

Trabajo de intensificación para optar al grado académico
de Ingeniera Agrónoma



Factores que promueven la infección
y el desarrollo de manchas foliares
producidas por *Septoria convolvuli*
sobre *Convolvulus arvensis*

Milagros Martín Arrieta

Docente Tutor: Dr. J. Facundo F. Daddario

Docentes consejeros: Dra. Soledad C. Villamil

Dra. María de las Mercedes Longás



Universidad Nacional del Sur
Departamento de Agronomía
Mayo 2024



Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por su constante apoyo y aliento. Su comprensión y amor incondicional han sido un pilar fundamental en cada paso que di en este camino universitario.

Una mención especial a mi abuela Marta, por sus bendiciones en cada vela que encendía por mí durante mis exámenes.

A mis amigos, quienes han estado a mi lado durante este proceso, brindándome su apoyo incondicional y compartiendo conmigo momentos de alegría. Su amistad ha hecho más llevaderos los desafíos que he enfrentado. Especialmente a mis agro amigos, ojalá la vida siempre nos encuentre con algún mate en mano.

A mis profesores, por su orientación, enseñanzas y motivación. Sus conocimientos y experiencias compartidas han enriquecido mi aprendizaje y han sido fundamentales en mi desarrollo académico.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud a la universidad pública, especialmente al Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, por brindarme la oportunidad de acceder a una educación de calidad y por fomentar un ambiente propicio para el crecimiento personal y académico.

Sin el apoyo de todas estas personas e instituciones, este título no habría sido posible. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

Milagros Martín Arrieta.

Contenido

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Materiales y métodos	11
Obtención de plantas.....	11
Cultivo del patógeno.....	12
Producción del inóculo	14
Procedimiento general de inoculación.....	15
Consideraciones específicas para cada ensayo	17
Concentración de inóculo	17
Período de tiempo con saturación de humedad luego de la inoculación	18
Temperatura	19
Medición del daño.....	20
Análisis estadístico	21
Resultados	22
Concentración de inóculo.....	22
Período de tiempo con saturación de humedad luego de la inoculación.....	24
Temperatura.....	26
Discusión.....	29
Conclusión	32
Bibliografía	33

Resumen

Convolvulus arvensis (correhuela) es una planta herbácea perenne de ciclo primavera-estival, naturalizada en Argentina y considerada un problema para la producción agrícola. Presenta habilidad para invadir y persistir en una amplia variedad de hábitats, gracias a sus semillas con una longevidad notable, brotes adventicios que surgen de su extenso sistema radical y reservas significativas de carbohidratos en sus raíces. Por ello, se la ha declarado plaga de la agricultura en el año 1946. El desarrollo de alternativas al uso de agroquímicos ha llevado a investigar otras estrategias como el control biológico (CB) de malezas mediante el uso de hongos patógenos. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar ciertos factores que inciden en la infección y desarrollo de una mancha foliar producida por *Septoria convolvuli*, uno de los hongos patógenos posibles candidatos a ser utilizado como agente de CB de *Convolvulus arvensis* en el sudoeste bonaerense. Se realizaron tres experimentos con el fin de determinar los niveles de enfermedad en correhuela provocados por *S. convolvuli* bajo niveles crecientes de i) concentración de conidios; ii) período de tiempo bajo humedad al 100% luego de la inoculación; y iii) temperatura.

Se observó que el desarrollo de la enfermedad ocurrió con una concentración mínima de 1×10^4 conidios/ml, registrándose un máximo nivel con 1×10^6 conidios/ml. Se registraron síntomas cuando se expusieron las plantas, por lo menos a 5 días de humedad al 100% luego de la inoculación. El hongo provocó enfermedad en un rango de temperaturas entre los 15 y 25 °C, siendo su nivel más elevado a partir de los 20 °C. En general, los niveles de daño registrados en los experimentos fueron relativamente bajos. Estos resultados aportan información relevante para la evaluación de este hongo como candidato a ser incorporado en un plan de manejo integrado de la correhuela.

Palabras claves: correhuela, hongos patógenos, control biológico, *Septoria convolvuli*, concentración de inóculo, período de tiempo, saturación de humedad, temperatura.

