los nutrientes fundamentales para su crecimiento y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Gerasimova et al., 2016).

1.1.6.1 Tipos de suelos en la provincia de Cienfuegos

Se encuentran en el área tres tipos de suelo: al norte húmicos-calciformes y carbonáticos típicos, al centro - suelos ferralíticos (rojos típicos) y al sur - suelos pardos, sin carbonatos típicos y con carbonatos típicos (Instituto de Suelos de Cuba, 1980).

- **Suelos Ferralíticos**

Según Melo et al. (2017) por estudios realizados basados en la clasificación de los suelos de Cuba, caracterizaron a los suelos ferralíticos rojos basados en las tendencias mundiales de clasificación y obtuvieron que los suelos Ferralíticos se caracterizan por tener un horizonte B ferralítico que puede ser lixiviado o no, presentándose tanto en llano como en montaña. Se forman por el proceso de ferralitización, bajo diferentes tipos de rocas, pero la forma más extensiva es sobre roca caliza en regiones llanas. Dentro del grupo se diagnostican y clasifican tres tipos genéticos de suelos: Ferralítico Rojo, Ferralítico Rojo Lixiviado, Ferralítico Amarillento Lixiviado.

Los suelos Ferralíticos Rojos se encuentran formados a partir de roca caliza, en relieves jóvenes dentro de las llanuras de La Habana y Matanzas con características de diagnóstico de color rojo, suelos saturados con pH entre 6 y 7. Por su parte la clasificación genética de los suelos de Cuba plantea que los suelos ferralítico rojo lixiviado presentan una alteración profunda de los minerales primarios, una eliminación de la mayor parte de las bases alcalinotérreas y una parte de la sílice, con materia orgánica bien evolucionada, un pH oscila de 6-6,5 a excepción de los suelos de esquistos en los que disminuye considerablemente, presentan una lixiviación de arcilla y de hierro a través del perfil. (Instituto de Suelos de Cuba, 1980).

- **Suelos Pardos con carbonato**

Están representados a lo largo y ancho de toda la Isla por cada provincia, siendo más representativos en la parte Central y Oriental. Se desarrollan en topografías llanas y/o onduladas y se forman a partir de rocas ígneas intermedias, areniscas, granodiorita, margas etc. Su color característico es Pardo, el contenido de materia orgánica es de bajo a medio en el primer horizonte, de textura limo- arcillosa y buen drenaje. El pH se encuentra próximo a la neutralidad o es neutro (pH 0 7) aunque en ocasiones puede ser ligeramente ácido, la capacidad de cambio catiónico es alta predominando el catión calcio. Son suelos que en las zonas onduladas son fuertemente afectados por la erosión, siempre y cuando no se tomen medidas de protección y conservación establecida para este fin (Hernández et al., 2014).

- **Suelos Aluviales**

Un suelo aluvial es un suelo sedimentario que se ha formado a partir de material que ha sido transportado por corrientes de agua. Aunque generalmente los suelos aluviales son considerados de origen fluvial, las corrientes de agua que transportan el sedimento pueden provenir también de la lluvia o de las marismas. Los suelos aluviales recientes son de textura mediana a moderadamente fina, o sea que son generalmente de textura franco limosa a franco arcillo limosa. Estos suelos generalmente presentan un pH neutro, aunque pueden ser ligeramente ácidos o ligeramente básicos, variando en un rango de 6,0 a 8,0. El contenido de ácido fosfórico, potasa y limos es alto (Hernández et al., 2015).

Este mismo autor refiere que los suelos aluviales antiguos suelen ser pobres, mientras que los recientes son ricos en minerales y nutrientes lo que permite el desarrollo de la agricultura en los mismos. Estos suelos están ligados a la historia de la humanidad, pues permitieron el asentamiento y desarrollo de grandes civilizaciones como la egipcia y la mesopotámica. Sus características particulares varían mucho y dependen en gran medida del material depositado. Generalmente contienen bastantes minerales, aunque la proporción y tipo de minerales presentes van a variar dependiendo de la localidad y la fuente del material transportado (Hernández et al., 2015).

- **Sialíticos cálcicos (Húmicos carbonáticos)**

Se dice de los suelos que se componen de carbonato cálcico, suelen ser pedregosos y de color más o menos blanco-amarillento. También se llaman suelos calizos porque proceden de la descomposición de la piedra caliza. Este tipo de suelo contiene entre un 12 -30 % de carbonato de calcio, es muy inestable y tiende a secarse muy rápido, son muy áridos y no retienen los oligoelementos. Contiene una gran cantidad de caliza, roca que podemos encontrar en diferentes tipos de suelo. Entre los diferentes tipos de suelos salinos o alcalinos existen cuatro categorías: suelos alcalinos o calcáreos (pH

7.3-8.4), suelos salino-alcálinos o salino-sódicos ($\text{pH}<8.5$), suelos salinos ($\text{pH}<8.5$) y suelos sódicos ($\text{pH}>8.5$) (Hernández et al., 2014).

- **Pardo sin carbonato)**

La textura del suelo Pardo sin carbonato es arcillo-arenosa, debido a la influencia de los materiales originarios, margas y materiales transportados de carácter aluvial, más antiguo que en las terrazas actuales donde se ubica el Fluvisol. El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento (Hernández et al., 2014)

- **Fersialítico Pardo Rojizo**

Los suelos Fersialíticos Pardos Rojizos en general son ricos en materia orgánica (excepto las variantes muy cultivadas) y presentan carbonatos desde la superficie, aumentando en profundidad. Por esto se clasifican como húmicos y carbonatados (Hernández et al., 2013).

1.1.7 Suelos supresivos

El concepto de “suelos supresivos” ha sido descrito por como aquellos suelos en los que la incidencia o severidad de una enfermedad sigue siendo baja, a pesar de que exista la presencia de un patógeno, el hospedero susceptible y las condiciones ambientales que favorecen su infección y posterior desarrollo de la enfermedad. Además señalan que esta puede ser el resultado de distintos mecanismos: a) incapacidad del patógeno para establecerse, b) se establecen pero no causan síntomas

de la enfermedad en las plantas, y c) se establecen causando síntomas en plantas inicialmente, pero la gravedad de la enfermedad disminuye con el tiempo, a pesar de que exista el patógeno en el suelo (García et al., 2014).

Los suelos supresivos han sido descritos para un gran número de patógenos del suelo que incluyen a: *G. graminis var. tritici* (mal del pie del trigo) *Fusarium oxysporum* (marchitez en varios cultivos) *Plasmodiophora brassicae* Woronin (hernia de las coles) *Pythium spp.* y *Rhizoctonia solani* Khun (caída de plántulas y pudriciones radicales en varios cultivos) *Streptomyces scabies* Thaxter (sarna común de la papa) *Ralstonia solanacearum* Smith (marchitez bacteriana del tomate, tabaco, papa y otros cultivos) y nematodos del género Heterodera (Hadar y Papadopoulou, 2012).

Jayaraman et al. (2021) distinguen entre los términos “suelo supresivo de patógeno” y “suelo supresivo de enfermedad”, el primero hace referencia a la capacidad del suelo para limitar la densidad de inóculo del patógeno y su actividad saprofítica, y el segundo a la capacidad del suelo para restringir el desarrollo de la enfermedad, incluso aunque existan las condiciones favorables para que esto ocurra.

Los suelos supresivos son una herramienta eficiente en el manejo de enfermedades de origen edáfico, principalmente en agricultura agroecológica donde este tipo de control natural se desarrolla en mayor plenitud. Generalmente, la supresividad está basada en interacciones microbiológicas entre los patógenos y los antagonistas. Dentro de las ventajas de este tipo de control están, reducción en el uso y aplicación de plaguicidas, en la mayoría de patógenos ejerce un buen control, es amigable con otros métodos de manejo de enfermedades (Bonanomi et al., 2007).

