

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARACTERIZACIÓN DE AISLADOS Y EVALUACIÓN DE CURASEMILLAS PARA EL
CONTROL DE *Leptosphaeria maculans* EN COLZA**

por

**Virginia MUTAY LUZARDO
Magdalena VERA MESA**

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2025**

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**”.



Página de aprobación

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Lic. Biol. (Dra.) Silvina Stewart

Co-director/a:

Ing. Agr. (Dra.) Cintia Palladino

Tribunal:

Ing. Agr. (Dra.) Cintia Palladino

Ing. Agr. (Mag.) Carolina Francia

Ing. Agr. Matías Van Den Dorpel

Fecha:

7 de noviembre de 2025

Estudiante:

Virginia Mutay Luzardo

Magdalena Vera Mesa

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer a nuestros padres y hermanas quienes nos acompañaron incondicionalmente y fueron fundamentales a lo largo de este camino. Su apoyo y amor fueron esenciales para llegar hasta aquí.

Al resto de nuestra familia, por su presencia, afecto y palabras de aliento.

A nuestros amigos de la vida, gracias por estar, por su compañía constante y por ser sostén durante este proceso.

También queremos reconocer a quienes conocimos en el trayecto: algunos llegaron hasta el final, otros quedaron en el camino, pero todos dejaron una huella. Gracias por compartir este recorrido y por hacer que todo fuera un poco más liviano.

Agradecemos a la Facultad de Agronomía por brindarnos el espacio y las herramientas para alcanzar este objetivo.

Y, especialmente a nuestra tutora Silvina Stewart y a nuestra co- tutora Cintia Palladino, por su predisposición, su guía y por acompañarnos siempre con paciencia y compromiso ante cada duda que surgió.

“Honrar la existencia de quienes han permitido ser quienes somos, de quienes han puesto su vida para que tengamos la nuestra. Qué importante es reconocer que no llegamos solos a ningún lado.”

A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro.

Tabla de contenido

Página de aprobación	3
Agradecimientos.....	4
Lista de tablas y figuras	7
Resumen	8
Abstract.....	9
1. Introducción.....	10
2. Revisión bibliográfica	11
2.1 Características del cultivo	11
2.2 Colza en el mundo	12
2.3 Colza en Uruguay	13
2.4 Enfermedades que afectan el cultivo.....	13
2.5 Especies del hongo	14
2.6 Enfermedades causadas por <i>Leptosphaeria maculans</i>	15
2.7 Pie negro	15
2.8 Virulencia.....	16
2.9 Factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad	17
2.10 Manejo de la enfermedad.....	17
2.11 Fungicidas	18
3. Materiales y métodos.....	20
3.1 Objetivo de la caracterización de aislados	20
3.1.1 Caracterización de aislado	20
3.1.2 Repique de aislamientos	20
3.1.3 Siembra de ensayos	20
3.1.4 Preparación del inóculo	21
3.1.5 Inoculación	21
3.1.6 Variables evaluadas.....	21
3.1.7 Diseño experimental y análisis de los datos	22
3.2 Objetivo de la evaluación de curasemillas	22
3.2.1 Evaluación de curasemillas	22
3.2.2 Productos curasemilla	22
3.2.3 Siembra de ensayos	23
3.2.4 Preparación de inóculo	24

3.2.5 Inoculación	24
3.2.6 Variables evaluadas.....	24
3.2.7 Diseño experimental y análisis de los datos	24
4. Resultados.....	25
4.1 Caracterización de aislados	25
4.2 Evaluación de curasemillas	26
5. Discusión	28
6. Conclusión.....	29
7. Bibliografía.....	30
8. Anexos.....	34

Lista de tablas y figuras

Tabla No.

Tabla 1 <i>Escala CETIOM</i>	12
Tabla 2 Enfermedades de mayor importancia en canola	14
Tabla 3 Enfermedades causadas por <i>Leptosphaeria maculans</i>	15
Tabla 4 Lista de clasificación de fungicidas.....	18
Tabla 5 <i>Características y origen de los aislados utilizados</i>	20
Tabla 6 Composición del medio de cultivo (V8)	21
Tabla 7 Descripción de los curasemillas utilizados	23
Tabla 8 Curasemillas y dosis de cada tratamiento.....	24

Figura No.

Figura 1 Ciclo de <i>Leptosphaeria maculans</i> en colza	16
Figura 2 <i>Escala de severidad de 0 a 9</i>	22
Figura 3 Resultados del ensayo uno de caracterización de aislados	25
Figura 4 Resultados del ensayo dos de caracterización de aislados	26
Figura 5 Resultados del ensayo uno de evaluación de curasemillas	26
Figura 6 Resultados del ensayo dos de evaluación de curasemillas	27

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la agresividad de siete aislados de *Phoma lingam* sobre el cultivar de colza Rivette, así como evaluar el efecto de distintos productos curasemillas en el control preventivo de la enfermedad en plántulas. La colza es un cultivo de creciente importancia en Uruguay, y la enfermedad conocida como pie negro, causada por el hongo *Leptosphaeria maculans* (anamorfo *Phoma lingam*), representa una amenaza significativa para su establecimiento y productividad. Los ensayos se llevaron a cabo en condiciones controladas en la estación experimental INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay, utilizando un diseño en bloques completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento. Para la caracterización de aislados, se evaluaron siete cepas de *Phoma* recolectadas en diferentes localidades y años, utilizando como unidad experimental una maceta con 6 a 10 plantas del cultivar Rivette. Las plantas fueron inoculadas en etapa cotiledonar con una suspensión de esporas (1×10^7 esporas/mL) y la severidad de la enfermedad se midió diez días post-inoculación mediante una escala de 0 a 9, donde 0 representa la ausencia de síntomas y 9 una lesión severa en el cotiledón. Los resultados mostraron una variabilidad significativa en la virulencia entre los aislados. En el primer ensayo, el aislado Ph031 presentó la mayor severidad, mientras que Ph021 y Ph033 fueron los menos agresivos. En el segundo ensayo, el aislado más virulento fue Ph026, y el menos agresivo, Ph022. Estas diferencias reflejan la diversidad genética y fenotípica del patógeno, lo que resalta la importancia de su caracterización para un manejo efectivo de la enfermedad. Para la evaluación de curasemillas, se utilizaron diferentes productos químicos y biológicos, incluyendo Fluopiram (Fluoram), Zentro y un producto biológico (Lalstop), aplicados en distintas dosis. La cepa utilizada en esta fase fue Ph042, aislada del mismo cultivar Rivette. Los resultados demostraron que los tratamientos con Fluopiram, a partir de la mínima dosis de 150 g i.a/ 100 kg de semilla lograron una supresión total de los síntomas en ambos ensayos, mientras que el resto de los tratamientos presentó distintos niveles de severidad. En conclusión, se identificó variabilidad en la agresividad entre los aislados de *Phoma* y se demostró que el uso de Fluopiram como curasemilla a una dosis baja es altamente efectivo para prevenir la infección en etapas tempranas del cultivo. Estos hallazgos ofrecen herramientas valiosas para el manejo integrado de la enfermedad, particularmente en la etapa de implantación, y abren la posibilidad de reducir o postergar aplicaciones foliares posteriores. Si bien los ensayos se realizaron bajo condiciones controladas, se recomienda realizar evaluaciones a campo para validar estos resultados en situaciones reales de producción.

