



AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS DE CULTIVARES DE LEGUMINOSAS EN LA PROVINCIA LA HABANA, CUBA

Isolation and characterization of phytopathogenic fungi from legume cultivars in the province of La Habana, Cuba

Beatriz Ramos García^{1*}, Yakelin Hernández Fundora¹, José F. Gil Vidal²

¹Departamento de Recursos Genéticos Microbianos y Productos Bioactivos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Calle 188 no. 38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas. La Habana. Cuba. E-mail: beatrizramosgarcia1519@gmail.com, labhongo4@inifat.co.cu, biosuelo@inifat.co.cu

²Departamento de Recursos Fitogenéticos y Semillas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), La Habana. Cuba. E-mail: genetica11@inifat.co.cu

RESUMEN: Las leguminosas son una fuente vital de proteínas y micronutrientes para la salud humana y desempeñan un papel importante en la restauración de la fertilidad del suelo y la alimentación animal. Sin embargo, en Cuba, estas plantas se ven afectadas por enfermedades causadas por microorganismos patógenos, que constituyen una de las principales causas de pérdidas en la producción agrícola. Se estima que el 10 % de la producción agrícola anual en Cuba se pierde debido a las plagas, y el 50 % de estas pérdidas son causadas por hongos y oomicetos. El cambio climático ha ampliado el rango geográfico de las especies patógenas, aumentando su impacto en las leguminosas. Este estudio tuvo como objetivo aislar y caracterizar los hongos fitopatógenos presentes en 16 cultivares de leguminosas y determinar la incidencia de estas enfermedades fúngicas en entidades productivas de la provincia La Habana, Cuba. Se aislaron y caracterizaron ocho géneros de hongos patógenos. Los géneros con mayor incidencia fueron *Fusarium* spp. (37 %) y *Macrophomina phaseolina* (21 %). Las partes de las plantas más afectadas fueron los tallos (47 %), las vainas (26 %) y las raíces (21 %). La mayoría de los patógenos aislados se encuentran en el suelo. Todos los patógenos caracterizados se han documentado previamente en leguminosas, tanto en Cuba como en otras regiones tropicales. Este estudio proporciona información valiosa sobre las enfermedades fúngicas que afectan a las leguminosas en la provincia La Habana, Cuba y destaca la necesidad de medidas de control para minimizar las pérdidas de producción.

Palabras claves: enfermedades fúngicas, plagas, control.

ABSTRACT: Legumes are a vital source of protein and micronutrients for human health and play an important role in restoring soil fertility and animal feed. However, in Cuba, these plants are affected by diseases caused by pathogenic microorganisms, which constitute one of the main causes of losses in agricultural production. It is estimated that 10 % of annual agricultural production in Cuba is lost due to pests, and 50 % of these losses are caused by fungi and oomycetes. Climate change has expanded the geographic range of pathogenic species, increasing their impact on legumes. This study aimed to isolate and characterize the phytopathogenic fungi present in 16 legume cultivars and determine the incidence of fungal diseases in the productive entities of the province of Havana, Cuba. Eight genera of pathogenic fungi were isolated and characterized. The genera with the highest incidence were *Fusarium* spp. (37 %) and *Macrophomina phaseolina* (21 %). The most affected plant parts were stems (47 %), pods (26 %) and roots (21 %). Most of the isolated pathogens are found in soil.

*Correspondencia a: beatrizramosgarcia1519@gmail.com; labhongo4@inifat.co.cu

Recibido: 23/07/2025

Aceptado: 16/11/2025

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores. Beatriz Ramos García: **Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, redacción - revisión y edición.** Yakelin Hernández Fundora: **Curación de datos, metodología, supervisión, redacción - revisión y edición.** José Francisco Gil Vidal: **Curación de datos, supervisión, validación.**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



All characterized pathogens have been previously documented in legumes, both in Cuba and in other tropical regions. This study provides valuable information on fungal diseases affecting legumes in La Habana province, Cuba, and highlights the need for control measures to minimize production losses.

Key words: fungal diseases, pests, control.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son una fuente de proteínas vitales, micronutrientes beneficiosos, aminoácidos y vitaminas del grupo B importantes para la salud humana (Shetty et al., 2022). Por tal motivo, se consideran cultivos significativos para la seguridad alimentaria de la población mundial, fundamentalmente, en los países en desarrollo. Estas forman parte de la cultura alimentaria y de la dieta básica en numerosas regiones del mundo.