Las interacciones que median la calidad de ser supresivo son dependientes de factores abióticos presentes tales como: niveles de pH, estructura, materia orgánica, contenido de arcilla, temperatura, humedad, responsables en brindar las condiciones óptimas de suprimir a un determinado fitopatógeno (Hadar y Papadopoulou, 2012).

Es importante destacar que la supresión del patógeno y la supresión de la enfermedad podrían no ocurrir simultáneamente, y algunos suelos pueden ser supresivos al patógeno y no supresores de la enfermedad y viceversa (Janvier et al., 2007).

1.1.7.1 Factores involucrados en la supresión de enfermedades en los suelos.

Existe evidencia de que la supresión de enfermedades es un resultado directo o indirecto de la actividad de los microorganismos del suelo. La naturaleza biológica de la supresión es confirmada por el hecho de que: la misma se pierde al pasteurizar o esterilizar el suelo, y se puede transferir a suelos conductivos, a través de la adición de 0,1 a 10 % de un suelo supresivo (Bonanomi et al., 2007).

1.1.7.2 Manejos agronómicos que benefician la supresión del suelo.

La supresión natural e inducida es dependiente de los microorganismos nativos del suelo para lograr la supresión de enfermedades de plantas. La supresión natural no se ve afectada por la planta hospedera o secuencia de cultivo utilizada, y es probable que sea el resultado de las características generales físicas y químicas del suelo y sus efectos sobre las comunidades microbianas (Andrade et al., 2011).

En contraste, la supresión inducida no sólo depende de las características del suelo, sino también de las plantas cultivada en dicho suelo, la secuencia de cultivos y las estrategias de manejo, por lo cual, generalmente, requiere de una gestión activa para su mantenimiento. Hadar y Papadopoulou (2012), señalan que el mejoramiento de la supresión en el suelo está relacionado con el enriquecimiento de las relaciones antagonistas o competitivas en uno o más componentes de la comunidad microbiana y que el manejo agrícola tiene un impacto sobre estos componentes.

1.1.8 Malezas

Las malezas según las define Labrada et al. (2004), es un concepto relativo y antropocéntrico, pero en modo alguno constituye una categoría absoluta sin embargo explican, que en las situaciones agrícolas las arvenses, como producto de la alteración de la vegetación natural, son plantas indeseables y posiblemente constituyen el componente económico más importante del total del complejo de plagas, que también incluye insectos, ácaros, vertebrados, nematodos y patógenos de plantas.

Las malezas según plantea Catasus (1997) tienen recursos limitados para su control, tanto por parte del gobierno como de la comunidad por lo que se hace necesario que especies individuales deban ir a un procedimiento coordinado de manejo. Esto requiere que las especies de arvenses que ya existen en los territorios sean identificadas y priorizadas para estos programas, por ser las que representan la mayor amenaza futura.

Las malezas, en un momento, lugar y en un número determinado, resultan perjudiciales o indeseables en los cultivos. Las afectaciones por malezas son muy variables según el tipo de cultivo y la zona agroclimática además, varias de ellas han desarrollado resistencia a los herbicidas. Así, mientras se estima que las malezas ocasionan una pérdida directa aproximada de 10 % de la producción agrícola global FAO (2018), en México el surgimiento de malezas o especies invasoras afecta, en promedio, el 30% del rendimiento de algunos cultivos (Al-Shehbaz, 2010).

1.1.8.1 Control de malezas

Es recomendable mantener el cultivo libre de malezas, dado que estas compiten con el cultivo por nutrientes, luz y agua. El periodo crítico de competencia comienza desde del primer día que se realiza la siembra y por lo menos los cuarenta días después de la misma (Catasus, 2018).

1.1.8.2. Efectos negativos de las malezas en el área agrícola

Las plantas arvenses compiten con los cultivos por agua, nutrientes, luz, CO₂ y espacio, además pueden inducir alelopatía, a la producción de metabolitos secundarios a través de los exudados radicales y la descomposición de sus residuos. Estos aleloquímicos pueden inhibir la germinación, así como el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Entorpecen u obstruyen el proceso de recolección y aumentan los costos de éstas operaciones; además, al momento de la cosecha las semillas de malezas contaminan la producción obtenida. Plantas que interfieren negativamente con las actividades productivas y recreativas del hombre. (Paredes et al, 2016)

1.1.8.3 Malezas como hospedante de patógenos fungosas

Cada vez se conocen más casos de malezas que son hospedantes de alguna plaga o algún microbio causante de enfermedades al cultivo. Existen muchos insectos que se mantienen viviendo sobre las malezas durante el periodo en el cual no hay cultivo en un terreno. Algo muy parecido sucede con muchos hongos y otros tipos de microorganismos causantes de enfermedades a los cultivos. Esto es un verdadero problema, porque la plaga o la enfermedad se mantienen viviendo sobre la mala hierba y cuando sembramos el cultivo, el organismo se pasa y ataca al cultivo (Laprosav, 2019).

Las pérdidas de producción en los cultivos ocasionados por las malezas pueden ser considerables. Éstas pueden ser hospederas de patógenos como hongos y nematodos que atacan a los cultivos. Igualmente, las malezas contribuyen a propagar muchas enfermedades fungosas. Las malezas aprovechan los aportes del agricultor quien, en muchos casos, colabora también en su diseminación. En altas densidades, las malezas ocasionan una severa disminución en la productividad de los cultivos agrícolas (Guerra, 2022).

Pérez (2016) explica que las especies indeseables ocasionan daños a los cultivos por diferentes vías, ya sea por la competencia directa por el agua, nutrientes, luz y espacio

vital, producir aleloquímicos que inhiben la germinación , reducen el crecimiento y rendimiento de las plantas cultivables o intoxican a los animales y al hombre, o por ocasionar daños indirectos al servir de hospedantes a agentes nocivos que entorpecen las labores de los cultivos, incluyendo la protección fitosanitaria y la cosecha; y además contaminar los alimentos, etc.; todos estos efectos quedan recogidos en el concepto de interferencia de las malezas.

Una planta indeseable es siempre más perjudicial cuando sirve de hospedante a agentes biológicos (hongos, virus e insectos) que afectan a las plantas cultivadas con las cuales compiten o cuando su ingestión causa daño o envenenamiento a los seres vivos (Catasus, 1997).

Capítulo II: Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Micología perteneciente al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos en el período 2019 - 2022.

2.1. Incidencia de hongos fitopatógenos en semillas del cultivar de frijol CC-25-9R.

Tomando como base los resultados de los diagnósticos de semillas emitidos por el Laboratorio de Micología según Procedimiento Normativo Operativo (PNO) se analizaron las muestras enviadas por la Empresa Provincial de Semillas Varias de Cienfuegos y procedentes de las bases productivas ubicadas en los diferentes municipios de la provincia donde se siembra el cultivo de frijol y en específico el cultivar Cuba Cueto rojo.

Con los datos obtenidos se confeccionaron tablas que fueron llevadas a gráficos para plasmar el porcentaje de incidencia por años de cada microorganismo presente en las semillas haciendo énfasis en *R. solani*.

2.1.1. Metodología de montaje para análisis de semillas.

Para el diagnóstico de los patógenos presentes en las semillas fueron procesados según las normas de diagnóstico del LCCV homologadas con las normas metodológicas de la Sociedad Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, 1985).

Las semillas fueron incubadas por el método de cámara húmeda en placas con papel de filtro (Blotter test) los análisis micológicos fueron realizados sobre 200 semillas tomadas al azar en la muestra.

-Se esterilizó el papel de filtro en estufa por 1h a 160 °C, con el tamaño adecuado para las placas Petri y en la cantidad necesaria.

-Se esterilizó cierta cantidad de agua del grifo en autoclave a 121 °C por 20 minutos.

Procedimiento

- Se verificó que las muestras tuvieran el número asignado por la recepción de muestras y anotaron todos los datos en la libreta auxiliar de trabajo.

-Se colocaron las semillas de la muestra en una bandeja limpia y desinfectada con algodón embebido en etanol al 70 %.