Introducción

Las malezas, o malas hierbas, son plantas que crecen en lugares donde no son deseadas, representando uno de los factores bióticos adversos más significativos en la agricultura. Su efecto en los cultivos radica en la competencia por recursos limitados como la luz solar, agua y nutrientes del suelo, lo que obstaculiza su desarrollo normal. Además, pueden acarrear consecuencias negativas adicionales, tales como la contaminación de la producción con sus semillas que llevan a la disminución de la calidad del grano y al aumento de los costos de cosecha. Por otro lado, crean un ambiente propicio para la proliferación de insectos y patógenos perjudiciales para los cultivos. Estos efectos combinados resultan en pérdidas tanto en rendimiento como en calidad de la cosecha (Fernández et al., 2014). También, pueden afectar el bienestar o la salud animal, al disminuir el valor forrajero y poseer metabolitos tóxicos. Por lo tanto, su presencia genera consecuencias que exigen que se inviertan recursos para lograr su control, lo que a su vez se dificulta por la habilidad para colonizar y multiplicarse rápidamente que poseen las malezas (Diez, 2013; Fernández et al., 2014).

Convolvulus arvensis L., conocida en Argentina comúnmente como “correhuela”, “campanilla” o “enredadera perenne” dependiendo de la región, es una especie invasora de origen euroasiático, perteneciente a la familia Convolvulaceae (Chaves, 2002). Se trata de una planta cosmopolita que se puede encontrar en diversos hábitats, entre ellos, campos de cultivo, bordes de caminos, vías férreas, jardines y otros lugares disturbados (Fig. 1) (Cañón et al., 2018). Se considera una maleza capaz de crecer en diversos entornos, afectando a la agricultura y a la jardinería. En el mundo se encuentra entre las diez principales malas hierbas, extendiéndose desde la latitud 60° norte hasta los 45° latitud sur. Se indica que, en 44 países, esta maleza representa un grave problema para 32 cultivos diferentes (Robles, 1993).



Figura 1: A) *Convolvulus arvensis* creciendo de manera espontánea en camino rural en cercanías a la ciudad de Viedma; B) *C. arvensis* bordeando un cultivo de papa bajo riego ubicado en Carmen de Patagones; C) *C. arvensis* creciendo en lugar disturbado de la ciudad de Neuquén.

Convolvulus arvensis es una planta herbácea perenne de ciclo primavero-estival, con hábito de crecimiento rastrero y tallos trepadores (Fig. 2). Sus hojas son enteras con lámina de forma variable, generalmente lanceolada a ovada, hastada o sagitada, a veces cordada. La floración ocurre en el verano y sus flores presentan una corola acampanada de color blanco a blanco-rosado, con algunos pelitos en el borde. Su fruto es una cápsula ovoide con semillas negras a la madurez (SIB, 2023).



Figura 2: *Convolvulus arvensis* invadiendo un cultivo de girasol bajo riego en el partido de Villarino, Provincia de Buenos Aires.

La correhuela presenta habilidad para invadir y persistir en una amplia variedad de hábitats. Esto se debe a varias características esenciales tales como sus semillas con una longevidad notable (20 años o más), brotes adventicios que surgen de su extenso sistema radical y reservas significativas de carbohidratos en sus raíces (Weaver & Riley, 1982; Cañón *et al.*, 2018). Las reducciones en rendimiento que ocasiona a los cultivos a los que se asocia varían del 20 al 80%, con mayor daño en cultivos de poca cobertura y con escasa humedad en el suelo (Robles, 1993). En Argentina fue declarada “plaga de la agricultura”, por lo que es obligatorio su control bajo la ley N° 6704/63 (SENASA, 2024).

Dada la capacidad invasiva de la correhuela, su manejo es especialmente desafiante. Los principales métodos de control para esta especie son el agotamiento de las reservas que poseen las plantas por repetidas labores mecánicas y/o la aplicación de herbicidas químicos sistémicos. El control mecánico suele ser errático y costoso, debido a la capacidad regenerativa de sus rizomas (Robles, 1993). En cambio, bajo ciertas condiciones, el control químico es una herramienta eficaz para disminuir las poblaciones de correhuela a niveles no perjudiciales. Sin embargo, durante las últimas décadas, la aplicación de herbicidas ha predominado sobre otras prácticas de manejo de malezas, desplazando estrategias preventivas, físicas,

culturales, biológicas y mecánicas. Esta preferencia ha sido impulsada por su contribución significativa a la alta productividad agrícola a nivel mundial (Diez, 2013). El uso indiscriminado de agroquímicos, puntualmente de los herbicidas sintéticos como única solución para combatir las malezas, ha llevado a descuidar la importancia de integrar diferentes estrategias y tácticas de manejo en los sistemas de producción agrícola. Esta situación ha provocado ciertas consecuencias negativas, como por ejemplo el desarrollo de resistencia en numerosas especies de malezas a ciertos principios activos utilizados en forma repetida (Bàrberi, 2019) y el impacto sobre el ambiente y los ecosistemas naturales, como la eliminación de organismos benéficos y la aparición de plagas nuevas y más vigorosas (Fernández, 1982; Sarandón y Flores, 2014). Los agricultores perciben claramente este problema al observar que la efectividad de los herbicidas está disminuyendo aceleradamente y que cada vez se necesitan aplicar mayores dosis a intervalos más cortos y/o nuevos productos, para el control de las adversidades bióticas (Sarandón y Flores, 2014).