Palabras Clave: oleaginosa invernada, *Phoma*, aislados fúngicos, fungicidas curasemillas

Abstract

The objective of this study was to characterize the aggressiveness of seven *Phoma lingam* isolates on the canola cultivar Rivette, as well as to evaluate the effect of different seed dressings for preventive disease control in seedlings. Canola is a crop of growing importance in Uruguay, and the disease known as blackleg, caused by the fungus *Leptosphaeria maculans* (anamorph *Phoma lingam*), represents a significant threat to its establishment and productivity. The trials were conducted under controlled conditions at the INIA La Estanzuela experimental station in Colonia, Uruguay, using a completely randomized block design with three replicates per treatment. For isolate characterization, seven *Phoma* strains collected from different locations and years were tested, using a pot with 6 to 10 Rivette plants as the experimental unit. Plants were inoculated at the cotyledon stage with a spore suspension (1×10^7 spores/mL), and disease severity was measured ten days post-inoculation using a 0-to-9 scale, where 0 indicates the absence of symptoms and 9 represents severe cotyledon lesions. The results showed significant variability in aggressiveness among the isolates. In the first trial, isolate Ph031 exhibited the highest severity, while Ph021 and Ph033 were the least aggressive. In the second trial, the most virulent isolate was Ph026, and the least aggressive was Ph022. These differences reflect the genetic and phenotypic diversity of the pathogen, highlighting the importance of its characterization for effective disease management. For the seed dressing evaluation, various chemicals and biological products were used, including Fluopyram (Fluoram), Zentro, and a biological product (Lalstop), applied at different doses. The isolate used in this phase was Ph042, collected from the same Rivette cultivar. Results showed that treatments with Fluopyram, even at the lowest dose of 150 g a.i./ 100kg seed, achieved complete suppression of symptoms in both trials, while the remaining treatments exhibited varying levels of severity. In conclusion, variability in aggressiveness was identified among *Phoma* isolates, and the use of Fluopyram as a seed treatment at a low dose proved to be highly effective in preventing early-stage infection. These findings provide valuable tools for the integrated management of blackleg, particularly during crop establishment, and open the possibility of reducing or delaying subsequent foliar fungicide applications. Although the trials were conducted under controlled conditions, field evaluations are recommended to validate these results under real-world production scenarios.

Keywords: canola, *Phoma*, funga lisolates, seed-dressings

1. Introducción

La colza (*Brassica napus* L.) es una oleaginosa de la familia de las Brassicaceae (Cruciferae), de ciclo invernal utilizada para la producción de aceite para consumo humano, suplemento proteico o forraje para animales y biodiesel (Martino & Ponce de León, 1999). En los últimos años ha habido un aumento en el área sembrada de colza en Uruguay, con un total de 345.000 ha en 2022, igualándose a las hectáreas sembradas con trigo y cebada (Florentín, 2023).

Las enfermedades que afectan a la colza son producidas por hongos, bacterias y virus, siendo las más frecuentes y agresivas las producidas por los primeros, por lo que se considera que son las principales (Martino & Ponce de León, 1999). Una de las más importantes es el pie negro o cancro en la base del tallo causada por *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. & De Not (anamorfo *Phoma lingam*), hongo hemibiótrofo, que en su fase necrotrófica sobrevive y se reproduce en rastros hasta la descomposición total del mismo, por lo que es importante respetar el tiempo de descomposición para volver a incluir el cultivo en la rotación (Stewart et al., 2004).

Los primeros síntomas se desarrollan en los cotiledones y las primeras hojas, las lesiones avanzan hacia el tallo en la base de la plántula, lugar donde se forma el cancro, que termina obstruyendo el flujo de agua y nutrientes en la planta, lo que genera mermas en el rendimiento (Martino & Ponce de León, 1999).

Según los tipos de síntomas presentes en el cultivo, se puede clasificar al patógeno como en menos virulento cuando solo presenta manchas en las hojas y más virulento cuando además de causar manchas en las hojas también genera infección en la base del tallo (Williams & Fitt, 1999). Realizar un control durante la implantación del cultivo aumenta la probabilidad de no afectar el rendimiento en gran magnitud ya que es en esta etapa donde las plantas son más vulnerables según Barbetti y Khangura (1999) y además es más fácil realizar el control. Una de las opciones para realizarlo comprende el uso de fungicidas curasemillas, del tipo biológico o químico.

Por esta razón los objetivos de este trabajo son caracterizar la agresividad de siete aislados de *Phoma* sobre cultivar de colza Rivette y determinar el control de *Phoma* en plántula con curasemillas.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Características del cultivo

La colza es una oleaginosa anual de invierno que pertenece a la familia de las crucíferas y al género *Brassica*. Se obtiene a partir de la cruce interespecífica de dos especies, *Brassica campestris* y *Brassica oleracea* originarias de Asia y Europa respectivamente. Los cultivares a elegir pueden ser de dos tipos; los invernales que necesitan de acumulación de bajas temperaturas para florecer y los primaverales que no exigen acumulación de frío para florecer (Gremminger Lale & Ferrés Cáceres, 2019). El desarrollo del cultivo también está influenciado por temperatura y fotoperíodo en los diferentes estados fenológicos (Schwab, 2010), y es la escala CETIOM quien los describe (Tabla 1).

En cuanto a sus características morfológicas, es de porte erecto, pudiendo alcanzar alturas de hasta 2 metros. Su raíz principal es pivotante y las secundarias poseen buena capacidad de ramificación. Presenta hojas pecioladas diferenciándose las inferiores por tener un margen dentado y el superior acorazonado. Sus flores son pequeñas y amarillas, agrupadas en racimos terminales. Sus frutos son silicuas y sus vainas van entre 5 y 6 cm de longitud, en su interior se encuentran desde 20 a 25 semillas esféricas de tamaño muy pequeño y de color pardo, rojizo o negro (Bustamante et al., 1998).

Tabla 1
Escala CETIOM

Clasificación	Denominación	Descripción
A	Cotiledonar	Cotiledones visibles.
B1	Plántula	1 hoja verdadera desarrollada.
B2		2 hojas verdaderas desarrolladas.
B3 a B6		Hasta 6 hojas verdaderas desarrolladas.
C1	Elongación	Aparición de hojas jóvenes.
C2		Entrenudos visibles. Vestigios de ramificaciones principales.
DA		Inflorescencia visible.
D2		Botón cubierto. Inflorescencias secundarias visibles.
E	Floración	Botón separado.
F1		Primeras flores abiertas.
F2		Alargamiento rama floral. Numerosas flores abiertas.
G1		Caída de pétalos. 10 primeras silicuas de 2 cm de largo.
G3	Maduración	Silicuas de más de 4 cm.
G4		Coloreado de granos.
G5		Coloreado de granos.

Nota. Tomado de CETIOM (1978, como se cita en Planchon Guigou y Figares Espósito, 2004).

2.2 Colza en el mundo

En la Edad Media la colza se utilizó principalmente para alimentación, fabricación de jabón e iluminación. Con la creación del motor a vapor aumentó la utilización de aceite de colza debido a su alto contenido de ácido erúico (apropiado para la lubricación de motores). Por esta razón el cultivo se introdujo en América del Norte principalmente en Canadá, durante la segunda Guerra Mundial, posicionando a este país como el mayor exportador a nivel mundial (Martino & Ponce de León, 1999).

La disminución del uso de máquinas de vapor promovió la búsqueda de otros usos para este cultivo, consumo humano y animal. El aceite de colza presenta un alto contenido de ácido erúico que puede resultar tóxico para humanos y glucosinolatos que provocan rechazo en el

consumo animal (Martino & Ponce de León, 1999). En 1974 se buscó disminuir estos valores para aumentar la calidad del aceite (menor a 2% de ácido erúxico) para consumo humano y la harina (menor a 30 $\mu\text{mol/g}$ para consumo animal, esta variedad se denominó Canola (Canadian Oil Low Acid) (Shahidi & Naczek, 1990).

En el norte de Europa y Asia, las principales zonas productoras son Alemania, Francia, China e India. En América del Sur el aumento de la superficie sembrada es más reciente y se explica por la disminución del área sembrada de trigo debido a cambios climáticos, sanitarios y socioeconómicos. Esta inclusión del cultivo en la rotación agrícola genera beneficios en cuanto al control de enfermedades, plagas y malezas (Rondanini et al., 2017).

2.3 Colza en Uruguay

Además de los beneficios de incluir colza a la rotación de cultivos, se incorporó como alternativa por la disminución del precio de trigo a principio de 1990 (Creación del fondo de compensación del trigo, Decreto nº 514/990). A partir de 1991, la Central Cooperativa de Granos junto con la Cooperativa Agropecuaria Limitada de Ombúes de Lavalle logran la incorporación de la colza por parte de un grupo de productores, cultivando anualmente 300 hectáreas (Mazzilli et al., 2021).

Según Mazzilli et al. (2014) a partir de 2004 el área sembrada aumentó a 1400- 1500 hectáreas promovida por varias empresas que buscan expandir el mercado, lo cual era impedimento para aumentar la producción a nivel nacional.