-Montaron de cada muestra 200 semillas. Para ello se prepararon placas Petri de la siguiente manera:

- Se rotuló sobre las placas todos los datos: # de muestras, cultivo, variedad etc. y la fecha del día de montaje.
- Con la pinza desinfectada se tomaron tres papeles de filtro estériles a la vez y se sumergieron en agua estéril por unos segundos, luego se escurrió el exceso de agua y se colocó en el fondo de las placas petri.
- Se preparó la cantidad de placas petri necesarias para montar 25 semillas por placa.
- Se colocó la bandeja con las semillas y las placas petri en el gabinete de seguridad.
- Se examinaron las semillas para observar cualquier signo externo anormal como manchas, decoloraciones, exudados, etc.
- Con la pinza esterilizada se colocó en cada placa petri en forma anillada, siempre comenzando por el anillo más externo, las semillas a razón de 15 semillas en el anillo más externo ,9 en el siguiente y una en el centro.
- Se incubaron las placas petri en un cuarto con temperatura controlada, en estantes con luz fluorescente blanca (2 bombillos de 20w) con ciclos alternos de oscuridad y luz de 12 h. Las luces deben estar colocadas de manera horizontal, con una separación de los bombillos de 20 cm y estos a su vez deben quedar a 40 cm de altura de las placas.

- El tiempo de incubación normalmente está en el rango de 7-15 días en que aparecen las primeras hojas y están listas las plántulas para ser examinadas por los especialistas de Fitopatología (Micología, Bacteriología, Virología).
- Durante el trascurso de la incubación se verificó que los papeles de filtro tuvieran la humedad necesaria.

2.2. Caracterización de los suelos donde se observó altos niveles de incidencia del hongo *R. solani*.

2.2.1. Caracterización de las áreas en estudio

Para el presente estudio se seleccionaron las áreas de las bases productivas en la provincia de Cienfuegos donde se siembra el cultivo del frijol, en específico el cultivar Cuba Cueto rojo.

Para la caracterización de los suelos presentes en cada área se tomaron los datos de los resultados emitidos por el Departamento Provincial de suelos de la provincia de Cienfuegos que consistieron en:

- Tipo de suelo
- Subtipo de suelo
- pH
- Textura del suelo

2.2.2 Identificación de las malezas de las áreas en estudio

Para la identificación de las malezas por cada área en estudio se utilizó el Registro de Enyerbamiento del área de Herbología del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, el cual se actualiza por los Registros de Enyerbamiento de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas(ETPP) todos los años en el mes de junio en los cultivos que no son permanentes, así como los que son permanentes se actualizan en el mes de diciembre con la utilización de la Metodología de detención de malezas descrita por Paredes (2016).

Capítulo III: Resultados y discusión

3.1 Incidencia de hongos fitopatógenos en semillas del cultivar de frijol CC-25-9R.

En los análisis realizados a las semillas de frijol en el periodo 2019-2022 se interceptaron 12 géneros y siete especies formando parte del complejo de hongos que intervienen en la microbiota fungosa de la semilla en la provincia de Cienfuegos, representada por: *Cladosporium sp*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Rhizoctonia solani* Kühn, *Cercospora canescens* Ellis y Martín, y C, *Alternaria tenuis* (Nees.), *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Fusarium oxysporum* Schl. f. *sp. phaseoli* Ken., *Macrophomina phaseolina* (Tassi), *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl y *Nigrospora sp* (Tabla 1).

Al analizar los valores obtenidos en cuanto a la incidencia de patógenos fúngos interceptados en semillas del cultivar de frijol Cuba Cueto rojo en el período en estudio, se determinó que el patógeno con mayor incidencia resultó *R. solani* con índices entre 4.0 % y 9.27 % y el año 2021 el de mayor por ciento de afectación, no así el año 2019 donde se obtuvieron valores más bajos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Chaveco et al. (2020) en estudios realizados en 13 cultivares de frijol en la provincia de Holguín, donde los autores señalan a *R. solani* como el principal patógeno del suelo y el cultivar CC-25-9R como el de mayor afectación.

Tabla 1. Patógenos fúngos interceptados y su incidencia en semillas del cultivar de frijol Cuba Cueto rojo.

| Patógenos | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | % incidencia | % incidencia | % incidencia | % incidencia |

| | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|
| <i>Cladosporium</i> sp | 1,2 | 1,38 | 1,36 | 1,95 |
| <i>Fusarium</i> sp | 1,1 | 4,5 | 3,28 | 6,6 |
| <i>Penicillium</i> sp | 1,84 | 7,3 | 1,01 | 1,8 |
| <i>Aspergillus</i> sp | 7,0 | 6,5 | 4,05 | - |
| <i>R. solani</i> | 4,0 | 6 | 9,27 | 5,5 |
| <i>C. canescens</i> | 3,5 | - | - | 1,0 |
| <i>A. tenuis</i> | - | - | 25,0 | 0,5 |
| <i>C. herbarum</i> | - | - | 0,5 | - |
| <i>F. oxysporum</i> | - | - | 1,0 | - |
| <i>M. phaseolina</i> | - | - | 1,16 | - |
| <i>L. theobromae</i> | - | - | 1,0 | - |
| <i>Nigrospora</i> sp | - | - | 3,75 | - |

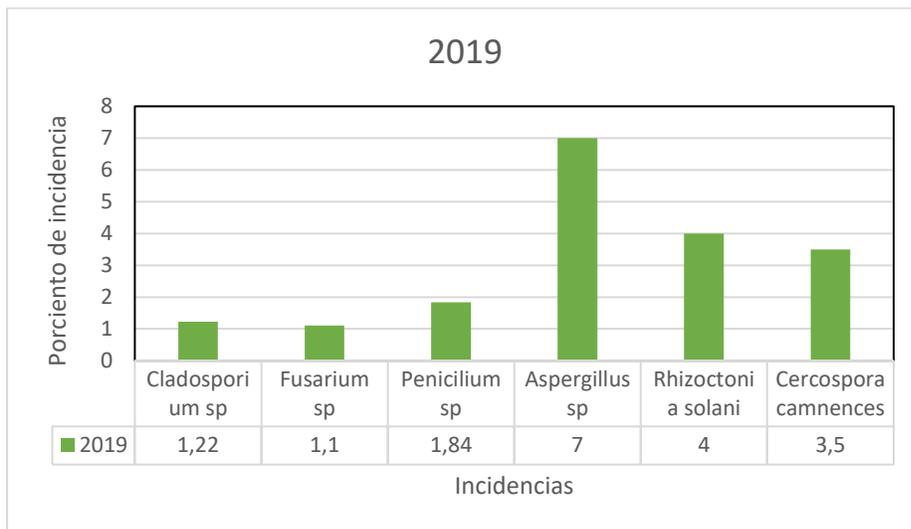


Figura 1. Incidencia de hongos patógenos asociados en las semillas de frijol del cultivar CC-25-9R en 2019.