Existe gran variedad de legumbres cultivadas, entre las más populares se encuentran las variedades de frijoles y guisantes. El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) está considerado dentro de las leguminosas más significativas para la alimentación humana, por su aporte esencial en proteína vegetal, fibra, potasio, ácido fólico entre otros nutrientes (Terry-Alfonso et al., 2021). También es de gran importancia por sus propiedades fijadoras de nitrógeno atmosférico que, en simbiosis con bacterias, mejoran la salud y la fertilidad de los suelos e incrementan la biodiversidad de los ecosistemas, creando un entorno adecuado (Solano et al., 2024).

En el caso de las vignas, tenemos el ejemplo del frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp.), que según Méndez (2021), es un cultivo anual con un aporte proteico del 22 % y un alto contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales. Se considera una alternativa para los efectos del cambio climático, ya que garantiza los nutrientes necesarios para la seguridad alimentaria. Este cultivo se utiliza en asociación con gramíneas como el maíz, lo que permite que los suelos descansen y las gramíneas absorban el nitrógeno que aportan las leguminosas (Calderas y Mendoza, 2024).

El garbanzo es una especie que tolera muy bien el estrés hídrico y puede vivir en relaciones simbióticas, al igual que el frijol. Debido a esto, el garbanzo y otras leguminosas contribuyen a disminuir el efecto invernadero, ya que mejoran la absorción de carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis y fijan el nitrógeno en el suelo (Vargas-Blandino y Cárdenas-Travieso, 2021).

Los residuos de las leguminosas también pueden utilizarse como forraje para la alimentación animal y como cultivo de cobertura para reducir la erosión del suelo y combatir las plagas y enfermedades. Sin embargo, dadas las condiciones climáticas de Cuba, los cultivos de leguminosas no están exentos de las enfermedades causadas por microorganismos patógenos, que constituyen la principal causa de pérdidas en la producción agrícola a nivel mundial. Entre los fitopatógenos, los hongos se destacan como uno de los grupos principales, tanto por la diversidad de especies existentes como por los daños que causan (Quintero-Domínguez et al., 2023). Farrás (2020) y la FAO (2020) afirman que cada año se pierde el 40 % de la producción mundial de alimentos debido a las plagas que afectan a los cultivos de interés agroalimentario.

En Cuba, las especies de hongos más comúnmente encontradas en las leguminosas pertenecen a los géneros *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Fusarium* y *Macrophomina* (Oliva, 2019). Este último es responsable de causar daños importantes en varios cultivos, incluido el frijol. El presente estudio tuvo como objetivo aislar y caracterizar los hongos fitopatógenos presentes en 16 cultivares de leguminosas y determinar la incidencia de estas enfermedades fúngicas en entidades productivas de la provincia La Habana, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se efectuaron en la provincia de La Habana, en entidades de Empresas Agropecuarias, pertenecientes al Grupo Empresarial Agrícola (GAG). Se seleccionaron cultivares de las especies de leguminosas: *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi, *Phaseolus vulgaris* L., y *Cicer arietinum* L., que presentaron síntomas de afectación por hongos. El aislamiento y la caracterización de los patógenos se llevó a cabo en el Laboratorio de Conservación de Hongos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), en el período comprendido entre agosto 2023-abril 2024.

Toma de muestras de las partes aéreas y raíces

Se tomaron muestras de las hojas, los tallos, las vainas, granos y estructuras donde se observó manchas con pigmentación o daño visible. A las plantas con síntomas de marchitez o muertas, se le extrajeron las raíces. Todas las muestras se trasladaron al laboratorio de Conservación de Hongos (en bolsas de papel de tamaño adecuado para su examen) donde se procesaron.

Aislamiento de los cultivos de hongos.

En las muestras colonizadas donde se observó la presencia de conidios, se capturaron uno o varios conidios, con el uso de una aguja estéril y el auxilio de un microscopio estereoscopio (con lente ocular 12 xm), los cuales se inocularon en de 3-5 placas de Petri estériles con medio de cultivo de agar-papa-dextrosa. Las muestras donde no se observaron conidios, se incubaron entre 25-27 °C, durante 12-48 horas en cámaras húmedas, preparadas en placas de Petri (15 x 2 cm) con papel de filtro humedecido con agua estéril y una o dos gotas de glicerina, para aumentar la humedad relativa dentro de las placas (Mata y Salmones, 2021). Posteriormente, se realizó la siembra de los conidios de la misma manera anteriormente descrita.