Con el fin de mitigar las complicaciones derivadas del uso repetido de herbicidas y fomentar un entorno productivo donde la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente es cada vez más relevante, es crucial explorar alternativas al uso de productos químicos y adoptar enfoques integrados más racionales para resolver el problema que representan las malezas de los cultivos. Desde mediados de la década de 1960, la FAO (Food and Agriculture Organization) ha promovido la adopción del manejo integrado de plagas *sensu lato* (MIP) en todo el mundo (Labrada, 2006). Específicamente, un sistema de Manejo Integrado de Malezas (MIM) enfoca el problema utilizando todas las técnicas adecuadas y conocimientos existentes para reducir sus poblaciones a niveles tales que los perjuicios económicos que produzcan se hallen por debajo de un umbral económico aceptable (Fernández, 1982). Las estrategias y tácticas más comunes dentro del MIM son los métodos culturales (incluyen rotación de cultivos, cultivares resistentes, uso de cultivos de cobertura, cultivos intercalados, control mecánico y gestión eficiente del agua y aplicación de fertilizantes), el control químico racional y juicioso, el control biológico y otros métodos, incluido el uso de solarización del suelo y métodos físicos, que siguen bajo investigación (Labrada, 2006). De las herramientas mencionadas, el control biológico (CB) en Argentina ha sido históricamente una práctica poco desarrollada. Esta se basa en el uso de organismos vivos, llamados agentes de control biológico (ACB), para modificar la densidad de población o el impacto de un organismo plaga

específico, haciéndolo menos abundante o menos dañino (Eilenberg *et al.*, 2001). Se considera un método económico y sustentable con bajos impactos ambientales (Charudattan, 2001; Frantzen *et al.*, 2002).

Se pueden distinguir tres tipos de enfoques de aplicación del biocontrol: clásico o de introducción, inundativo y de conservación o fomento. Los dos primeros, como resultado de la intervención directa del hombre y el último involucra el efecto fundamentalmente de acciones indirectas (Eilenberg *et al.*, 2001; Cabrera Walsh *et al.*, 2014; Cucchi, 2020).

- Método clásico o de introducción: es el control de una maleza exótica mediante la introducción intencional de un ACB exótico al sitio de invasión, proveniente del lugar de origen de la maleza y que generalmente ha co-evolucionado con ésta.
- Inundativo: consiste en la producción masiva de agentes de control biológico en laboratorios o bioterios, para luego ser liberados en grandes cantidades en áreas donde la maleza constituye un problema. Dentro de este enfoque se considera la aplicación de formulados comerciales basados en organismos vivos como principio activo (bioherbicidas).
- De conservación o fomento: es la modificación del medio ambiente o prácticas existentes para proteger y/o incrementar la población de enemigos naturales específicos u otros organismos para reducir el efecto de las malezas.

En el control biológico de malezas los agentes más utilizados son artrópodos (sobre todo ácaros e insectos) y patógenos (hongos, bacterias y virus). Estos últimos han demostrado, en algunos ejemplos en el mundo, una elevada efectividad. En Argentina, tanto el uso de patógenos como de otros ACB ha sido esporádico en el pasado y la práctica ha caído en desuso bajo un escenario de control de malezas basado en herbicidas. Hoy en día, renace el interés en el CB dado los problemas generados por el control químico. Sin embargo, las posibilidades de aplicar alguno de los enfoques mencionados son limitadas. El enfoque *clásico*, es en Argentina muy complicado de abordar en el corto plazo ya que no existe la infraestructura ni un marco legal adecuado para llevarlo adelante. En cuanto al enfoque *inundativo*, típicamente aplicado en forma de bioherbicidas, existen pocos casos en el mundo que hayan tenido buenos resultados comerciales. Consecuentemente, la manera más factible de aplicar CB en Argentina en el corto a mediano plazo, es mediante el aprovechamiento

de los efectos reguladores que ejercen los enemigos naturales que ya están presentes en el sistema sobre la aptitud de las malezas (Anderson, 2017). Esta práctica es conocida en la literatura internacional con el término de “*system-management approach*” (Müller-Scharer y Frantzen, 1996; Charudattan, 2001), la cual puede tratarse de favorecer el desarrollo poblacional de uno o varios agentes seleccionados manejando el sistema (control biológico *de conservación*), o de liberar grandes cantidades de ACB producidos masivamente en laboratorio (control biológico *de fomento*).