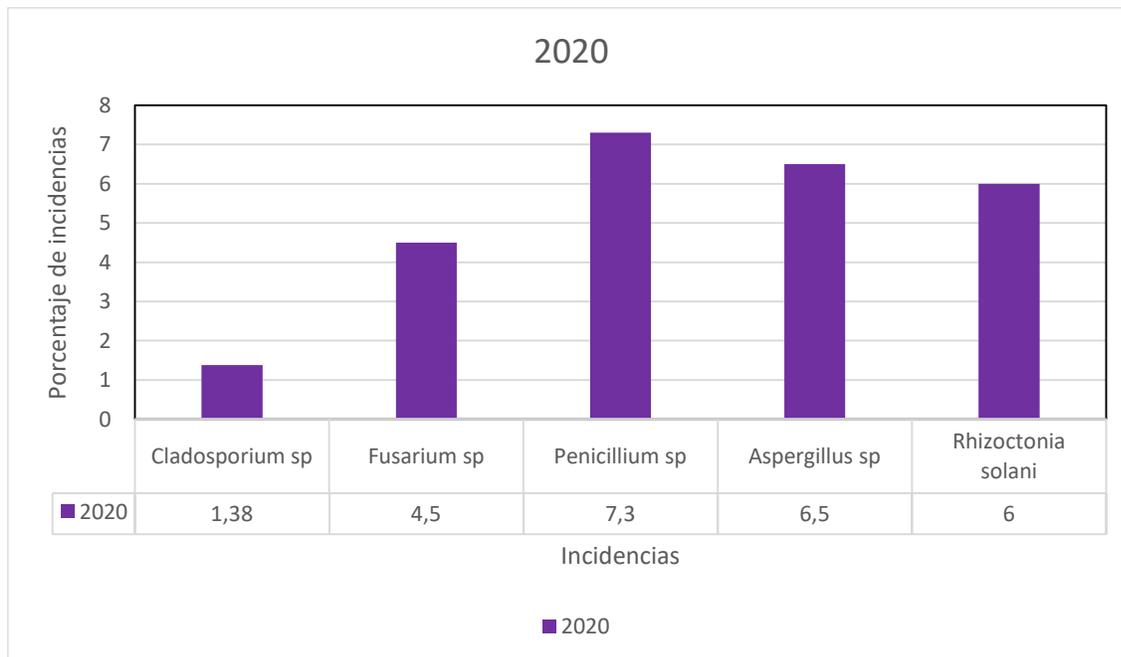


Figura 2. Incidencia de hongos patógenos asociados en las semillas de frijol del cultivar CC-25-9R en 2020.

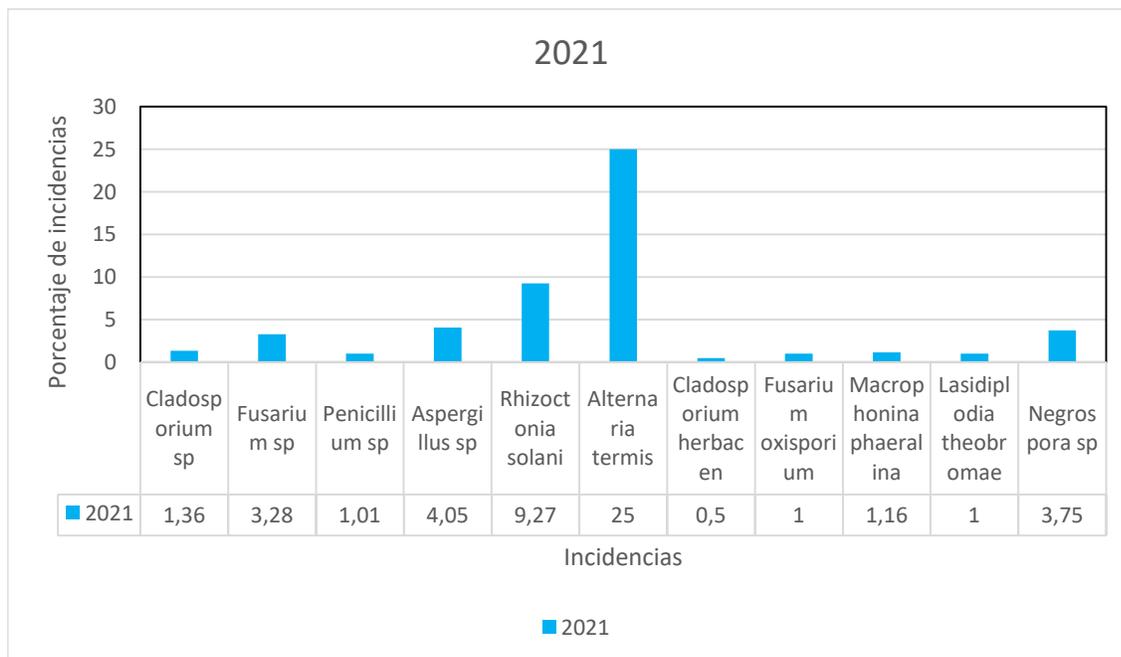


Figura 3. Incidencia de hongos patógenos asociados en las semillas de frijol del cultivar CC-25-9R en 2021.

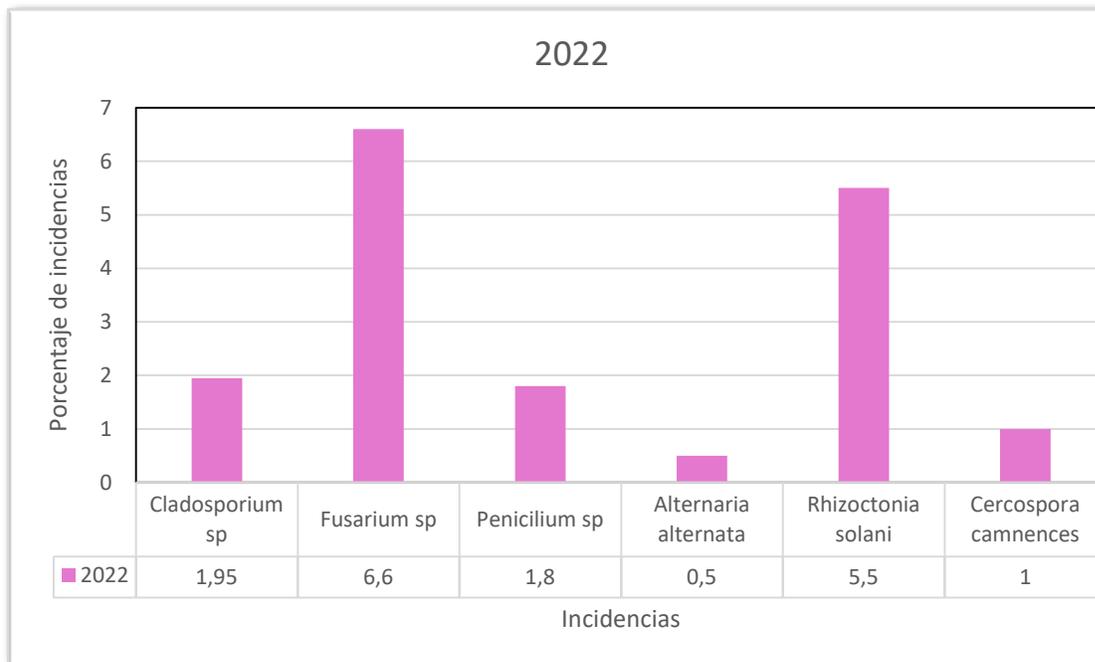


Figura 4. Incidencia de hongos patógenos asociados en las semillas de frijol del cultivar CC-25-9R en 2022.

3.2. Caracterización de los suelos donde se observó altos niveles de incidencia del hongo *Rhizoctonia solani*.

Se identificaron seis tipos de suelo correspondientes a las 11 bases productivas analizadas. Los mismos son: Aluvial, Pardo con Carbonato, Ferralítico amarillento, Ferralítico Rojo, Ferralítico Rojo Lixiviado y Sialítico cálcico. La mayoría de estos suelos son de pH ácido por lo que presentan mayor supresividad, estos resultados corroboran los estudios realizados por Velázquez (2023) en Sonora, en el noroeste mexicano,

donde los productores de esas áreas agrícolas observaron que la incidencia de patógenos fúngos fue baja.

Según los resultados de la investigación, las bases productivas que presentaron mayor incidencia de *R.solani* fueron las que poseen suelos ferralíticos los cuales presentan una textura pesada y las menores afectaciones estuvieron en el resto de las unidades con suelos de textura gruesa, estos resultados coinciden con lo planteado por Velázquez (2023) cuando refiere que los suelos de textura gruesa pueden ser más supresivos , al favorecer el drenaje, el desarrollo radicular y la oxigenación, mientras que los de textura pesada limitan la supresividad, lo cual puede deberse a los problemas inherentes de drenaje y a las limitaciones que ofrece este tipo de suelo para el desarrollo radicular.