Aislamiento directo de partes de las plantas con síntomas necróticos.

Las partes de las plantas colonizadas por hongos se lavaron con agua corriente y se cortaron en porciones de 5 mm, aproximadamente. Para esterilizar la superficie se empleó una solución de 0,3-0,4 % de hipoclorito de sodio (NaOCl) y posteriormente se lavaron con agua destilada estéril durante 1 minuto (Gams *et al.*, 1998). Las porciones de muestras se secaron y se colocaron en placas con medio de cultivo de agar-papa-dextrosa y se incubaron a 25 °C, durante 5 días, en la oscuridad.

Aislamiento a partir de las raíces

Las raíces infectadas o colonizadas por hongos se lavaron con agua corriente durante 1-2 horas y se cortaron en porciones de 10-15 mm; seguidamente, se sumergieron en agua estéril dos o tres veces. Las porciones de raíces se colocaron en placas Petri estériles que contenían agar-papa-dextrosa y se incubaron a 25 °C, durante 5 días, en la oscuridad (Mata y Salmones, 2021).

Caracterización de los cultivos de hongos

Una vez aislados y purificados los patógenos, se procedió a la caracterización de los mismos teniendo en cuenta los caracteres micromorfológicos y mediante el estudio de los eventos de la conidiogénesis. La tipificación de las células conidiógenas, conidióforos, conidios y otras estructuras con valor taxonómico se efectuó con el empleo del microscopio (Axioskop 40) y una cámara fotográfica (Canon G5). El diagnóstico se basó fundamentalmente en el uso de claves taxonómicas que aplica criterios morfológicos, macro y microscópicos, relacionados con la fase de reproducción asexual, observada en los cultivos (Zurita y Urcia, 2017; Ramos-García *et al.*, 2021). La conservación de los hongos aislados se realizó en aceite mineral en la Colección de Cultivos de Hongos del INIFAT (WFCC-853).

Porcentaje de incidencia de los patógenos caracterizados

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante la determinación de los porcentajes de incidencia de los patógenos caracterizados y las partes de las plantas con mayor índice de afectación, utilizando el programa Excel de Microsoft Windows 10.

Para determinar el porcentaje de incidencia de los diferentes géneros de hongos, se realizó el cálculo con la siguiente fórmula (Almarales *et al.*, 2022):

$$I(\%) = \frac{SI}{TS} \times 100$$

Donde:

I (%) representa el porcentaje de infección

SI = número de cultivos infectados por un hongo en particular

TS = Total de cultivos evaluados

De igual manera se calcularon las partes de las plantas con mayor afectación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio de 16 cultivos de leguminosas, se realizó el aislamiento y la caracterización de ocho géneros de hongos fitopatógenos (Tabla 1).

Los resultados obtenidos, con respecto a los patógenos caracterizados, corroboran que su incidencia se mantiene similar a la de años anteriores, siendo los hongos del suelo la principal amenaza para la producción de leguminosas, lo que provoca pérdidas significativas en el rendimiento y la calidad.



Tabla 1. Aislamiento y caracterización de hongos patógenos de las leguminosas

Fecha de colecta	Cultivar			Lugar de siembra y Lote	Parte afectada	Patógeno caracterizado
	Nombre vulgar	Nombre científico	Nombre del cultivar			
10/08/2023	Frijol arroz	<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi	BRF	INIFAT, Lote 2	Tallo y raíces	<i>Macrophomina phaseolina</i>
14/08/2023	Frijol arroz	<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi	BRF	INIFAT, Lote 2	Raíces	<i>Macrophomina phaseolina</i>
18/08/2023	Frijol arroz	<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi	BRF	INIFAT, Lote 2	Tallos	<i>Macrophomina phaseolina</i>
07/11/2023	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Rubina	INIFAT, Lote 4	Hojas y vainas	<i>Ascochyta</i> sp.
07/11/2023	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Caujerí 2170	INIFAT, Lote 4	Raíz y tallo	<i>Sclerotium rolfsii</i>
09/11/2023	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Rubi	INIFAT, Lote 4	Tallo Raíces	<i>Corynespora</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.
10/11/2023	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Alubia 1	INIFAT, Lote 4	Tallos	<i>Fusarium</i> sp.
11/11/2023	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Alubia 4	INIFAT, Lote 4	Tallos	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
28/11/2023	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Wacuto	INIFAT, Lote 4	Granos y vainas Vainas	<i>Macrophomina phaseolina</i> <i>Fusarium</i> sp.
28/11/2023	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Rubina	INIFAT, Lote 4	Granos y vainas	<i>Fusarium</i> sp.
30/11/2024	Frijol Común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Jesús	Finca Tirabeque	Tallos y vainas Tallos y vainas	<i>Ascochyta</i> sp. <i>Corynespora cassicola</i>
30/01/2024	Habichuela corta	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Diana	Finca Santa Elena	Hojas	<i>Cladosporium</i> sp.
30/01/2024	Frijol común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Güira 89	Finca Santa Elena	Tallos	<i>Fusarium</i> sp.
02/02/2024	Habichuela corta	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Diana	Finca Santa Elena	Vainas	<i>Fusarium solani</i>
13/02/2024	Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i> L.		Finca Santa Elena	Tallos y raíces	<i>Fusarium</i> sp.
09/04/2024	Frijol común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Roxo	INIFAT, Organo-pónico	Hojas	<i>Uromyces appendiculatus</i>