En el marco del proyecto “Control biológico de malezas en la Provincia de Buenos Aires (PGI 24/ZA15)”, se encontraron recientemente tres hongos patógenos afectando poblaciones de correhuela. Dos de ellos asociados a manchas foliares, producidas por hongos picnidiales (también llamados hongos celomicetes) identificados como *Stagonospora calystegiae* (Westend.) Bubák y *Septoria convolvuli* Desm., y un oídio, *Erysiphe convolvuli* DC. (Sastre Hughes, 2023). Con la finalidad de determinar la conveniencia y factibilidad de aplicar alguno de estos patógenos como agentes de control biológico (ACB) en *Convolvulus arvensis* en los sistemas de producción de nuestra región se iniciaron estudios sobre estos enemigos naturales.

En otros lugares del mundo se ha logrado algún éxito aplicando control biológico sobre *C. arvensis* mediante el uso de hongos celomicetes (Ormeno-Nuñez *et al.*, 1988; Boss *et al.*, 2007). De los hongos encontrados en las poblaciones locales, *Septoria convolvuli* ha demostrado un cierto nivel de daño en correhuela en condiciones de laboratorio (Sastre Hughes, 2023). *Septoria* es un género que incluye diversas formas asexuales perteneciente al orden *Ascomycota*. Las especies de este grupo causan manchas foliares en una gran diversidad de plantas cultivadas y silvestres distribuidas por todo el mundo (Andrianova *et al.*, 1999; Verkley *et al.*, 2013). Este patógeno, para ser considerado como un candidato a ser incorporado en un plan de manejo integrado, debe demostrar, entre otras características deseables, elevados niveles de agresividad.

En el caso de las plantas, existen ciertas condiciones que se deben de cumplir para que se presente una enfermedad en su máxima expresión, lo que se conoce como patosistema o triángulo de la enfermedad. Este resulta de la interacción de un patógeno con habilidad para atacar, un huésped susceptible y un ambiente con condiciones favorables para que estos dos eventos, atacar y ser atacado, sucedan (Santos *et al.*, 2010). La mancha foliar producida por *S. convolvuli* encontrada en

correhuela ha sido hallada en distintos ambientes; esto indicaría que su agente causal podría adaptarse bien a una variedad de condiciones ambientales. Las observaciones permiten predecir que *Septoria convolvuli* puede causar enfermedad bajo las condiciones de temperaturas más bajas y de menor humedad propias del sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Asimismo, se estima que este agente podría infectar con bajas concentraciones de inóculo, como ha sido probado en *Phomopsis convolvuli*, otro hongo celomicete encontrado sobre correhuela en Norteamérica (Ormeno-Nuñez *et al.*, 1988).

Dados los antecedentes presentados, sumado al difícil manejo de esta maleza, la preocupación pública sobre el medio ambiente y la escasa información local disponible, en esta tesina se propone realizar estudios de base que aporten a la evaluación de la factibilidad de incorporar patógenos en planes de manejo integrado de correhuela. En este trabajo, se seleccionó el hongo *Septoria convolvuli* como objeto de estudio. La hipótesis planteada es que dicho patógeno presenta la capacidad de causar enfermedad en *C. arvensis* en un rango amplio de condiciones ambientales y a bajas concentraciones de inóculo. Para confirmar esta premisa, el objetivo general consistió en investigar acerca de los factores que inciden en la infección y desarrollo de la enfermedad por parte del patógeno sobre la correhuela. Los objetivos específicos de este estudio fueron: determinar los niveles de enfermedad en correhuela provocados por *S. convolvuli* bajo niveles crecientes de i) concentración de conidios; ii) período de tiempo bajo humedad al 100% luego de la inoculación; y iii) temperatura.

Materiales y métodos

Obtención de plantas

En otoño del 2022 se visitaron dos poblaciones de plantas de *Convolvulus arvensis* en la localidad de Bahía Blanca: la primera ubicada en una escuela de equitación denominada "Incitatus" (38°40'52.64"S; 62°13'28.69"O) y la segunda, en un terreno baldío (38°41'2.52"S; 62°17'13.74"O). Se seleccionaron frutos maduros que fueron recolectados manualmente y luego transportados al laboratorio y almacenados en refrigeración a 5 °C hasta su utilización.

Para la obtención de semillas, los frutos fueron trillados manualmente. Posteriormente, se seleccionaron 100 semillas visualmente sanas y se sometieron a escarificación mecánica, mediante el raspado de la cubierta con papel de lija P120. Este proceso tenía como objetivo facilitar el contacto del endosperma con el aire y el agua, promoviendo así una germinación rápida. Investigaciones previas sobre *C. arvensis* respaldan la eficacia de la escarificación mecánica como tratamiento pregerminativo óptimo en comparación con métodos químicos y de lixiviación (Davies, 2021).