Tabla 2. **Caracterización de los suelos con incidencia del hongo *Rhizoctonia solani*.**

| Lugar | Suelo | Subtipo suelo | PH | Textura |
|---------------------------------|--|---------------|--------|------------------------|
| UEB “Santa Martina” | Aluvial | Estatificado | Básico | Arcilla arenosa |
| Empresa Pecuaria “La Sierrita “ | Aluvial | Estatificado | Básico | Loam Arcilloso |
| CPA “Mártires de Barbados” | Pardo con Carbonato | Típico | Ácido | Loam Arcilloso |
| CCS” Renato Guitar” | Pardo con Carbonato | Plastogénico | Acido | Arcilla o Arena gruesa |
| CCS “Patricio Lumumba “ | Ferralítico amarillento | Típico | Acido | Arena Arcillosa |
| CPA “Victoria Girón” | Ferralítico amarillento | Típico | Básico | Arcilla Arenosa |
| UBPC “Cuba Libre” | Ferralítico Rojo | Típico | Acido | Arcilla Loamosa |
| UBPC “Che Guevara” | Ferralítico Rojo | Típico | Acido | Arcilla Loamosa |
| Finca de Semilla | Ferralítico Rojo Lixiviado | Típico | Acido | Arena Arcillosa |
| Integral Juraguá | Ferralítico Rojo Lixiviado | Típico | Acido | Arcilla Loamosa |
| UBPC Carrasco | Sialítico cálcico (Húmico Carbonático) | Lavado | Acido | Arcilla Arenosa |

3.3. Incidencia de los hongos fitopatógenos en malezas hospederas.

Rhizoctonia solani tiene un amplio rango de hospedantes ya que puede infectar plantas que pertenecen a más de 32 familias y 188 géneros Srinivasachary et al. (2011), incluyendo cultivos y malezas como *Cyperus rotundus* L., *Cyperus difformis* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Echinochloa colonum* L., *Commelina obliqua* L. y *Amaranthus* sp.

En las 11 bases productivas estudiadas existe presencia de 23 especies de arvenses ubicadas en 11 familias botánicas, donde la familia Poaceae es la más representada, estos resultados coinciden con estudios realizados por Srinivasachary et al. (2011) en el sur de la India donde los autores refieren que esta familia fue la más afectada por *R. solani* en cultivos de leguminosas (Tablas 3-13).

Tabla 3. Arvenses en el cultivo del frijol en la UBPC “Santa Martina”

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|------------------------|---------|---------------|------------------------------------|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| UEB “Santa Martina” | | Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 2 |
| | | | <i>Eleusine indica</i> L. Gaertn | 1 |
| | | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 1 |
| | | Asteraceae | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | 3 |
| | | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 3 |

Tabla 4. Arvenses en el cultivo del frijol en la Empresa Pecuaria “La Sierrita”

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|-----------------------------------|---------|---------------|----------------------------------|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| Empresa Pecuaria “La Sierrita” | | Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> L. Pers. | 3 |
| | | | <i>Eleusine indica</i> L. Gaertn | 2 |
| | | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 |
| | | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 1 |

Tabla 5. Arvenses en el cultivo del frijol en la Empresa Pecuaria CPA “Mártires de Barbados”

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|----------------------------|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| CPA “Martires de Barbados” | | Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 1 |
| | | | <i>Eleusine indica</i> L. Gaertn | 1 |
| | | | <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link | 1 |
| | | | <i>Paspalum notatum</i> Flügge | 1 |
| | | | <i>Sorghun halepense</i> (L.) Pers. | 2 |
| | | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 |
| | | Portulaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 1 |
| | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia heterophila</i> L. | 1 | |
| | Asteraceae | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | 1 | |

Tabla 6. Arvenses en el cultivo del frijol en la CCS” Renato Guitar”

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|--------------------|---------|-------------|-------------------------------------|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| CCS” Renato Guitar | | Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 2 |
| | | | <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link | 1 |
| | | | <i>Sorghun halepense</i> (L.) Pers. | 3 |
| | | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 |
| | | Portulaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 1 |

Tabla 7. Arvenses en el cultivo del frijol en la CCS “Patricio Lumumba “

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|-------|---------|---------|--------|-------|
| | Frijol | Familia | | |

| | | | |
|-------------------------|----------------|--|---|
| CCS "Patricio Lumumba " | Poaceae | <i>Cenchrus echinatus</i> L. | 2 |
| | | <i>Paspalum notatum</i> Flügge | 3 |
| | Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> Burm.f | 3 |
| | Asteraceae | <i>Ageratum conyzoides</i> L. | 2 |
| | | <i>Bidens pilosa</i> L. | 2 |
| | Convolvulaceae | <i>Ipomoea tiliácea</i> (Willd.)Choisy | 3 |

Tabla 8.Arvenses en el cultivo del frijol en la CPA" Victoria de Girón "

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|---------------------------|------------|---------------------------------|---|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| CPA " Victoria de Girón " | | Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 2 |
| | | | <i>Rottboellia conchinchinensis</i> (Lour)Clayton | 2 |
| | | | <i>Sorghun halepense</i> (L.) Pers. | 4 |
| | | Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> Burm. f | 2 |
| | | | <i>Amaranthus dubius</i> Mart. | 1 |
| | | Amaranthaceae | <i>Amaranthus viridis</i> L. | 1 |
| | | | <i>Amaranthus spinosus</i> L. | 1 |
| | | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 1 |
| | | Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> L. | 2 |
| | | Asteraceae | <i>Xanthium strumarium</i> L. | 2 |
| | Solanaceae | <i>Solanum erianthum</i> D. Don | 1 | |
| | | <i>Solanum houstonii</i> Dunal | 1 | |

Tabla 9.Arvenses en el cultivo del frijol en la UBPC "Cuba Libre"

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|-------|---------|---------|--------|-------|
| | Frijol | Familia | | |

| | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|---|
| UBPC "Cuba Libre" | Poaceae | <i>Cenchrus echinatus</i> L. | 1 | |
| | | <i>Eleusine indica</i> L. Gaertn | 1 | |
| | | <i>Leptochloa filiformis</i> Beauv. | 2 | |
| | | <i>Panicum máximum</i> Jacq. | 3 | |
| | | <i>Rottboellia conchinchinensis</i> (Lour)Clayton | 2 | |
| | | <i>Sorghun halepense</i> (L.) Pers. | 4 | |
| | | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 | |
| | | Cyperaceae | | |
| | | Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> Burm. | 1 |
| | | Amaranthaceae | <i>Amaranthus dubius</i> Mart. | 1 |
| | | | <i>Amaranthus viridis</i> L. | 1 |
| | | | <i>Amaranthus spinosus</i> L. | 1 |
| | | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 1 |
| | | Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> L. | 1 |
| | | Asteraceae | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | 2 |
| <i>Xanthium strumarium</i> L. | 2 | | | |
| Solanaceae | <i>Solanum erianthum</i> D. Don | 2 | | |
| | <i>Solanum houstonii</i> Dunal | 2 | | |
| | <i>Solanum sagraeanum</i> A. Rich | 2 | | |

Tabla 10. Arvenses en el cultivo del frijol en la UBPC "Che Guevara"

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|-----------------------|---------|---|------------------------------------|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| UBPC "Che Guevara" | | Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 2 |
| | | <i>Rottboellia conchinchinensis</i> (Lour)Clayton | 2 | |
| | | <i>Sorghun halepense</i> (L). Pers. | 4 | |
| | | <i>Cenchrus echinatus</i> L. | 3 | |
| | | <i>Eleusine indica</i> L. Gaertn. | 4 | |
| | | Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> Burm.f | 2 |
| | | Amaranthaceae | <i>Amaranthus dubius</i> Mart. | 1 |

| | | | |
|--|---------------|-----------------------------------|---|
| | | <i>Amaranthus viridis</i> L. | 1 |
| | | <i>Amaranthus spinosus</i> L. | 1 |
| | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 1 |
| | Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> L. | 2 |
| | Asteraceae | <i>Xanthium strumarium</i> L. | 2 |
| | Solanaceae | <i>Solanum erianthum</i> D. Don | 1 |
| | | <i>Solanum houstonii</i> Dunal | 1 |
| | | <i>Solanum sagraeanum</i> A. Rich | 1 |