El género de hongo aislado con mayor porcentaje de incidencia fue *Fusarium*, con un 37 % (Figura 1). Estudios realizados en leguminosas cultivadas, en 2001, en la Estación de Pastos y Forrajes de Niña Bonita, provincia La Habana, reportaron a *Cercospora* como el género más frecuente, seguido en importancia por *Alternaria*, *Colletotrichum* y la especie *Fusarium incarnatum* (Estrada et al., 2002). Otros autores, como Martínez et al. (2014), evaluaron lotes de semillas de frijol de 16 variedades provenientes de las provincias de Pinar del Río, Mayabeque y Artemisa, e identificaron que los hongos de mayor frecuencia de aparición fueron *Penicillium* sp. (78,4 %),

Rhizoctonia solani (77,5 %), *Aspergillus niger* (68,6 %) y *Fusarium solani* (51,0 %). Investigaciones recientes realizadas en la región de Centroamérica (Costa Rica) señalan a *Macrophomina phaseolina* (26,7 %), *Fusarium oxysporum* (13,6 %) y *Athelia rolfsii* (5,6 %) como los de mayor incidencia en el frijol común (Granados-Montero et al., 2021).

Como se puede observar, las especies del género *Fusarium* se mantienen entre las de mayor frecuencia de aparición y porcentaje de incidencia en diferentes años, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio.

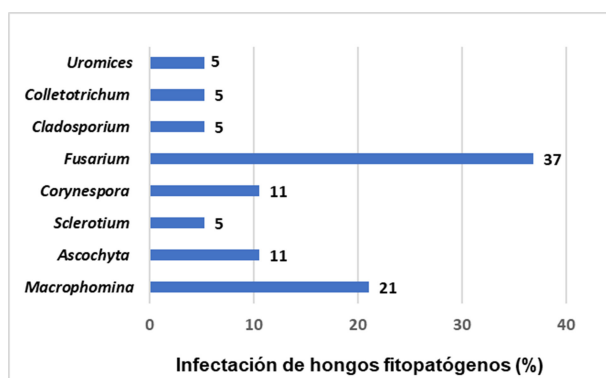


Figura 1. Incidencia de los géneros de hongos patógenos caracterizados en los cultivos de leguminosas en la provincia La Habana, en el período 2023-2024

El patógeno *Macrophomina phaseolina* (Figura 2) fue el segundo hongo con mayor porcentaje de incidencia (21 %). Afecta diversas partes de la planta, causando daños irreversibles. Autores como Lavilla *et al.* (2023) lo señalan como un patógeno importante causante de la "pudrición carbonosa". Es de hábitat cosmopolita y afecta a una amplia variedad de cultivos y plantas silvestres en climas templados-cálidos, subtropicales y tropicales, incluyendo hospedantes de importancia económica como la soja (*Glycine max* L.) y el frijol (Márquez *et al.*, 2021).

Este hongo fitopatógeno con origen en el suelo y la semilla, provoca una coloración oscura en el tejido del hospedante infectado, como resultado de la formación de microesclerocios, estructuras fúngicas diminutas y redondas que permiten que el patógeno sobreviva en el suelo o en el material vegetal infectado, durante mucho tiempo. Los microesclerocios se liberan a medida que se descompone el sustrato donde se encuentran y las condiciones sean propicias para su desarrollo

(Queensland Government, 2022). Existen reportes recientes de grandes pérdidas en el rendimiento de cultivos como la soja y el frijol por la incidencia de *Macrophomina phaseolina*, lo que se revierte en la afectación para los ingresos a los agricultores (DGSV-DCNRF, 2023).