Las semillas escarificadas se colocaron en cajas de Petri sobre papel absorbente humedecido con agua destilada, mantenidas a una temperatura de 20 ± 5 °C para inducir la germinación (Fig. 3). Adicionalmente, se multiplicaron plantas previamente cultivadas en macetas en laboratorio, mediante divisiones por rizomas. Para ello, se extrajo el pan de tierra de la maceta y se separó en múltiples porciones, cada una de las cuales se enterró en una nueva maceta conteniendo suelo representativo de la región de Bahía Blanca (38° 44' S; 62° 16' O).

Todas las plantas fueron cultivadas en un entorno controlado con condiciones de temperatura constante de 20 °C y luz artificial con un fotoperiodo de 12 horas. El riego se llevó a cabo dos veces por semana, intensificándose a tres veces por semana durante la temporada de verano. Durante el crecimiento de las plantas, se detectó la presencia de áfidos asociados por lo que se implementaron medidas de control fitosanitario para asegurar la sanidad de las mismas, mediante la aplicación de GlacoXAN IMIDA con principio activo Imidacloprid (dosis 0,9 ml/l de agua) y GlacoXAN D-SIST con principio activo Dimetoato (dosis 4 ml/l de agua). Además, se

procedió al control del oídio de correhuela (*Erysiphe convolvuli*) mediante una suspensión de azufre (dosis 2 gr/l de agua).



Figura 3: Semillas escarificadas de *C. arvensis* en una Caja de Petri con papel absorbente húmedo para inducir la germinación.

Cultivo del patógeno

Para los ensayos, se utilizó un cultivo de *Septoria convolvuli* creciendo en agar papa glucosado (APG) de la colección de hongos del Laboratorio de Patología Vegetal del Departamento de Agronomía (UNS). El mismo había sido aislado a partir de hojas de correhuela que presentaban síntomas de manchas foliares provenientes de los sitios de Bahía Blanca (coord.: -38.679917, -62.284083) y Villa Ventana (coord.: -38.073829, -61.925471) visitados en el año 2021. Este agente fue identificado previamente como *Septoria convolvuli* y su patogenicidad fue confirmada por Sastre Hughes *et al.* (2023). A modo de entrenamiento, se examinaron hojas herborizadas recolectadas en los sitios mencionados bajo lupa estereoscópica Olympus SZ61 para la observación de síntomas y signos. Una vez encontrados, se llevaron a cabo preparados microscópicos a partir de picnidios, para su posterior observación a través de un microscopio Olympus CX31. En algunas hojas se pudo observar la presencia de cirros. Estos constituyen masas de conidios en una matriz mucilaginosa que

previene su deshidratación la cual es expulsada desde el interior del picnidio a través del ostíolo (Figs. 4 y 5).