Tabla 11. Arvenses en el cultivo del frijol en la “Finca de semilla”

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|------------------|---------|-------------------------------|---|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| Finca de semilla | | Poaceae | <i>Cenchrus echinatus</i> L. | 1 |
| | | | <i>Eleusine indica</i> L. Gaertn. | 1 |
| | | | <i>Leptochloa filiformis</i> Beauv. | 1 |
| | | | <i>Panicum máximum</i> Jacq. | 1 |
| | | | <i>Rottboellia conchinchinensis</i> (Lour)Clayton | 1 |
| | | | <i>Sorghun halepense</i> (L.) Pers. | 3 |
| | | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 |
| | | Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> Burm.f | 1 |
| | | Amaranthaceae | <i>Amaranthus dubius</i> Mart. | 2 |
| | | | <i>Amaranthus viridis</i> L. | 1 |
| | | <i>Amaranthus spinosus</i> L. | 2 | |

Tabla 12. Arvenses en el cultivo del frijol en la “Empresa Integral Juraguá”

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|------------------|---------|---------|----------------------------------|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| Empresa Integral | | Poaceae | <i>Cenchrus echinatus</i> L. | 1 |
| | | | <i>Eleusine indica</i> L. Gaertn | 1 |

| | | | |
|------------|-----------------------------------|---|---|
| Juraguá | | <i>Leptochloa filiformis</i> Beauv. | 1 |
| | | <i>Panicum máximum</i> Jacq. | 1 |
| | | <i>Rottboellia conchinchinensis</i> (Lour)Clayton | 1 |
| | | <i>Sorghun halepense</i> (L.) Pers. | 3 |
| | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 |
| | Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> Burm.f | 1 |
| | Amaranthaceae | <i>Amaranthus dubius</i> Mart | 2 |
| | | <i>Amaranthus viridis</i> L. | 1 |
| | | <i>Amaranthus spinosus</i> L. | 2 |
| | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 |
| | Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> Burm.f | 1 |
| | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 3 |
| | Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> L. | 1 |
| | Asteraceae | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | 2 |
| | | <i>Xanthium strumarium</i> L. | 1 |
| Solanaceae | <i>Solanum erianthum</i> D. Don | 1 | |
| | <i>Solanum houstonii</i> Dunal | 1 | |
| | <i>Solanum sagraeanum</i> A. Rich | 1 | |

Tabla 13. Arvenses en el cultivo del frijol en la “UBPC Carrasco”

| Lugar | Cultivo | | Maleza | grado |
|---------------|---------|---------------|------------------------------------|-------|
| | Frijol | Familia | | |
| UBPC Carrasco | | Tiliaceae | <i>Corchorus siliquosus</i> L. | 1 |
| | | Poaceae | <i>Brachiaria extensa</i> Chase | 1 |
| | | | <i>Sorghun halepense</i> (L) Pers. | 2 |
| | | Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 |
| | | Asteraceae | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | 3 |
| | | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia heterophila</i> L. | 2 |

Capítulo IV: Conclusiones

1. El hongo con mayor incidencia en el cultivo del frijol resultó ser *Rhizoctonia solani* Kühn
2. Los suelos donde se observó altos niveles del hongo *R. solani* fueron: Ferralítico rojo, Ferralítico lixiviado y Ferralítico amarillento y los que mostraron menor incidencia: Aluvial, Pardo con carbonato y Sialítico cálcico.

Capítulo V: Recomendaciones

1. Socializar los resultados con el Sistema de Sanidad Vegetal y las bases productivas de la provincia Cienfuegos.
2. Establecer un adecuado manejo agronómico del suelo.
3. Realizar acciones de capacitación refereridas a la influencia de la supresividad de los suelos en la incidencia de patógenos fungosos en las plantas.

Capítulo VI: Referencias bibliográficas

- Agarwai, D., K. (2010). *Rhizoctonia D.C: Taxonomy, ecology and management*. En *Taxonomy and ecology of Indian fungi* (pp. 19-49). International Publishing House.
- Ajayi, y Bradley, C. A. (2018). Rhizoctonia solani: Taxonomy, population biology and management of rhizoctonia seedling disease of soybean. *Revista Plant Pathology*, 67(1), 3-17.
- Al-Shehbaz, A., Z. (2010). Flora of North America and North of Mexico. *Oxford University Press*, 2-3.
- Alves de Paiva, S., de Carvalho, H., Teixeira, F., Ribeiro da Cunha, H., & Gonçalves de Jesus, M. (2018). Resistance of common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 12-18.
- Andrade, L. Campillo, S. Peyrelongue, D. & Barrientos. (2011). Soils suppressive against *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* identified under wheat crop monoculture in southern Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 38(8), 345-356.
- Anees, V., Edel-Hermann, L. & Steinberg, L. (2010). Build up of patches caused by *Rhizoctonia solani*. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(10), 1661-1672.
- Araya, V., y Hernández, F. (2006). *Protocolo para la producción local de semilla de frijol*.

Centroamérica.

Arias, J., Jaramillo, M., y Rengifo, T. (2007). *Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble [Manual técnico]*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). [http:// www.fao.org/3/a-a1359s.pdf](http://www.fao.org/3/a-a1359s.pdf)

Arias, S., Lardizábal, R., y Segura, R. (2014). *Manual de producción de frijol*. Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. www.agronegocioshonduras.org/wpcontent/uploads/2014/06/manual_de_produccion_de_frijol.pdf

Basbagci, G., Unal, F., Uysal, A., & Dolar, F. S. (2019). Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG-4 causing root rot on chickpea in Turkey. *Spanish journal of agricultural research*, 17(2), 1007.

Bonanomi, J., Pane, V., Scala, F., & Antignani, V. (2007). Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments. *Journal of Plant Pathology*, 89(31), 311-324.

Boudet, A., Boicet, T., y Radame, O. (2015). Rendimiento y sus componentes en variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. bajo condiciones de sequía en Rio Cauto, Granma. *Revista Centro Agrícola*, 42(3), 61-68.

Bourdon, I., Olson, R., Backus, B., Richter, P., Davis, B., & Schneeman, O. (2001). Beans, as a source of dietary fiber, increase cholecystokinin and apolipoprotein B48 response to test meals in men. *Journal Nutrition*, 131(26), 1485-1490.

Calera de V.R, Z. (2014). *Centro Campo Experimental Zacatecas*. Folleto Técnico Centro de Investigación Regional Norte Centro.

Cardona, C. (2010). Guía de identificación y manejo integrado: Plagas del frijol en

- Centroamérica. *Proyecto Red SICTA*, 1(12), 45.
- Cardona, R. y Rodríguez, H. (2021). Manchas bandeadas en maíz causada por *Rhizoctonia solani* en el estado Portuguesa, Venezuela. *Fitopatología venezolana*, 48(12), 32-33.
- Carisse, O., Bassam, S., & Benhamou, N. (2001). Effect of *Microsphaeropsis* sp. Strain P130A on germination and production of sclerotia of *Rhizoctonia solani* and interaction between the antagonist and the pathogen. *Phytopathology*, 91(7), 782-791.
- Catasus, G. L. (1997). *Procedimientos para el manejo del riesgo de malezas post-entrada. Dirección de Producción y Protección Vegetal. Manual de Agrostología. Academia.*
- Catasus, G. L. (2018). *Procedimientos para el manejo del riesgo de malezas post-entrada. Dirección de Producción y Protección Vegetal. Academia.*
- Centroamérica y Panamá), *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana.*
- Chailloux, M., Hernández, G., Faure, B., y Caballero, R. (2008). Producción de frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 7(2), 98-107.
- Chase, A., Daughtrey, M., & Simone, G. (1995). *Diseases of Annuals and Perennials: A Ball Guide: Identification and Control*". Ball Publishing.
- Chaveco, O. (2020). *Evaluación de 13 materiales de frijol Caupí (Vigna unguiculata L. Walp.) procedentes de Nigeria, para las condiciones de la provincia de Holguín (Informe de Investigación).* (11p.) ETIA-H.
- Cruz, J. (2005). *Entomología: Morfología y fisiología de los insectos. Universidad*