Otro género que mostró una alta incidencia (11 %) fue *Ascochyta* sp., la cual produce lesiones en hojas, tallos y vainas. En las hojas se presentan manchas de formas circulares (2 a 8 cm de diámetro) de color café claro con anillos concéntricos y en ocasiones se forman pequeños puntos de color café oscuro, que son los picnidios. En los tallos las lesiones son alargadas de color castaño claro con el centro gris y puntos pardos. Generalmente, estas lesiones se forman en los nudos de los tallos, mientras que en las vainas las manchas son redondeadas con bordes oscuros (Pineda *et al.*, 2020).

El resto de los patógenos aislados en este trabajo se encuentran reportados para las leguminosas, tanto en Cuba como en otros países, con diferentes niveles de daños causados, siempre que las condiciones, tanto naturales como fisiológicas de las plantas, propicien su aparición.

Con respecto a las partes de los cultivos con mayor afectación, se observó una marcada relación con el tipo de patógeno encontrado. Los mayores porcentajes de incidencia se encontraron en los tallos (47 %), las vainas (26 %) y las raíces (21 %) (Figura 3). Esto podría deberse a que la mayoría de los patógenos reportados en este estudio son microorganismos que residen en el suelo, el cual constituye un reservorio natural para ellos.

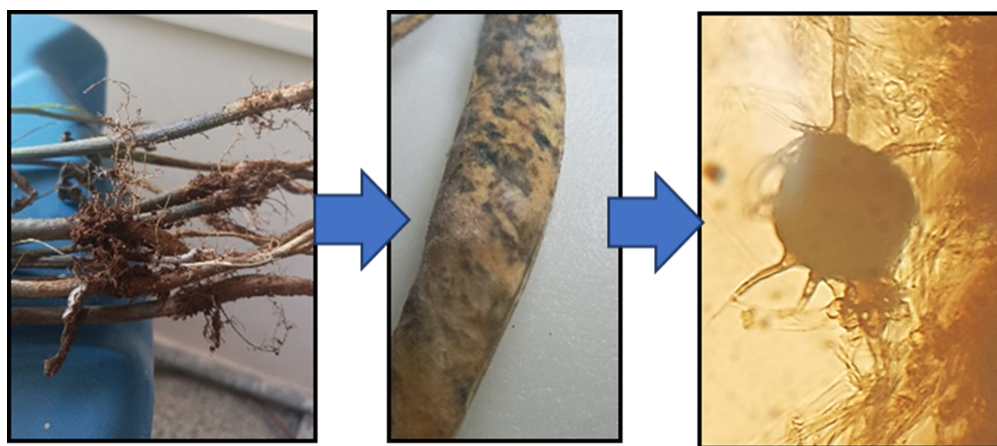


Figura 2. Muestras de raíces y vainas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Wacuto, de campos del INIFAT (Lote 4), afectados por *Macrophomina phaseolina*

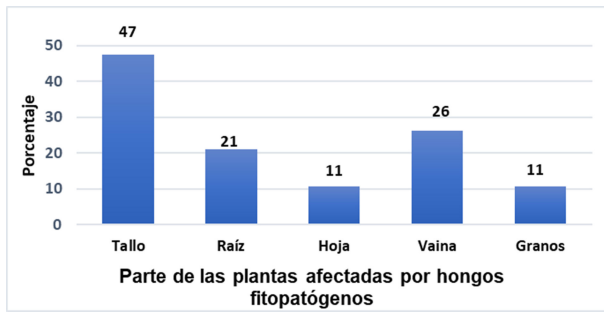


Figura 3. Partes de las plantas de leguminosas con mayor índice de afectación por hongos fitopatógenos, considerando todas las localidades en estudio (años 2023-2024)

Entre las principales funciones del tallo se encuentran el sostén de la parte aérea de las plantas y el transporte de nutrientes por su interior. Por lo tanto, la mayor afectación en esta parte se traduce en un mayor número de plantas afectadas en su desarrollo y, por ende, en su productividad. De manera similar, las vainas juegan un papel fundamental en el rendimiento de las leguminosas y su afectación puede incidir sustancialmente.