Desde 2010, la empresa Alcoholes del Uruguay (ALUR) incorporó el grano de colza para producción de biodiesel, y estableció el plan CANOLA que consiste en la contratación previa del cultivo pre-estableciendo precio y estándar de calidad, disminuyendo la incertidumbre de mercado, lo que promueve el aumento de área de siembra pasando a 26 mil hectáreas en 2016 y en 2017 la incorporación de nuevos actores y canales comerciales lleva a alcanzar 47 mil hectáreas sembradas (Rava, 2022).

En la zafra 2022 el área sembrada alcanzó casi 348.145 hectáreas, colocándose como año récord en superficie y producción (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2023), luego en 2023 se redujo a 132.316 hectáreas (DIEA, 2024).

2.4 Enfermedades que afectan el cultivo

Las enfermedades de la colza son producidas por hongos, virus y bacterias. Las de mayor prevalencia y potencial de daño son las causadas por hongos, y por lo tanto son las de mayor importancia (Tabla 2).

Tabla 2
Enfermedades de mayor importancia en canola

Patógeno	Nombre de las enfermedades que ocasionan
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Podredumbre del tallo Podredumbre blanca
<i>Alternaria brassicae</i> y <i>Alternaria brassicicola</i>	Alternaria
<i>Leptosphaeria maculans</i> (<i>Phoma lingam</i> , anamorfo)	Mancha de hoja Pie negro Cancro del tallo
<i>Albugo candida</i>	Roya blanca
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pudrición de pie
<i>Erysiphe cruciferarum</i>	Oídio
<i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Phytophthora megasperma</i>	Damping off
<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>campestris</i>	Mancha en V

Nota. Adaptado de Martino y Ponce de León (1999).

2.5 Especies del hongo

Durante mucho tiempo no se diferenciaron especies dentro del género *Leptosphaeria*, se asumía que solo un patógeno generaba las enfermedades en la colza. Las características morfológicas como la abundancia de picnidios y de micelio aéreo, así como la tasa de crecimiento diferencial entre aislados, en condiciones de laboratorio, determinó la subdivisión en dos grupos; grupo A y grupo B. Estas características no permiten por si solas definir la virulencia, pero se determinó que el grupo A de aislados presentaba mayor virulencia que el grupo B. Estas características, sumadas a otras, determinaron la diferenciación de especies, siendo el grupo A designado como *Leptosphaeria maculans*, asociado con canchros dañinos en la base del tallo o pie negro y follaje, y grupo B de menor virulencia designado como *Leptosphaeria biglobosa* asociado con lesiones menos dañinas en la parte superior del tallo y follaje (Frąc et al., 2022; Williams & Fitt, 1999).

En Uruguay, a partir de la caracterización molecular de aislados provenientes de hoja, base del tallo y semillas se determinó que todos correspondían a *Leptosphaeria maculans*, por lo tanto, se concluyó que la colza en Uruguay es afectada por las cepas más virulentas (Stewart, 2022).

2.6 Enfermedades causadas por *Leptosphaeria maculans*

Las enfermedades causadas por *L. maculans* son de gran importancia a nivel mundial para el cultivo de colza, se asocian a muerte de plántulas, manchas en las hojas y canchros en el tallo y base del tallo, y pueden causar pérdidas desde 10 hasta 100% (Tabla 3) (West et al., 2001).

Tabla 3
Enfermedades causadas por Leptosphaeria maculans

Órgano afectado	Enfermedad
Plántula entera	Damping- off
Hoja	Manchas foliares
Tallo	Lesiones
	Pie negro
Silicuas	Manchas

Damping- off o muerte de plántulas en pre y post emergencia causada por *L. maculans* afecta la implantación de la colza. La infección puede provenir de la semilla o por la llegada de inóculo transportado por el viento y la lluvia desde el rastrojo infectado, pudiendo reducir el número de plantas implantadas (Canola Council, 2022).

Las manchas foliares se presentan como lesiones blanquecinas, que contienen las estructuras reproductivas del hongo, llamadas picnidios. Las lesiones avanzan hacia la nervadura central de la hoja y al llegar al tallo producen cancro. Cuando las manchas se desarrollan en las primeras cinco hojas del cultivo, el cancro del tallo estrangula la planta a la altura del suelo y determina el llamado pie negro (Formento, 2014). Las manchas causadas por *L. maculans* en las silicuas producen semillas infectadas, siendo una de las principales fuentes de inóculo (Bezus et al., 2023).

2.7 Pie negro

El pie negro causado por *L. maculans* es una necrosis que se desarrolla en la base del tallo, provocando el estrangulamiento de la planta y es la fase más dañina de la enfermedad. El cancro impide el transporte de agua y nutrientes, acorta el ciclo del cultivo causando maduración temprana y posible vuelco de la planta (Cardoso et al., 1996).

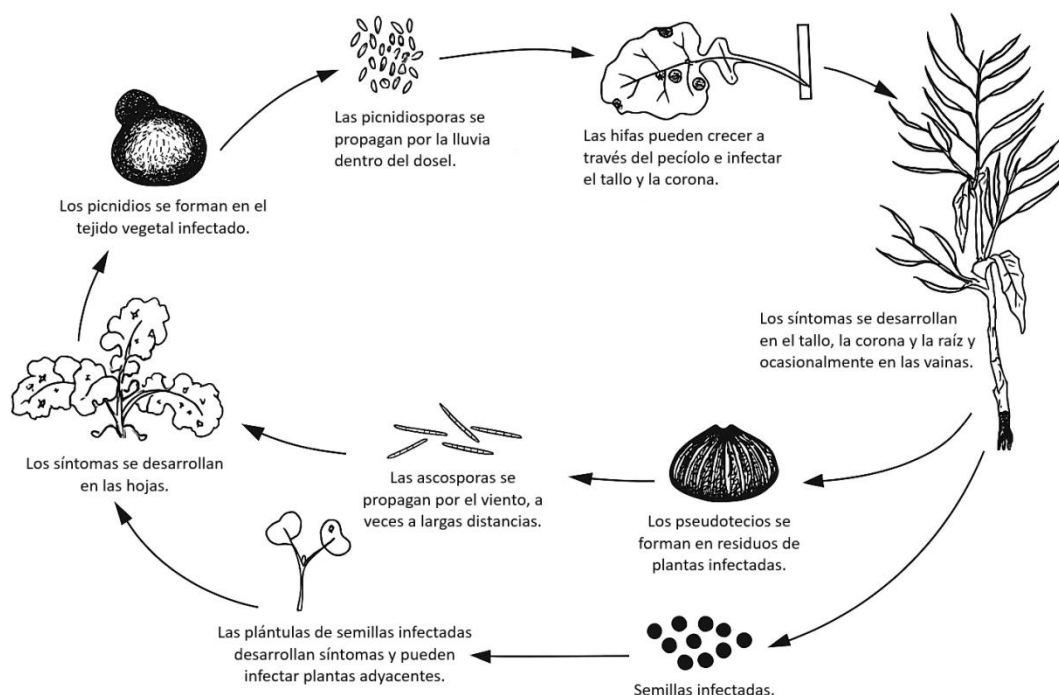
La semilla es la principal fuente de inóculo para la dispersión de la enfermedad a nuevas áreas, pero la principal fuente de inóculo primaria son las ascosporas (espora sexual) provenientes de los rastrojos infectados de la zafra anterior (Babadoost, 2021). Estas ascosporas son diseminadas por el viento a largas distancias (hasta 5 km), pero la mayor parte se deposita en los primeros 500 m. Si esta infección se da antes de B2 (dos hojas) hay mayor probabilidad de ocurrencia de pie negro (Bezus et al., 2023).

Las infecciones secundarias son causadas por las esporas de los picnidios (esporas asexuales). Estas se desarrollan en las lesiones y se diseminan a cortas distancias a través de las

gotas de lluvia, con la capacidad de re infectar la planta original u otras plantas en el cultivo (Figura 1) (Bezús et al., 2023).

Figura 1

Ciclo de Leptosphaeria maculans en colza



Nota. Adaptado de CREA Uruguay (2022).