- Nacional de Colombia, sede Palmira. Universidad Nacional de Colombia.*
<http://www.bdigital.unal.edu.co/39805/1/6366273.2014.pdf>
- Da Silveira, S. F., Alfenas, A. C., Ferreira, F. A., & Sutton, J. C. (2000). Characterization of *Rhizoctonia* species associated with foliar necrosis and leaf scorch of clonally propagated Eucalyptus in Brazil. *Journal of Plant Pathology*, 106(1), 27-36.
- Desvani, S. D., Lestari, Wibowo, Supyani, & Hadiwiyono., A. C. (2018). *Morphological characteristics and virulence of Rhizoctonia solani isolates collected from some rice production areas in some districts of Central Java. 2014, 020068-1–020068-7.* <https://doi.org/10.1063/1.5054472>
- Díaz, M. (2011). *Incidencia de Rhizoctonia spp., Sclerotium rolfsii y Macrophomina phaseolina en frijol común en Villa Clara. Bases para el manejo integrado* [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas.
- Domínguez, A., Darías, R., Martínez, Y., y Alfonso, E. (2019). Tolerancia de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) a condiciones de sequía en campo. *Centro Agrícola*, 46(3), 22-29.
- Faure, B., Benítez, R., Rodríguez, E., Grande, Torres, M., y Pérez, P. (2014). *Guía técnica para la producción de frijol común y maíz.* Academia de Ciencias de Cuba.
- Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA). (2016). *Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial.* Universidad de México.
- García, R. A., Miranda, Lobo, J., Araujo, F. G., & Cunha, M. G. (2014). Effect of organic compounds on root rots of common beans. *Bioscience Journal*, 30(1), 25-32.

- Garza, E. (2001). *El minador de la hoja Liriomyza spp y su manejo en la Planicie Huasteca*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1179/127.pdf?sequence=1>
- Gerasimova, M. I., & Khitrov, N. B. (2016). Morphological soil description for classifying soils and interpreting their genesis. *Dokuchaeva*, 86(1), 8-16.
- Godoy, G., Kuninaga, Steadman, J. R., & Powers, K. (2008). Phylogenetic analysis of *Rhizoctonia solani* subgroups associated with web blight symptoms on common bean based on ITS-5.8S rDNA. *Journal of General Plant Pathology*, 74(8), 32-40.
- Godoy, G., Steadman, J. R., Higgins, B., & Powers, K. (2003). Genetic variation among isolates of the web blight pathogen of common bean based on PCR-RFLP of the ITS-DNA region. *Plant Diseases*, 87(7), 766-771.
- Gonçalves, A., Boiça, A., Farias, P., Souza, B., Rodrigues, & Carbonell, S. (2019). Common bean resistance expression to whitefly in winter and rainy seasons in Brazil. *Scientia Agricola*, 76(5), 389-397.
- Gondal, A. S., Rauf, A., & Naz, F. (2019). Anastomosis Groups of *Rhizoctonia solani* associated with tomato foot rot in Pothohar Region of Pakistan. *Scientific reports*, 9(1), 1-12.
- González, L. M. (2016). Efecto de productos bioactivos en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizadas. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 165-171.
- Guerra, I. R. (2022). Intercepciones de nemátodos en el cultivo del tabaco (*Nicotiana glauca*, L.), en Las Tunas. *Opuntia Brava*, 14(1), 104-114.
- Hadar, Y., & Papadopoulou, K. (2012). Suppressive composts: Microbial ecology links between abiotic environments and healthy plants. *Annu. Rev. Phytopathology*,

50(5), 133-153. <https://doi.org/DOI: 10.1146/annurev-phyto-081211-172914>

Harries, A. (2021). *Estado de los sistemas de semillas en países seleccionados y su rol en la seguridad alimentaria*. FAO.

Hernández, D., Díaz, M., Quiñones, R., Santos, R., Portal, N., y Herrera, L. (2018). Control de *Rhizoctonia solani* en frijol común con rizobacterias y productos naturales. *Revista Centro Agrícola*, 45(2), 55-60.

Hernández, D., Rodríguez, M. G., Miranda, I., Moreno, E., Castro, I., y Peteira, B. (2018). Reproducción y efecto nocivo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en *Phaseolus vulgaris* L. 'C-C-25-9'. *Revista Protección Vegetal*, 33(2), 1-7.

Hernández, J. A., Cabrera, R. A., Borges, B. Y., Vargas, B. D., Bernal, Morales, D. M., y Ascanio, G. M. (2013). Degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados y sus indicadores de la Llanura Roja de La Habana. *Cultivos Tropicales*, 34(3), 45-51.

Hernández, J. A., Pérez, J. J., Bosch, I. D., y Castro, S. N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Ediciones INCA.

Hernández, J., Tirado, T., y Beltrán, H. (2014). Captura de carbono en los suelos. *PÁDI*, 1(2), 17-22. <https://doi.org/10.29057/icbi.v1i2.506>

Hernández, L., Chaves, N. F., Arayar, y Beebe, S. (2018). "Diquís", variedad de frijol común rojo brillante. *Revista Agronomía Costarricense*, 1(42), 127-136.

Hernández-Jiménez, A. (1975). *Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Suelos.

Herrera, L., Galantai, G., y Cámara, M. (1988). *Bioecología y métodos de lucha contra hongos fitopatógenos del suelo en Cuba I*. Universidad Central Marta Abreu de

las Villas.

Hua, G. K. H. (2014). *Characterization, pathogenicity and control of Rhizoctonia spp. Associated with bean in various Cuban soil types* [Doctorado]. Ghent University.

Instituto de Suelos. (1980). *Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, año 1979*. Academia de Ciencias de Cuba.

International Seed Testing Association (ISTA). (1985). *Principles of seed pathology*. CRC Press.

Janvier, C., Villeneuve, F., Alabouvette, A., Edel-Hermann, V., Manteau, T., & Steinberg, C. (2007). Soil health through soil disease suppression: which strategy from descriptors to indicators. *Soil Biology & Biochemistry*, 39(1), 1-390.

Jayaraman, S., Naorem, A., Lal, R., Dalal, R., Sinha, N., Patra, K., & Chaudhari, S. (2021). Disease-Suppressive Soils-Beyond Food Production: A Critical Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(3), 1437-1465.

Jiménez, E. (2009). *Métodos de Control de Plagas* [Doctorado, Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>

Kiewnick, S., Jacobsen, Braun-, A., Eckhoff, J. L. A., & Bergman, J. W. (2001). Integrated Control of Rhizoctonia Crown and Root Rot of Sugar Beet with Fungicides and Antagonistic Bacteria. *Plant Disease*, 85(7), 718-722. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2001.85.7.718>.

Labrada, R. (2004). *Manejo de Malezas para países en desarrollo. Estudio FAO. Producción Vegetal*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.