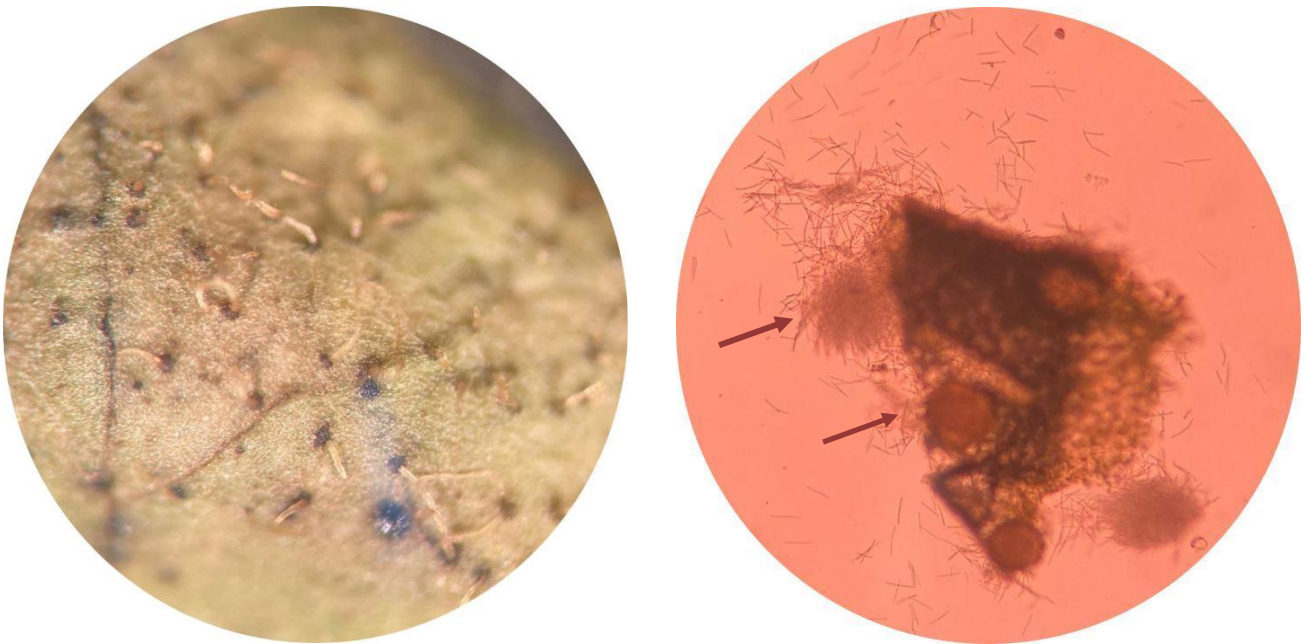


Figura 4: Detalle de cirros de conidios emergiendo de picnidios de *Septoria convolvuli*, observados a través de lupa estereoscópica (izquierda). Masa de conidios y picnidios (flechas) vistos bajo el microscopio (derecha).

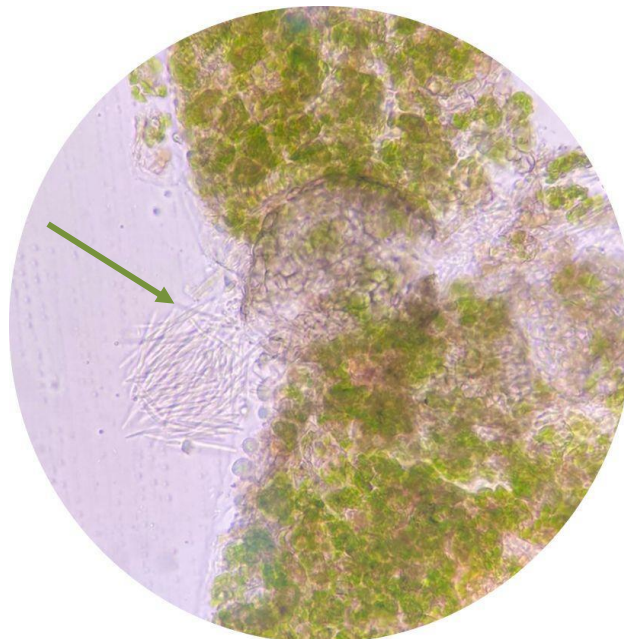


Figura 5: Conidios de *Septoria convolvuli* (flecha) liberados a partir de un picnidio inmerso en tejido vegetal, visto bajo microscopio.

Producción del inóculo

Los aislados de *Septoria convolvuli* fueron sembrados en cajas de Petri conteniendo agar avena, ya que este medio de cultivo ha demostrado favorecer una producción masiva de inóculo (conidios) (Sastre Hughes, 2023). El repique se llevó a cabo transfiriendo discos de 2-3 mm de diámetro a partir de colonias previamente cultivadas en APG (Fig. 6). Las cajas se incubaron a temperaturas de 22 °C durante el día y 20 °C durante la noche, con un fotoperiodo de 12 horas.



Figura 6: Siembra de aislados de *Septoria convolvuli* en cajas de Petri con agar avena.

Una vez crecida la colonia y visualizada la formación de cirros de conidios, estos últimos se tomaron utilizando un ansa previamente esterilizada al rojo vivo en mechero Bunsen. Los cirros fueron depositados en un vaso de precipitado conteniendo agua destilada estéril y se batió con una varilla de vidrio estéril para garantizar la completa liberación de los conidios y así lograr una suspensión uniforme. Este procedimiento se repitió hasta alcanzar la concentración de conidios deseada, la cual fue determinada mediante recuento en cámara de Neubauer (Fig. 7).



Figura 7: Cuadrícula de la cámara de Neubauer vista bajo microscopio, empleada para el recuento preciso de conidios de *Septoria convolvuli* en la preparación de la suspensión a ser inoculada.

Procedimiento general de inoculación

Una vez obtenida la concentración deseada, la suspensión se filtró a través de tela de voile y se vertió en atomizadores con la ayuda de un embudo. A cada suspensión, se le agregaron tres gotas del tensioactivo Tween 20 (surfactante hidrofílico, emulsificante).

La inoculación de las plantas se llevó a cabo mediante la pulverización de una suspensión que contenía los conidios de *Septoria convolvuli*, manteniendo una distancia aproximada de diez centímetros respecto a las hojas. Se procuró asegurar la cobertura completa de las hojas, tanto en el haz como en el envés. En todos los casos el volumen final de inóculo aplicado fue de 15 ml. Para los tratamientos testigo (control), se utilizó una solución de 15 ml de agua destilada estéril con tres gotas de Tween 20.