2.8 Virulencia

Según Cornelsen et al. (2021) la identificación de las razas del patógeno, el conocimiento de su frecuencia, los genes de avirulencia del patógeno y los genes de resistencia del cultivar, pueden determinar un buen manejo integrado y el control de la enfermedad.

El uso de cultivares resistentes reduce la infección, pero a su vez, ejerce presión sobre la población del patógeno para adaptarse (Del Río Mendoza et al., 2012) pudiendo hacerse menos efectivos cuando existe un cambio en el perfil racial de *L. maculans*. Se han detectado cambios en la composición de las razas en algunos países posiblemente debido a la recombinación genética en la reproducción sexual, que contribuyeron a una mayor expansión de la enfermedad (Cornelsen et al., 2021). En Uruguay no se han realizado estudios de variabilidad patogénica, por lo tanto, no están definidas las razas presentes localmente.

2.9 Factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad

Según Agrios (2017) los factores ambientales que favorecen el inicio y el desarrollo de las enfermedades en las plantas son la temperatura, humedad, luz, nutrientes y pH del suelo. Además, influye la interacción con el huésped (desarrollo fenológico y susceptibilidad) y el patógeno (grado de virulencia, cantidad de inóculo y propagación). Para que la enfermedad se desarrolle es necesaria una interacción entre estos factores; planta susceptible, patógeno infectivo y medio favorable.

A principio de otoño, con las primeras lluvias se liberan las ascosporas que maduran en los peritecios de rastrojos infectados y se liberan al aire a partir de los 8 °C, germinan en contacto con el agua dentro de un rango de temperatura entre 4 y 28 °C.

Según Iriarte (2016) la descomposición de los residuos está principalmente regulada por la humedad y temperatura del suelo, por lo que en condiciones que enlentecen la descomposición aumentan la persistencia del inóculo. La enfermedad es favorecida por otoños e inviernos con temperaturas entre 15 y 18 °C y con lluvia, rocío o niebla. Cuando la temperatura se encuentra entre 20 y 24 °C se favorece la formación de canchales.

2.10 Manejo de la enfermedad

Es necesario iniciar el cultivo con plantas sanas para reducir el efecto de las enfermedades, suelos libres de inóculo y realizar monitoreo durante el ciclo para asegurar condiciones saludables en el cultivo, realizando un manejo integrado de enfermedades que considera aspectos biológicos, culturales, y químicos (Olivares & Sepúlveda, 2020).

- Aspectos biológicos: conocer el ciclo de la enfermedad y las condiciones ambientales predisponentes que favorecen el desarrollo de la infección.
- Control cultural: incluye aquellas prácticas que reducen al máximo el desarrollo, reproducción y diseminación de la enfermedad. Elección de cultivar resistente para tener buen comportamiento sanitario frente al patógeno, buena calidad de semilla con respecto a pureza, vigor inicial y sanidad (Bezus et al., 2023). Correcta elección de chacra, es decir, sin colza como antecesor, sin historia de menos de tres años con dicho cultivo, porque es el tiempo que demora en descomponerse el rastrojo y por lo tanto sobrevivir el hongo (García Torres et al., 1978). A su vez, realizar un correcto manejo de barbecho para llegar al momento de la siembra con malezas cero, principalmente del género *Brassica*, ya que sería hospedero para el patógeno. No sembrar a menos de 500 metros de distancia de rastrojos contaminados.

En cuanto a la calidad de siembra, la densidad para cultivares primaverales debe de ser 90 plantas/m² e invernales 50 plantas/m² (Castro, 2016), es importante respetarlas ya que siembras excesivamente densas lleva a mayor número de tallos, pero más finos y débiles, aumentando la susceptibilidad a enfermedades (Leach et al., 1999). La profundidad debe de ser entre los 2 y 3 cm, ya que mayor profundidad disminuye el porcentaje de implantación o atrasa la emergencia (Bezus et al., 2023).

- Control químico: según Zarza y González (2010), el uso de fungicidas curasemillas sirve para disminuir, controlar patógenos que atacan la semilla o plántulas, protegiendo a las mismas en el período crítico de implantación. El curasemilla actúa de forma directa sobre la carga de inóculo en la semilla y de forma indirecta contra el patógeno presente

en el suelo (Sorhouet Indart & Souza Soler, 2019). Los fungicidas de contacto tienen como objetivo proteger la semilla de los hongos que se encuentran en el suelo y los sistémicos controlar los hongos presentes en la semilla (Henning, 2005).

2.11 Fungicidas

Los fungicidas son sustancias químicas o agentes biológicos que inhiben el crecimiento de hongos o de sus esporas (Carmona et al., 2020). Se pueden clasificar de acuerdo a su movilidad y modo de acción. Según su movilidad se clasifican en no móviles y móviles, los primeros permanecen en la superficie de la planta como barrera protectora inhibiendo la germinación de esporas y el crecimiento micelial. Dentro de los móviles o sistémicos, los fungicidas foliares son absorbidos por el tejido de las hojas siendo transportados dentro de la planta y los fungicidas curasemillas son absorbidos por el tejido de la semilla junto con las raíces seminales y luego se movilizan por el xilema hasta la plúmula y las hojas de las plántulas. En cuanto al modo de acción el fungicida mata al hongo por interferir en procesos celulares, causando daño en las membranas por la inactivación de enzimas o proteínas esenciales, interferencia en procesos claves como producción de energía, respiración o impactar en vías de metabolismo como en la producción de esterol o quitina (McGrath, 2004).

Actualmente, el esquema del Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) enumera 11 modos de acción diferentes (tabla 4) (FRAC, 2019). Todos los fungicidas del mismo grupo químico tienen en común el modo de acción y el mecanismo de resistencia a pesar de que su estructura química puede ser diferente.

Tabla 4

Lista de clasificación de fungicidas

Modo de acción	Grupo químico
A: metabolismo de ácidos nucleicos	Acilalaninas
	hidroxi- (2-amino-) pirimidinas
	isoxazoles
B: proteínas motoras y del citoesqueleto	benzimidazoles
	tiofanatos
	N-fenil carbamatos
	toluamidas
	fenilureas
	peridinilmetil-benzamidas
	benzofenonas
	benzoilpiridinas

C: respiración	fenil-benzamidas fenil-oxi-etil tiofeno amidas piridinil- etil- benzamidas oxatin- carboxamidas pirazol-4 - carboxamidas piridin- carboxamidas metoxi- acrilatos metoxi- carbamatos oximino- acetatos oxazolidina- dionas dihidro- dioxazinas imidazolinonas ciano- imidazoles sulfamoil- triazoles dinitrofenilcrotonatos 2,6 - dinitro- anilinas tiofeno- carboxamidas triazolo- pirimidilamina anilino- pirimidinas ariloxiquinolininas quinazolinonas fenilpirroles hidrocarburos aromáticos
D: síntesis de aminoácidos y proteínas	
E: transducción de señales	
F: transporte o síntesis de lípidos/ función o integración de la membrana	
G: biosíntesis de esteroles en las membranas	1,2,4- tiadiazol carbamatos imidazoles triazoles triazolintionas morfollnas piperidinas spiroketal- amlnas hidroxianilidas amino- pirazolinona amidas del ácido cinámico valinamida carbamatos amidas del ácido mandélico benzo- tiadizol BTH polisacáridos etilfosfonatos cianocetamida- oxima fenil- acetamidas guanidinas diversos
H: biosíntesis de la pared celular	
P: inducción de defensa en la planta huésped	
Modo de acción desconocido	
No clasificado	

Nota. Adaptado de FRAC (2019).

3. Materiales y métodos

3.1 Objetivo de la caracterización de aislados

El objetivo es caracterizar la agresividad de siete aislados de *Phoma* sobre cultivar Rivette.

3.1.1 Caracterización de aislado

El ensayo fue realizado en la estación experimental del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) La Estanzuela, Colonia, Uruguay, en una cámara de crecimiento bajo condiciones controladas: temperatura de 20 ± 2 °C, humedad relativa del 60 a 80 %, y un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Se realizan tres repeticiones por tratamiento, teniendo como unidad experimental una maceta con 6-10 plantas. Cada tratamiento correspondió a una de las siete cepas, y un testigo inoculado únicamente con agua, con un total 24 macetas sembradas.