Estudios recientes realizados por [Cho et al. \(2023\)](#) demostraron que las vainas y las semillas de la soja contribuyen al proceso de fotosíntesis, incluso bajo el dosel en las condiciones agrícolas actuales. Este significativo resultado abre nuevas vías para comprender la importancia de las vainas de soja en los procesos fotosintéticos, desafiando las nociones convencionales y ofreciendo una nueva perspectiva para optimizar la productividad de las plantas.

En cuanto a las raíces, no solo son los órganos encargados de arraigar y brindar soporte mecánico a la parte aérea de la planta en el suelo, sino que también cumplen la importante función de absorber el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento. Esto permite un aprovechamiento óptimo de los nutrientes y, al mismo tiempo, minimiza el impacto ambiental ([Cabezas y Claassen, 2017](#)).

En las leguminosas, las raíces juegan un papel importante ya que en ellas se forman los nódulos, que resultan de la interacción entre estas plantas y las bacterias del grupo de los *Rizobios*. Estas bacterias son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico al establecer una simbiosis con las plantas, las cuales lo almacenan en sus hojas en forma de proteína ([Solano et al., 2024](#)). En general, un alto porcentaje de afectación en los órganos vegetativos influye en los resultados productivos de estos cultivos y, en muchas ocasiones, puede incluso provocar la pérdida total del rendimiento.

El estudio de los hongos, su caracterización y clasificación se realizó de manera tradicional mediante técnicas morfológicas. Sin embargo, se recomienda incorporar nuevas técnicas de estudio, como la microscopía electrónica de transmisión y barrido, la cromatografía de capa fina, la caracterización isoenzimática y los grupos de compatibilidad vegetativa (VCG), entre otras. Estas técnicas permiten avances y resultados más precisos en la identificación de especies, aunque el examen morfológico al microscopio y la utilización de las claves taxonómicas sigue siendo la herramienta fundamental para este tipo de investigación ([Armengol y Gramaje, 2023](#)).

CONCLUSIONES

Se realizó el aislamiento y la caracterización de ocho géneros de hongos fitopatógenos, en el estudio de 16 cultivares de leguminosas producidas en la provincia La Habana, entre 2023 y 2024.

En las leguminosas estudiadas, las especies patógenas aisladas con mayor porcentaje de incidencia fueron; el complejo *Fusarium* y *Macrophomina phaseolina* y las partes de las plantas de mayor índice de afectación correspondió a los tallos seguido de las vainas y las raíces.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almarales, M., Nicao, L. y Vasallo, M. (2022). Presencia de hongos fitopatógenos en semillas de diferentes cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. en la provincia Cienfuegos, Cuba. *Revista Protección Vegetal*. Disponible en: <https://censa.ediciones-cervantes.com/index.php/RPV/article/view/1231>
- Armengol, J. y Gramaje, D. (2023). Una visión general de los cambios y la situación actual de la taxonomía de hongos y oomicetos. En *Hongos y oomicetos fitopatógenos. Fitopatología* (No. 9). Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/378241512>
- Cabezas, R. A. y Claasse, N. (2017). Sistemas radicales de cultivos: extensión, distribución y crecimiento. *Agro Sur*, 45(2), 31-45. Disponible en: <https://revistas.uach.cl/agrosur/article/view>
- Calderas, A. O. y Mendoza, A. J. (2024). *Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el comportamiento morfológico y productivo del frijol caupí rojo (Vigna unguiculata L. Walp.)* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni>