Los experimentos (inoculaciones artificiales) se realizaron en cámaras de crecimiento con condiciones controladas de luz, con un fotoperiodo de 12 h y a una temperatura de 22°C, a menos que se indique lo contrario. Una vez asperjadas las

plantas, se colocaron dentro de cámaras de incubación de polietileno, sobre papel de diario humedecido, para lograr una condición de humedad relativa del 100%. Las plantas fueron dejadas dentro de estas últimas por un período de seis días, a menos que se indique lo contrario. Finalizado este período, las cámaras de incubación fueron retiradas y las plantas se distribuyeron de manera aleatoria y espaciada dentro de las cámaras de crecimiento, garantizando una exposición homogénea a la luz.

En cada tratamiento, se emplearon cuatro plantas, y cada maceta fue debidamente rotulada según el tratamiento correspondiente. Por ejemplo, en el Tratamiento 1, las macetas se identificaron como 1A, 1B, 1C, 1D. Dentro de las cámaras, se dispusieron sobre bandejas de plástico para retener el agua de riego y asegurar una humedad óptima a lo largo del experimento (Fig. 8).

Previo a la inoculación, se registró el número de hojas verdes en cada planta. Este registro inicial permitió realizar comparaciones al finalizar los ensayos, evaluando la cantidad de hojas afectadas o muertas debido a la enfermedad.

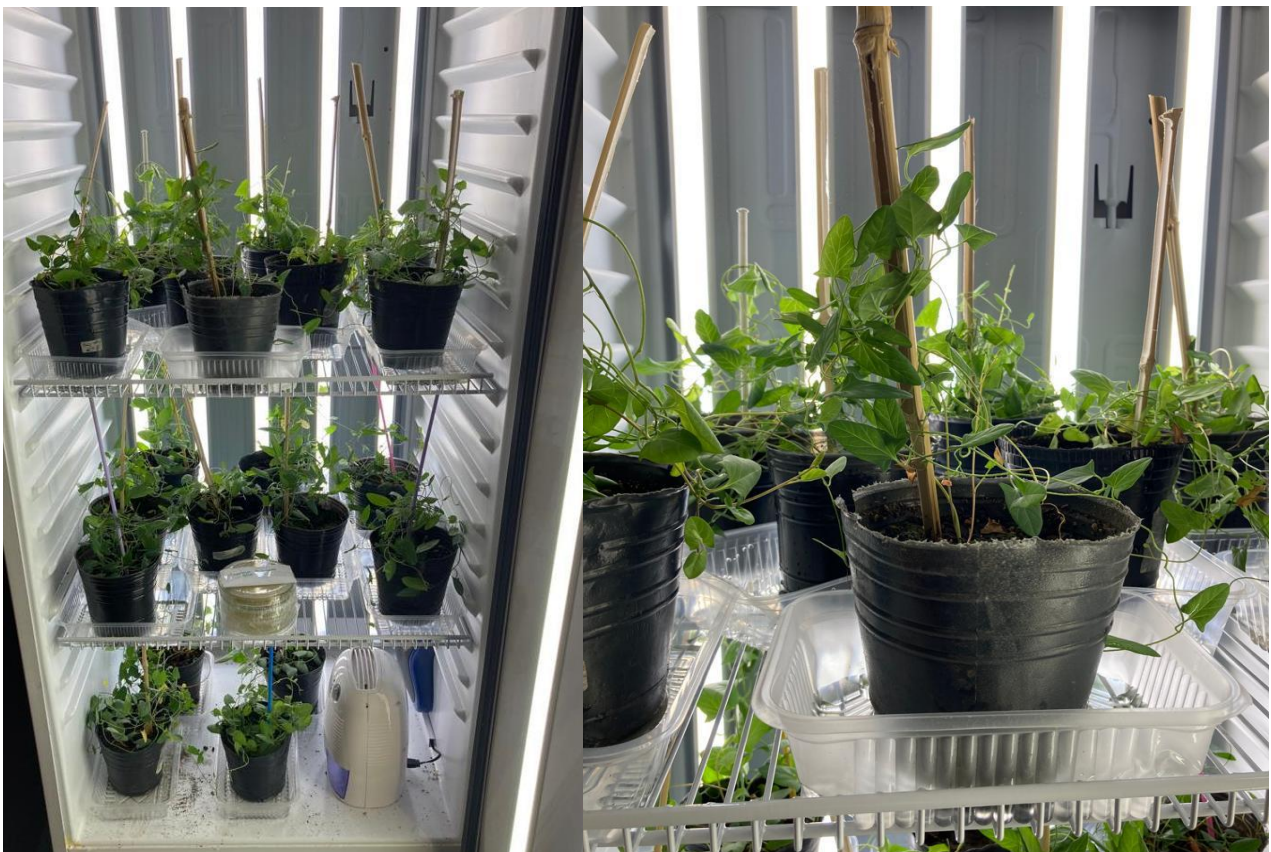


Figura 8: Plantas de *Convolvulus arvensis* colocadas dentro de la cámara de crecimiento con condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo.