El ensayo se repitió dos veces, la primera vez con fecha de siembra el 19 de septiembre y la segunda vez se sembró el 3 de octubre. Las inoculaciones se realizaron una semana después de la siembra y la evaluación de las mismas se realizó 10 días post inoculación.

3.1.2 Repique de aislamientos

Se repicaron los aislados seleccionados de una colección de hongos del banco de INIA La Estanzuela (tabla 5).

Tabla 5

Características y origen de los aislados utilizados

Código	Zafra de colecta	Proveniente	Localidad	Cultivar	Tipo de colza
Ph021	2021	Hoja	Dolores	Phoenix	Invernal
Ph022	2021	Hoja	Dolores	Smilla	Primaveral
Ph024	2021	Hoja	Paysandú	Macacha	Primaveral
Ph026	2021	Semilla	Dolores	Solar CL	Primaveral
Ph031	2021	Hoja	Palo Solo	Nuvette	Primaveral
Ph033	2021	Hoja	Palo Solo	Nuvette	Primaveral
Ph042	2023	Hoja	Colonia	Rivette	Primaveral

3.1.3 Siembra de ensayos

Las cepas aisladas de *L. maculans* se sembraron en medio de cultivo V8 (tabla 6) por 11 días, se observó gran cantidad de picnidios (estructuras reproductivas) con esporulación. Se inundan las cajas de petri con agua destilada estéril y con un portaobjeto se raspan cuidadosamente los picnidios con el fin de extraer las esporas. La suspensión es filtrada con una gasa, recolectada en un vaso de bohemía y cuantificada con una cámara de Neubauer, donde se lleva al microscopio y se realiza un conteo de las esporas utilizando la cuadrícula más pequeña,

en diez cuadros al azar y promediando estos valores, se multiplica por veinticinco, por dieciséis y por 1×10^4 para llegar a la concentración de esporas por mililitro en la dilución.

Tabla 6
Composición del medio de cultivo (V8)

Compuesto	Cantidad
Jugo V8 (Original Campbell Soup Company)	40 mL
Carbonato de calcio	0,6 g
Extracto de levadura	0,2 g
Sucrosa	1 g
Agar	20 g
Colesterol	0,01 g
Agua destilada	1000 mL

3.1.4 Preparación del inóculo

Se buscó llegar a una concentración final de esporas de 1×10^7 por mililitro, para lo cual se utilizó la fórmula (concentración inicial x volumen inicial) / concentración final), con el objetivo de calcular el volumen al que debía diluirse la suspensión extraída de la placa de Petri, utilizando agua destilada estéril. Las suspensiones de esporas fueron refrigeradas entre 4 y 6 °C con el fin de detener la germinación, y se realizó la inoculación luego de 24 horas.

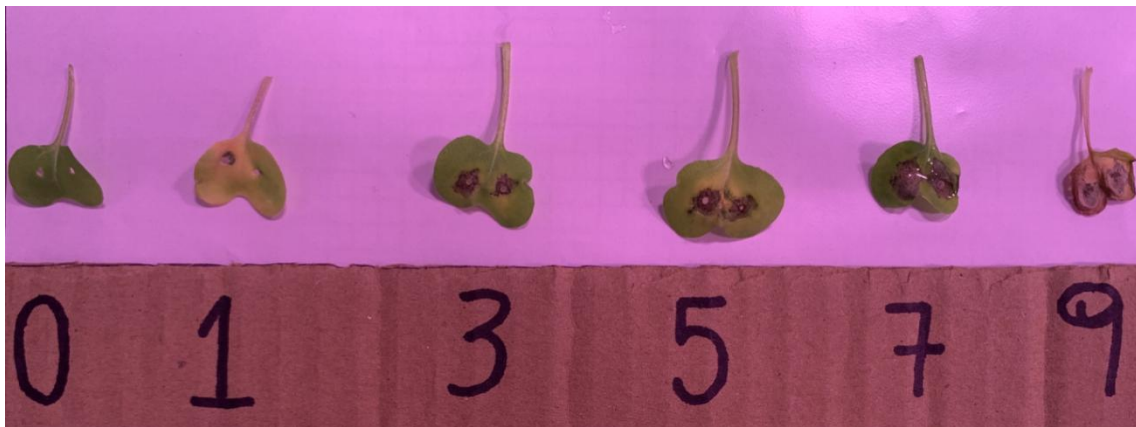
Para la segunda repetición del ensayo, las suspensiones fueron congeladas y posteriormente descongeladas a temperatura ambiente antes de la inoculación.

3.1.5 Inoculación

Se realizó la siembra de 24 macetas y se llevó a cabo la inoculación una semana después, en etapa cotiledonar. Para la inoculación, se utilizaron 10 μ L de la suspensión de la cepa correspondiente, aplicados en dos heridas realizadas manualmente en cada mitad del cotiledón, utilizando la punta de un tip descartable de micropipeta.

3.1.6 Variables evaluadas

Diez días post inoculación se mide la severidad de la enfermedad en cada cotiledón y posteriormente se promedian los valores para obtener la severidad de cada unidad experimental, tomando como referencia la escala de 0 a 9, donde 0 indica que no hay infección y 9 que hay una lesión severa que abarca casi la totalidad de la mitad del cotiledón (Peng et al., 2020) (Figura 2).

Figura 2*Escala de severidad de 0 a 9*

3.1.7 Diseño experimental y análisis de los datos

El diseño experimental utilizado fue repeticiones completamente al azar. El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el Software R Studio. La escala empleada para la evaluación representa una variable continua subyacente que ha sido redondeada o truncada, por lo que ambos ensayos pueden ser analizados utilizando un modelo lineal simple. Para los dos ensayos de agresividad se detectó una interacción significativa entre ensayos y tratamientos en el análisis conjunto, por lo que fue necesario realizar cada ensayo de forma independiente (véase tabla A1).

Los datos se analizan con el modelo lineal generalizado (GLM) ya que este no requiere el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianza, que si es requerido como supuesto para ANOVA.

3.2 Objetivo de la evaluación de curasemillas

El objetivo es determinar el control en plántulas de *Phoma* con curasemillas

3.2.1 Evaluación de curasemillas

El diseño experimental utilizado fue en repeticiones completamente al azar y con tres repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió en una maceta que contenía entre 6 y 10 plantas. Cada tratamiento difiere en el curasemilla utilizado y/o la dosis, más un testigo sin tratar. La cepa utilizada para estos experimentos fue Ph042, aislada a campo del cultivar Rivette.

El ensayo se repitió dos veces, la primera siembra se realizó el 19 de septiembre y la segunda el 3 de octubre. Las inoculaciones se realizaron una semana después de la siembra y la evaluación se realizó 10 días posteriores a la inoculación.

3.2.2 Productos curasemilla

Los curasemillas utilizados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7*Descripción de los curasemillas utilizados*

Nombre comercial	Principio activo	Grupo químico	Acción	Concentración de principio activo
Fluoram	Fluopiram	Piridiniletilbenzamidazidas	Penetrante y translaminar. Inhibe el complejo enzimático succinato deshidrogenasa (SDHI) de la cadena respiratoria fúngica.	70 g/L
Zentro	Tiram	Ditiocarbamato	De contacto. Inhibe la germinación de esporas y crecimiento del micelio.	250 g/L
	Carbendazim	Bencimidazol	Inhibe la mitosis a través de la Beta Tubulina.	125 g/L
	Metalaxil	PA – Fenilamidazidas	Sistémico. Interfiere en la síntesis de ARN (RNA polimerasa 1).	50 g/L
Lalstop	Producto biológico		Bacteria liofilizada	930 g/Kg

Nota. En la pestaña productos registrados buscamos por el nombre comercial los productos utilizados. Adaptado de Dirección General de Servicios Agrícolas (2025).

3.2.3 Siembra de ensayos

La siembra de los ensayos, el aislamiento y el repique son realizados de la misma forma que en el ensayo anterior. En la Tabla 8 se presentan los diferentes tratamientos utilizados.