- Cho, B. Y., Stutz, S. S., Jones, S. I., Wang, Y., Pelech, E. A. y Ort, D. R. (2023). Impact of pod and seed photosynthesis on seed filling and canopy carbon gain in soybean. *Journal of Plant Physiology*, 193(2), 966-979. <https://doi.org/10.1093/plphys.kiad324>
- DGSV-DCNRF (2023). Pudrición carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*). Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. Tecámac, Estado de México. 8 p. Disponible en: <https://www.gob.mx>
- Estrada, G., López, D. y López, M. O. (2002). Nuevos registros fúngicos en leguminosas de la Estación de Pastos y Forrajes de Niña Bonita. *Fitosanidad*, 6(1). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo>
- FAO (2020). Grandes cultivos. *Interempresas.net*. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Articulos/265179-40>
- Farrás, L. (2020). Los cultivos rinden más... pero crecen las amenazas. *La Vanguardia*. ISSN: 1133-4940. Disponible en: <https://lavanguardia.com>
- Gams, W., van der Aa, H. A., Plaats-Niterink, A. J., Samson, R. A. y Stalpers, J. A. (1998). *CBS Course of Mycology* (4ª ed.). Centraalbureau voor Schimmelcultures. 165 pp.
- Granados-Montero, M. M., Chaves-Barrantes, N., Chaverri, P., Hernández-Fonseca, J. C. y Escudero-Leyva, E. (2021). Fungi associated with common bean (*Phaseolus vulgaris*) wilt in Costa Rica. *Mexican Journal of Phytopathology*, 39(2), 289-301. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2011-1>
- Lavilla, M., De Lucia, A., Heck, M. y Fariza, S. (2023). Detección morfológica de la podredumbre carbonosa en soja y maíz en Misiones, Argentina. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2). <https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51073>
- Márquez, N., Giachero, M. L., Declerck, S. y Ducasse, D. A. (2021). *Macrophomina phaseolina*: General characteristics of pathogenicity and methods of control. *Frontiers in Plant Science*, 12, 634397. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.634397>
- Martínez, B., Infante, D. y Reyes, Y. (2014). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista Protección Vegetal*, 28(1), 1-11. ISSN: 2224-4697. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>
- Mata, G. y Salmones, D. (Eds.). (2021). *Técnicas de aislamiento, cultivo y conservación de cepas de hongos en el laboratorio*. Instituto de Ecología, A.C. ISBN: 978-607-8833-00-9
- Méndez, N. (2021). *Estudio con fertilización con biol y convencional en los cultivos de maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo dos manejos arvenses, finca El Plantel, Masaya 2017* (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/4487/1/tnf04m538e.pdf>
- Oliva, F. C. (2019). *Evaluación de cepas de Trichoderma spp. para el manejo de plagas fungosas en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.)* (Tesis de grado, Universidad de Matanzas). Disponible en: <https://rein.umcc.cu>
- Pineda, G., Calderón-Quintero, J. A. y Castañón-Zapata, J. (2020). *Guía ilustrada de enfermedades y patógenos en cultivos hortícolas*. Universidad de Caldas. ISBN: 978-958-759-236-8
- Queensland Government (2022). Charcoal rot. Disponible en: <https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/biosecurity/plants/diseases/horticultural/charcoal-rot>
- Quintero-Domínguez, J. M., Batista-García, R. A., Morales-Rodríguez, C. M. y Pérez-Vicente, R. (2023). Enfermedades fúngicas en leguminosas: un desafío para la producción agrícola en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 44(1), 11-20. ISSN: 2227-1899 RNPS: 2301
- Ramos-García, B., Hernández, S. A., Fraga, S., Meléndez, O. y Castañeda, R. F. (2021). Diversidad de hongos queratinofílicos presentes en nueve áreas de producción hortícola de la provincia La Habana, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 9(2). Disponible en: <https://www.researgate.net>publication>links>
- Shetty, S., Sreedharan, J., Varghese, A. y Anil, Y. (2022). Potential of legumes for enhancing human health: A review. *Current Nutrition and Food Science*, 18(1), 69-79. ISSN 2048-7177.
- Solano Solano, R., Bedolla Solano, J. J., Bedolla Solano, S. y Miranda Esteban, A. (2024). Análisis de la biodiversidad desde una perspectiva socioambiental en Las Vigas, Guerrero, México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1856>
- Terry-Alfonso, E., Gómez-Santiesteban, E., Brown-Gómez, A., Álvarez-Delgado, A., Carrillo-Sosa, Y. y Ruiz-Padrón, J. (2021). Respuesta agronómica



del cultivo de frijol a los bioproductos FitoMás-EC® + Gluticid®. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, 55(3). Disponible en: <https://www.revista.icidca.az-cuba.cu>articulo-6>

Vargas-Blandino, D. y Cárdenas-Travieso, R. M. (2021). Cultivo del garbanzo, una posible solución frente al cambio

climático. *Cultivos Tropicales*, 42(1), e09. Disponible en: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1583>

Zurita, S. y Urcia, F. (2017). *Manual de procedimientos técnicos para el diagnóstico micológico* (1ª ed.). Lima, Perú. ISBN: 978-612-310-094-0. Disponible en: <https://www.gob.pe>minsa>informes-publicaciones>