Lamz, R., Cárdenas, R. M., Ortiz, R., Alfonzo, L. E., y Sandrino, A. (2017). Evaluación preliminar de líneas de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. promisorios para

- siembras tempranas en Melena del Sur. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 111-118.
- Lanna, A. C., Taeko, S., Rios, T. G., Pereira, R., & Alves de Figueiredo, M. (2016). Physiological characterization of common vean «*Phaseolus vulgaris*» L.genotypes, water-stress induced with contrasting response towards drought. *Australian Journal of Crop Science*, 10(1), 1-3.
- Laprosav Las Tunas. (2019). *Intercepciones de Malezas desde 1978 hasta 2019*. Las Tunas, Cuba.
- Latif, M., & Akhter, N. (2013). Population dynamics of whitefly on cultivated crops and its management. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 4(4), 576-581.
- Lawson, L. (2023). *Pudrición de la raíz por Rhizoctonia: Los síntomas y cómo controlarlos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.
- Maqueira, L. A., Rojan, O., Mesa, S. A. P., y Noval, W. T. (2017). Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 38(3), 58-63.
- Martínez, L., Nápoles, L., Núñez, M., y Maqueira, M. C. (2017). Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol *Phaseolus vulgaris* L. biofertilizados. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 113-118.
- Masangano, C. M., & Miles, C. A. (2004). Factors influencing farmers' adoption of kalima vean (*Phaseolus vulgaris* L.) variety in Malawi. *Journal Sustainable Agriculture*, 24(1), 117-129.
- Melo, V. F., Orrutéa, A. G., Motta, A. C. V., & Testoni, S. A. (2017). Land use and changes in soil morphology and physicalchemical properties in Southern

- Amazon. *Revista Brasileña de Ciencias del Suelo*, 41(e0170034), 1-14.
- Miranda, I., del Toro, M., Sánchez, A., Ramírez, S., Baños, H., Fernández, M., y Suris, M. (2016). Coexistencia de *Empoasca* spp. (Cicadellidae: Typhlocybinae) y tisanópteros en *Phaseolus vulgaris* L. *Revista de Protección Vegetal*, 31(3), 165-172.
- Moura, M., Lopes, M., Pereira, R., Parish, J., Chediak, M., Paulo, L., Graças, D., & Picanço, M. (2017). Sequential sampling plans and economic injury levels for *Empoasca kraemeri* on common bean crops at different technological levels. *Pest Management Science*, 74(2), 398-405.
- Murguido, C. (2000). *Manual sobre manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo del frijol*. Ministerio de Agricultura, La Habana.
- Nagara, B. T., Sunkad, G., Pramesh, D., Naik, M. K., & Patil, M. B. (2017). Host range studies of rice sheath blight fungus *Rhizoctonia solani* (Kuhn). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(11), 3856-3864.
- Navarrete, R., Trejo, E., Navarrete, J., Prudencio, J. M., y Acosta, J. A. (2009). Reacción de genotipos de frijol a *Fusarium* spp. Y *Rhizoctonia solani* bajo condiciones de campo e invernadero. *Revista Agricultura técnica en México*, 35(4), 459-470.
- Nerey, Y., Beneden, S., Franca, S., Jiménez, A., & Cupull, R. (2010). Influence of soil type and indigenous pathogenic fungi on bean hypocotyl rot caused by *Rhizoctonia solani* AG4 HGI in Cuba. *Soil Biology & Biochemistry*, 42(5), 797-803. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.01.015>
- Oficina Nacional de Estadística e Información, (ONEI), (2023). *Anuario Estadístico de Cuba* (Anuario estadístico no. 35; pp. 230-261). Ministerio de Economía y Finanzas. <http://www.onei.cu>

Paredes, E., Oviedo, R., y Rodríguez, Y. (2016). *Manejo de las arvenses en cultivos agrícolas de Cuba*. CIDISAV.

Pérez, A. (2016). *Evaluación de cinco cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.): Fundamentos teóricos*. Universitaria del Ministerio de Educación Superior.

Peteira, R., Rodríguez, L., Miranda, I., Moreno, A., Castro, I., y Hernández, B. (2018). Reproducción y efecto nocivo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en *Phaseolus vulgaris* L. 'C-C-25-9. *Revista Protección Vegetal*, 33(2), 1-7.

Propuestas metodológicas, LC/MEX/TS.2018/19, Ciudad de México.

Reinaldo, Y. (2005). *Influencia de la variedad y el tratamiento a las semillas en la incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en el cultivo del frijol común* [Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Central Marta Abreu de las Villas.

Reveles, M., Velázquez, R., Reveles, L. R., y Mena, J. (2013). Selección y conservación de semilla de chile: Primer paso para una buena cosecha. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Folleto Técnico*, (51).

Rivera, R., Fundora, L. R., Calderón, A., Martín, J. V., Marrero, Y., y Ruiz, L. (2012). La efectividad del biofertilizante EcoMic® en el cultivo de la yuca. Resultados de las campañas de extensiones con productores. *Cultivos Tropicales*, 33(1), 5-10.

Rodríguez, P. (2018). Efecto de la rotación de cultivos y el reciclaje de residuos orgánicos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciencia en su PC*, 1(3), 94-105.

Roma. FAO, (2018a). *El cambio climático, la agricultura y la seguridad alimentaria*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Roma. FAO. (2018b). *Tierras sostenibles y su uso en los cultivos*. División de Estadística de la Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO), (2015). *Agricultura de Conservación*. Soluciones para el clima basadas en los sistemas agroalimentarios. Fomentar sistemas alimentarios y prácticas agrícolas sostenibles puede favorecer. <http://www.fao.org/ag/ca/es/11.html>.
[Links]

Ruiz, M., Muñoz, Y., Guzmán, D., Velázquez, R., Díaz, G. S., y Martínez, A. Y. (2018). Efecto del calibre semilla (masa) en la germinación del sorgo. *Revista Cultivos Tropicales*, 39(4), 51-59.

Schulze, S., Koch, H. J., Märlander, B., & Varrelmann, M. (2016). Effect of sugar beet variety and nonhost plant on *Rhizoctonia solani* AG2-2IIIB soil inoculum potential measured in soil DNA extracts. *Phytopathology*, 106(9), 1047-1054.

Sharon, M., Kuninaga, S., Hyakumachi, M., Naito, S., & Sneh, B. (2008). Classification of *Rhizoctonia* spp. Using rDNA-ITS sequence analysis supports the genetic basis of the classical anastomosis grouping. *Mycoscience*, 49(2), 93-114.

Singh, T., & Schwartz, H. F. (2010). Breeding common bean for resistance to diseases: A review. *Crop Science*, 50(1), 2199-2223.

Srinivasachary, N., Gosman, A., Simmonds, M., Leverington, Y., Wang, Y., Snape, J., & Nicholson, P. (2008). Susceptibility to *Fusarium* head blight is associated with the Rht- D1b semi dwarfing allele in wheat. *Theory Applied genetic*, 116(8), 1145-1153. <https://doi.org/10.1007/s00122-008-0742-2>

Srinivasachary, S., Willocquet, L., & Savary, S. (2011). Resistance to rice sheath blight

- (*Rhizoctonia solani* Kuhn) [(teleomorph: *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk.] disease: Current status and perspectives. *Euphytica*, 178(5), 1-22.
- Sueiro, A., Rodríguez, M., y Cruz, S. (2011). El uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol: Una alternativa para la agricultura sostenible en Sagua la Grande. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 29(2), 159.
- Tamayo, P., y Londoño, M. (2001). *Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol: Manual de campo para su reconocimiento y control*. Corpoica. Gente Nueva.
- [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6409/1/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20 en%20frijol.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6409/1/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20en%20frijol.pdf)
- Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú*. Centro Internacional de la Papa.
- Ulloa, J. A., Ulloa, P. R., Ramírez, J. C., y Ulloa, B. E. (2016). El frijol *Phaseolus vulgaris*: Su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *CONACYT.*, 8(3), 5-9.
- Valentín, S., Vargas, Godoy, G., Porch, T. G., & Beaver, J. S. (2016). Isolates of *Rhizoctonia solani* can produce both web blight and root rot symptoms in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Disease*, 100(7), 1351-1357.
- Vanegas, J. (2017). *Establecimiento de una hectárea de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad cargamanto rojo en el municipio de Rioblanco Tolima para la comercialización en grano seco* [Pregrado, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=029&context=ingenieria_agronomica
- Velázquez, A. (2023). Suelos supresivos, suelos sanos. *Linkedin*.

[https://es.linkedin.com/pulse/suelos-supresivos-sanosarmeniavel%C3%A1zquez.](https://es.linkedin.com/pulse/suelos-supresivos-sanosarmeniavel%C3%A1zquez)