Tabla 8
Curasemillas y dosis de cada tratamiento

Tratamiento	Curasemilla	g i.a/100 kg semilla
1	Fluoram	150
2	Fluoram	300
3	Fluoram	600
4	Lalstop	150
5	Fluoram + Lalstop	300+ 150
6	Zentro	350
7	Testigo	-

3.2.4 Preparación de inóculo

La cepa utilizada para la inoculación fue el Ph042, realizado igual que en el apartado 3.1.4.

3.2.5 Inoculación

Se realizó el mismo procedimiento que en el punto 3.1.5.

3.2.6 Variables evaluadas

Diez días después de la inoculación, se midió la severidad de la enfermedad de cada cotiledón y, posteriormente, se calcularon los promedios de estas mediciones para obtener el valor de la severidad de cada unidad experimental o maceta. El procedimiento y la escala utilizados fueron los mismos que los descritos en el apartado 3.1.6.

3.2.7 Diseño experimental y análisis de los datos

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el Software R Studio. La escala utilizada para la evaluación representó una variable continua subyacente que fue redondeada o truncada, por lo que ambos ensayos pudieron ser analizados mediante un modelo lineal simple. Para los dos ensayos de curasemillas se detectó una interacción significativa entre ensayos y tratamientos en el análisis conjunto, por lo que fue necesario analizar cada ensayo de forma independiente (véase tabla A2).

Los datos fueron analizados utilizando un modelo lineal generalizado (GLM), ya que en este no se requería el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianza.

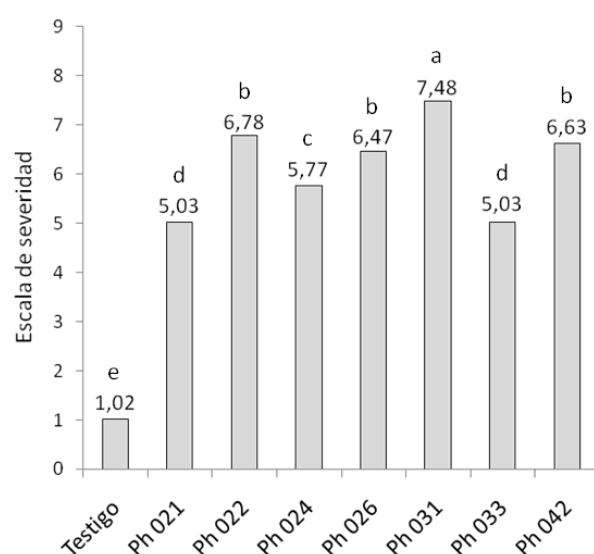
4. Resultados

4.1 Caracterización de aislados

En el primer ensayo se determinó que existen diferencias significativas entre los aislamientos evaluados ($P < 0,0001$), presentando una mínima diferencia significativa de 0,358. Todos los aislados presentaron mayor severidad que el testigo inoculado con agua, que presentó una pequeña necrosis asociada a la lesión provocada por la perforación con el tip descartable. Al analizar los distintos tratamientos, se observó que los aislados presentan diferentes niveles de severidad, siendo el aislado Ph 031 el que mostró la mayor agresividad, mientras que Ph 021 y Ph 033 presentaron las menores severidades (Figura 3).

Figura 3

Resultados del ensayo uno de caracterización de aislados

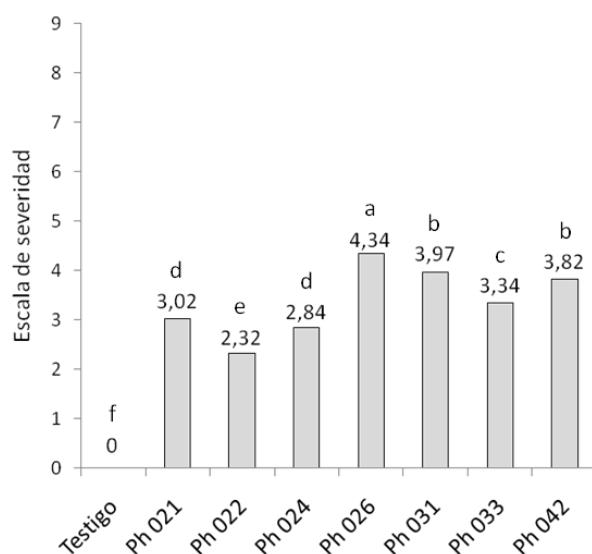


Nota. Medias con distinta letra difieren significativamente entre sí, p - valor < 0.0001 .

En el segundo ensayo también se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.0001$), con una mínima diferencia significativa de 0,32. Al analizar los distintos tratamientos, se observó que los aislados presentaron distintos niveles de severidad, siendo Ph 026 el de mayor agresividad, Ph 022 el de menor (Figura 4). Cabe señalar que la menor severidad observada en este ensayo, en comparación con el primero, podría explicarse por aumento de la temperatura de la cámara entre ambos ensayos, lo cual pudo haber afectado los procesos biológicos del patógeno, y/o por el hecho de que la congelación del inóculo pudo haber reducido la agresividad del aislado.

Figura 4

Resultados del ensayo dos de caracterización de aislados



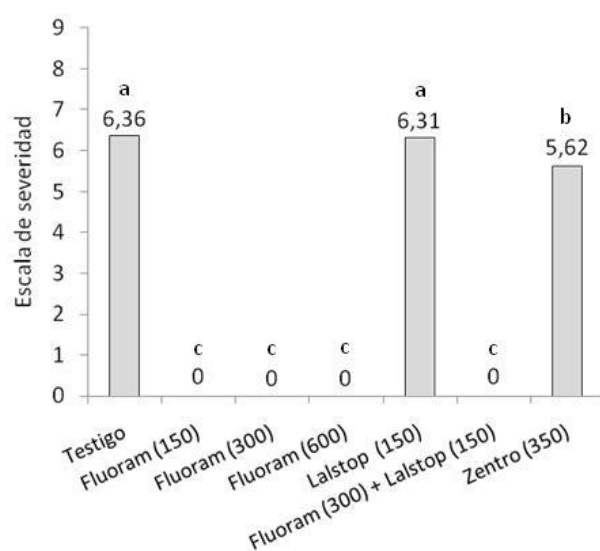
Nota. Medias con distinta letra difieren significativamente entre sí, p -valor <0.0001 .

4.2 Evaluación de curasemillas

En el primer ensayo se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.0001$), presentando una mínima diferencia significativa de 0,0796. Al analizar los distintos tratamientos de curasemillas se observó que los tratamientos que contenían Fluoram en distintas dosis resultaron efectivos en el control de *Phoma*, mientras que los demás tratamientos presentaron cierta severidad (Figura 5).

Figura 5

Resultados del ensayo uno de evaluación de curasemillas



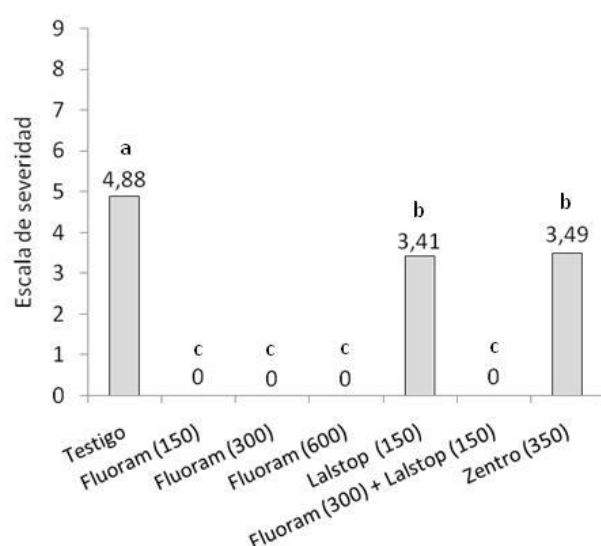
Nota. Medias con distinta letra difieren significativamente entre sí, p -valor <0.0001 .

En el segundo ensayo también se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.0001$), con mínima diferencia significativa de 0,157. Al igual que el primer ensayo, los tratamientos que contenían Fluoram fueron los efectivos para el control de *Phoma*, mientras que los demás tratamientos presentaron cierto grado de severidad (Figura 6).

Cabe aclarar que la menor severidad de este ensayo, comparado con el primero, podría explicarse por variaciones en la temperatura de la cámara entre ambos ensayos, lo que pudo haber alterado los procesos biológicos del patógeno y/o por el hecho de la congelación del inóculo pudo haber disminuido la agresividad.

Figura 6

Resultados del ensayo dos de evaluación de curasemillas



Nota. Medias con distinta letra difieren significativamente entre sí, p -valor < 0.0001 .

5. Discusión

Respecto a la agresividad, es esperable que existan diferencias entre aislados, dado que se trata de un hongo que presenta diversas razas. En otros países, estas ya han sido identificadas, sin embargo, en Uruguay aún no se han realizado estudios de variabilidad patogénica, la investigación sobre ellas está por comenzar (Frąc et al., 2022; Williams & Fitt, 1999).

En cuanto al uso de curasemillas se observó qué, con una dosis de 150cc de producto comercial de Fluoram, se previene la infección de los cotiledones y puede reducir la incidencia de pie negro en colza, logrando una severidad similar a la obtenida con dosis mayores. Este resultado coincide con el ensayo realizado por Peng et al. (2020) en Canadá, donde también se observó qué la menor dosis (150 g i.a/ 100 kg de semilla) de este principio activo reduce casi por completo la severidad de la enfermedad. Por lo tanto, este curasemilla puede ser utilizado como una herramienta para el control temprano de pie negro en el período crítico de implantación, evitando así la aplicación temprana de fungicidas foliares en el cultivo de colza.

En Estados Unidos, en el cultivo de soja afectado por el nemátodo del quiste —patógeno que también ocasiona reducciones en el rendimiento—, se ha demostrado que el uso de Fluopiram como tratamiento curasemilla disminuye significativamente el número de huevos y quistes en comparación con los demás tratamientos evaluados (Rocha et al., 2022). En Uruguay, este principio activo fue evaluado en ensayos a campo para el control de *Drechslera teres* f. *teres* en cebada, un patógeno capaz de provocar reducciones de rendimiento de grano del 10 al 33%. El tratamiento con Fluopiram (70g/ L) + Iprodione (175 g/L) presentó la mayor eficiencia en comparación con los demás tratamientos evaluados Fluxapiraxad (333 g/L) + Triticonazole (100 g/L), Sedaxane (50 g/L) + Fludioxinil (25 g/L) + Difenconazole (25g/L) (1).

El tratamiento de control biológico Lalstop (bacteria liofilizada) no logró un control eficiente de *Leptosphaeria maculans*/ *Phoma* en las condiciones evaluadas. Sería conveniente replantear el experimento considerando una temperatura diferente, una dosis mayor y un período más prolongado previo a la inoculación, que permita una mejor multiplicación de la bacteria sobre la semilla.

6. Conclusión

El presente trabajo tuvo como objetivos caracterizar la agresividad de siete aislados de *Phoma* sobre cultivar de colza Rivette y determinar el control de *Phoma* en plántula con el uso de distintos curasemillas bajo condiciones controladas.

Se constató una marcada variabilidad en la agresividad entre los aislados de *Phoma* evaluados. Estos resultados remarcan la importancia de una correcta caracterización de los aislados previo a su uso en ensayos con inoculación artificial.

Los curasemillas en base a Fluopiram constituyen una herramienta efectiva para el control temprano de la enfermedad durante la etapa crítica de implantación, permitiendo reducir o incluso prescindir de aplicaciones foliares tempranas de fungicidas en el cultivo.

Estos resultados aportan información valiosa al momento de realizar un manejo integrado de *Phoma*, especialmente en lo que respecta a estrategias preventivas durante la implantación del cultivo de colza. Si bien los ensayos se realizaron en condiciones controladas, sería recomendable llevar a cabo estudios a campo para validar estos resultados en condiciones reales.

7. Bibliografía

- Agrios, G. N. (2017). *Fitopatología* (2ª ed.). Limusa.
- Babadoost, M. (2021). *Black leg of Brassicas*. University of Illinois.
<http://extension.cropsciences.illinois.edu/fruitveg/pdfs/1232-Black-Leg-of-Brassicas.pdf>
- Barbetti, M. J., & Khangura, R. K. (Comps.). (1999). *Managing black leg in the disease-prone environment of Western Australia*. Government of Western Australia.
<https://library.dpird.wa.gov.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1152&context=bulletins>
- Bezus, R., Iriarte, L. B., & Chamorro, A. M. (2023). Manejo tecnológico del cultivo de colza. En G. E Sánchez Vallduví & A. M. Chamorro (Coords.), *Lino, colza y cártamo: Oleaginosas que aportan a la diversificación productiva* (pp. 104- 126). EDULP.
<https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/2266>
- Bustamante, J., Allés, A., Espadas, M., & Muñoz, J. (1998). *El cultivo de la colza forrajera: La colza, un cultivo para ensilar*. https://www.cime.es/webeditor/pagines/file/butlleti_dinformacio_tecnica_centre_capacitacio/07.pdf
- Canola Council. (2022). *CAP Wrap-Up Event – Afternoon Session* [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=siORFwwgA58&list=PLbqSJdJzEgsvnQpePatOZEwq9dj500t2z>
- Cardoso, R. M., De Oliveira, M. A., Leite, R. M., Barbosa, C. J., & Balbino, L. C. (1996). *Doenças de Canola no Paraná*. Instituto Agronómico de Paraná.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38449566/BT51-libre.pdf?1439332970=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRESULTADOS_E_DISCUSSAO_FUNGO_S.pdf&Expires=1720018615&Signature=QR-x-LvviqVH~NjOy9SbxUKKWRZduSecRDjz8Tka1mwvu7nY4rf1Bw8Dy69ClwxrdBSYw~YU8yKJ5FfXFC7WjFkZX44g15vJQSJ1iJz4eMG~xvgN4mVtb2Llvx1JMAVSIB1HvtacxgBsazBVdlvecQGyFzWPGTQNEyWo9bP5PUoTc6G4HB7MI4Mkgi~LoQ4HGSDAGM9TDaa32eSkb5fLBMuoJ8Tuz9Qwwnvs9Vh~DoUcw dv7J9iHvSVEFdeSud3l6xHY6Vfu4bioyO~emushXsqE30ZBvV3oeMGJXMLiQ-onO07tf7NFLHNBalUTDoKQH8rutJH3ruWLYBtjg4dBTA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Carmona, M., Sautua, F., Pérez-Hernández, O., & Reis, E. M. (2020). Role of Fungicide Application on the Integrated Management of Wheat Stripe Rust. *Frontiers in Plant Science*, 11, Artículo e733. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00733>
- Castro, M. (2016, abril). *Aspectos agronómicos a tener en cuenta en el cultivo de colza* [Contribución]. Jornada Nacional de Cultivos de Invierno, Mercedes.
https://fucreea.org/system/comfy/cms/files/files/000/000/423/original/Aspectos_a_tener_en_cuenta_en_el_cultivo_de_colza_Marina_Castro.pdf
- Cornelsen, J., Zou, Z., Huang, S., Parks, P., Lange, R., Peng, G., & Fernando, W. G. D. (2021). Validating the Strategic Deployment of Blackleg Resistance Gene Groups in Commercial Canola Fields on the Canadian Prairies. *Frontiers in Plant Science*, 12, Artículo e669997. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2021.669997/full>

- CREA Uruguay. (2022). *Avances en el control integrado de la Phoma en Canola*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=h6MMSZZcMxs>
- Decreto nº. 514/990. (1991, 1 de marzo). En *Registro nacional de leyes y decretos* (Vol. 1, pp. 551). IMPO. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/514-1990>
- Del Rio Mendoza, L. E., Nepal, A., & Markell, S. (2012). Outbreak of Blackleg in Canola in North Dakota is Caused by New Pathogenicity Groups. *Plant Health Progress*, 13(1). <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHP-2012-0410-01-RS>
- Dirección General de Servicios Agrícolas (2025). *Consulta de productos fitosanitarios*. MGAP. <https://www.mgap.gub.uy/profit/pantallaweb.aspx>
- Florentín, M. (2023). La colza en Uruguay brilla por su presencia: El volumen de producción superó las 500.000 toneladas. *Revista Verde*, (105). <https://revistaverde.com.uy/agricultura/la-colza-en-uruguay-brilla-por-su-presencia/>
- Formento, A. N. (2014). *Manual de enfermedades de colza (Brassica napus)*. INTA.
- Frąc, M., Kaczmarek, J., & Jędryczka, M. (2022). Metabolic capacity differentiates *Plenodomus Lingam* from *P. Biglobosus* Subclade 'brassicae', the causal agents of phoma leaf spotting and stem canker of Oilseed Rape (*Brassica napus*) in agricultural ecosystems. *Pathogens*, 11(1), Artículo e50. <https://www.mdpi.com/2076-0817/11/1/50>
- Fungicide Resistance Action Committee. (2019). *Clasificación de fungicidas y bactericidas según el modo de acción*. https://fmcagro.es/img/folleto_Clasificaci%C3%B3n%20de%20fungicidas%20y%20bactericidas%20seg%C3%BAn%20el%20modo%20de%20acci%C3%B3n.pdf
- García Torres, L., Romero Muñoz, F., & Vargas Piqueras, P. (1978). *Protección del cultivo de la colza*. Ministerio de Agricultura. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1978_18.pdf
- Gremminger Lale, N., & Ferrés Cáceres, S. (2019). *Efectos de residualidad de herbicidas utilizados en soja sobre cultivo de colza en sucesión* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29723/1/GremmingerLaleNicol%C3%A1s.pdf>
- Henning, A. A. (2005). *Patología e tratamento de sementes: Noções gerais* (2ª ed.). Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/26692/1/documento264.pdf>
- Iriarte, L. B. (2016, 5-6 de mayo). *Cultivo de colza* [Contribución]. A todo trigo y cultivos de invierno, Mar del Plata. <http://www.acopiadores.com/sites/default/files/videos/-31874-Liliana%20Iriarte%20-%20Cultivos%20de%20Colza.pdf>
- Leach, J. E., Stevenson, H. J., Rainbow, A. J., & Mullen, L. A. (1999). Effects of high plant population on the growth and yield of winter oil seed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*, 132(2), 173-180. <https://doi.org/10.1017/S0021859698006091>

- Martino, D. L., & Ponce de León, F. (1999). Canola: Una alternativa promisorio. En D. L. Martino & F. Ponce de León (Eds.), *Canola: Una alternativa promisorio* (pp. 1-8). INIA.
- Mazzilli, S., Elizarrú, A., & Locatelli, A. (2014, 19 -21 de agosto). *Desarrollo tecnológico de la colza en Uruguay* [Contribución]. 1° Simpósio Latino Americano de Canola, Passo Fundo. [http://trigo.cnpt.embrapa.br/slac/cd/pdf/Mazilli%20-%20Desarrollo...%20\(%20Investigacion\)%20de%20la%20colza%20en%20Uruguay..pdf](http://trigo.cnpt.embrapa.br/slac/cd/pdf/Mazilli%20-%20Desarrollo...%20(%20Investigacion)%20de%20la%20colza%20en%20Uruguay..pdf)
- Mazzilli, S., Ernst, O., Locatelli, A. & Fros, D. (2021). *Ajustes en el manejo de colza-canola para mejorar y estabilizar el rendimiento: Un estudio basado en la ecofisiología del cultivo*. INIA.
- McGrath, M. T. (2004). What are Fungicides? *Plant Health Instructor*, 4. <https://www.apsnet.org/edcenter/Pages/Fungicides.aspx>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2023). *Resultados de la Encuesta Agrícola "Primavera 2022"*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/Comunicado_%20Agr_Prim_%202022_V01.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2024). *Resultados de la Encuesta Agrícola "Primavera 2023"*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/Comunicado_%20Agr_Prim_%202023_.pdf
- Olivares, N., & Sepúlveda, P. (2020). Manejo integrado de plagas y enfermedades. En J. P. Martínez & V. Muenia (Eds.), *Tomate Limachino Antiguo* (pp. 83-119). INIA. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68365/NR42717.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peng, G., Liu, X., McLaren, D. L., McGregor, L., & Yu, F. (2020). Seed treatment with the fungicide fluopyram limits cotyledon infection by *Leptosphaeria maculans* and reduces black leg of canola. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 42(4), 480-492. <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1725132>
- Planchon Guigou, M. E & Figares Espósito, H. J. (2004). *Fertilización en colza- canola (Brassica Napus L.). Fenología y época de siembra en cultivares de B. Napus, B. Rapa y B. Juncea* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/32904/1/PlanchonMar%C3%ADaEugenia.pdf>
- Rava, C. (2022). Colza: Situación y perspectivas. En *Anuario OPYPA 2022* (pp. 217-235). MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/anuario-opypa-2022>
- Rocha, L. F., Subedi, A., Pimentel, M. F., Bond, J. P., & Fakhoury, A. M. (2022). Fluopyram activates systemic resistance in soybean. *Frontiers in Plant Science*, 13, Artículo e1020167. <https://doi:10.3389/fpls.2022.1020167>

- Rondanini, D. P., Gómez, N. V., Menéndez, Y. C., Botto, J. F., & Miralles, D. J. (2017). Ecofisiología de colza-canola como base para el manejo agronómico. En A. Ribeiro & H. Silva (Eds.), *V Simposio Nacional de Agricultura*, (pp. 39-48). Facultad de Agronomía. https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=91664
- Schwab, M. I. (2010). *Comportamiento agronómico de Colza según fechas de siembra* [Trabajo final de grado, Universidad Católica Argentina]. Repositorio Institucional UCA. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/462>
- Shahidi, F., & Naczki, M. (1990). Removal of glucosinolates and other antinutrients from canola and rapeseed by methanol/ammonia processing. En F. Shahidi (Ed.), *Canola and rapeseed: Production, chemistry, nutrition, and processing technology* (pp. 291-306). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-3912-4_17
- Sorhouet Indart, P., & Souza Soler, F. (2019). *Damping off causada por Fusarium en soja: Efecto de la especie y su control* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29587/1/SorhouetIndartPedro.pdf>
- Stewart, S. (2022, 5-6 de abril). *Avance en el control integrado de Phoma en canola* [Contribución]. 2ª Jornada Nacional de Cultivos de Invierno, Uruguay. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16378/1/Avances-control-Phoma-en-Canola-Silvina-Stewart.pdf>
- Stewart, S., Pereyra, S., & Díaz, M. (2004). El efecto de la intensificación agrícola en las enfermedades de los cultivos. En INIA La Estanzuela (Coord.), *Sustentabilidad de la intensificación agrícola en el Uruguay* (pp. 19-24). INIA. <https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-06/ad-365.pdf>
- West, J. S., Kharbanda, P. D., Barbetti, M. J., & Fitt, B. D. L. (2001). Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oil seed rape in Australia, Canada and Europe. *Plant Pathology*, 50(1), 10-27. <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3059.2001.00546.x>
- Williams, R. H., & Fitt, B. D. L. (1999). Differentiating A and B groups of *Leptosphaeria maculans*, causal agent of stem canker (blackleg) of oil seed rape. *Plant Pathology*, 48(2), 161-175. <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1046/j.1365-3059.1999.00333.x>
- Zarza, R., & González, S. (2010). Uso de insecticidas y fungicidas curasemillas durante el almacenamiento y su efecto en la germinación y vigor de leguminosas forrajeras. En N. Altier, M. Rebuffo, & K. Cabrera (Eds.), *Enfermedades y plagas de pasturas* (pp. 123-136). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2530/1/18429300810163301.pdf>

8. Anexos

Tabla A1*Análisis conjunto de los ensayos 1 y 2 de agresividad.*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Ensayo	2	702	351	939,29	0,0000000000000002
Tratamiento	7	112	16	42,75	0,0000000000000018
Ensayo: tratamiento	7	12	2	4,78	0,00091
Residuals	32	12	0		

Tabla A2*Análisis conjunto de los ensayos 1 y 2 de curasemillas.*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Ensayo	2	473	236,7	2154,9	0,0000000000000002
Tratamiento	3	156	51,8	472	0,0000000000000002
Ensayo: tratamiento	3	9	3	27,6	0,00000006
Residuals	24	3	0,1		