Consideraciones específicas para cada ensayo

Concentración de inóculo

En el desarrollo de este ensayo, se evaluaron diversas concentraciones crecientes de conidios con el objetivo de identificar su efecto en la infección y desarrollo de la enfermedad. Se establecieron cuatro tratamientos, más un testigo (control), por lo que se trabajó con un total de veinte plantas.

Las suspensiones se prepararon conforme se detalló previamente (ver sección “Producción del inóculo”), con la particularidad de que fueron formuladas de manera individual, dado que presentaban variaciones en su concentración como se detalla en la Tabla 1 (Fig. 9). En la preparación de cada suspensión a inocular, se seleccionaron cuatro concentraciones objetivo y se prepararon intentando obtener la concentración medida más aproximada posible (Tabla 1). Estas concentraciones obtenidas fueron las aplicadas en los distintos tratamientos.

Tabla 1: Concentraciones objetivo y obtenidas para cada tratamiento durante el ensayo de efecto de la concentración de inóculo en la infección y desarrollo de la enfermedad.

Tratamiento	Concentración objetivo (conidios /ml)	Concentración obtenida (conidios /ml)
0	0	0
1	1×10^3	2.2×10^3
2	1×10^4	1×10^4
3	1×10^5	9.2×10^4
4	1×10^6	9.2×10^5



Figura 9: Atomizadores con los que se realizó la inoculación.

Período de tiempo con saturación de humedad luego de la inoculación

En este estudio, se exploró el efecto del período de tiempo con humedad al 100% luego de la inoculación en la infección y desarrollo de la enfermedad. Un total de veinte plantas creciendo en macetas, resultantes de cuatro réplicas y cinco tratamientos fueron inoculadas. Cada tratamiento consistió en exponer las plantas inoculadas con *S. convolvuli* a un período de tiempo con humedad al 100% de dos, tres, cuatro, cinco y seis días.

Para este experimento se preparó una suspensión madre de 75 ml de una concentración de 9.2×10^4 conidios/ml (concentración objetivo: 1×10^5 conidios/ml). La misma se dispensó en suspensiones de 15 ml cada una, las que se usaron para asperjar cada tratamiento. Posteriormente, las plantas inoculadas se colocaron en cámaras de incubación de polietileno con la base cubierta de papel de diario humedecido con agua para crear un ambiente con humedad al 100% (Fig. 10).



Figura 10: Macetas de *Convolvulus arvensis* colocadas en cámaras de incubación de polietileno, situadas dentro de la cámara de crecimiento con condiciones controladas.

Temperatura

Este ensayo tuvo como objetivo determinar el efecto de distintos niveles de temperatura en la infección y desarrollo de la enfermedad causada por *Septoria convolvuli* en *Convolvulus arvensis*. Para llevar a cabo este estudio, se emplearon tres cámaras de crecimiento con condiciones controladas, cada un operando bajo una temperatura diferente, específica para cada tratamiento detallada de la siguiente manera:

- Tratamiento 1: 25 °C
- Tratamiento 2: 20 °C
- Tratamiento 3: 15 °C

En cada tratamiento, se emplearon cuatro plantas, sumando un total de doce. Se preparó una suspensión madre con una concentración de 1.045×10^5 conidios/ml

(concentración objetivo: 1×10^5 conidios/ml), la cual se dispensó en tres suspensiones de 15 ml para la inoculación de cada tratamiento.

Medición del daño

La evaluación de los daños se efectuó mediante la identificación de manchas foliares producidas por *Septoria convolvuli* luego de las inoculaciones contabilizándose el número de hojas con síntomas. Las hojas completamente muertas se sometieron a cámara húmeda para confirmar la presencia del patógeno. Luego de 48 h, se registraron las hojas que presentaban fructificaciones del hongo (picnidios) utilizando una lupa y un microscopio, corroborando que se trate de *Septoria convolvuli* (Fig. 11). De esta manera, se cuantificó la capacidad de infección del hongo y el nivel de defoliación que potencialmente puede producir. Las mediciones sobre las hojas se realizaron de manera semanal y las cámaras húmedas se llevaron a cabo tres veces por semana.

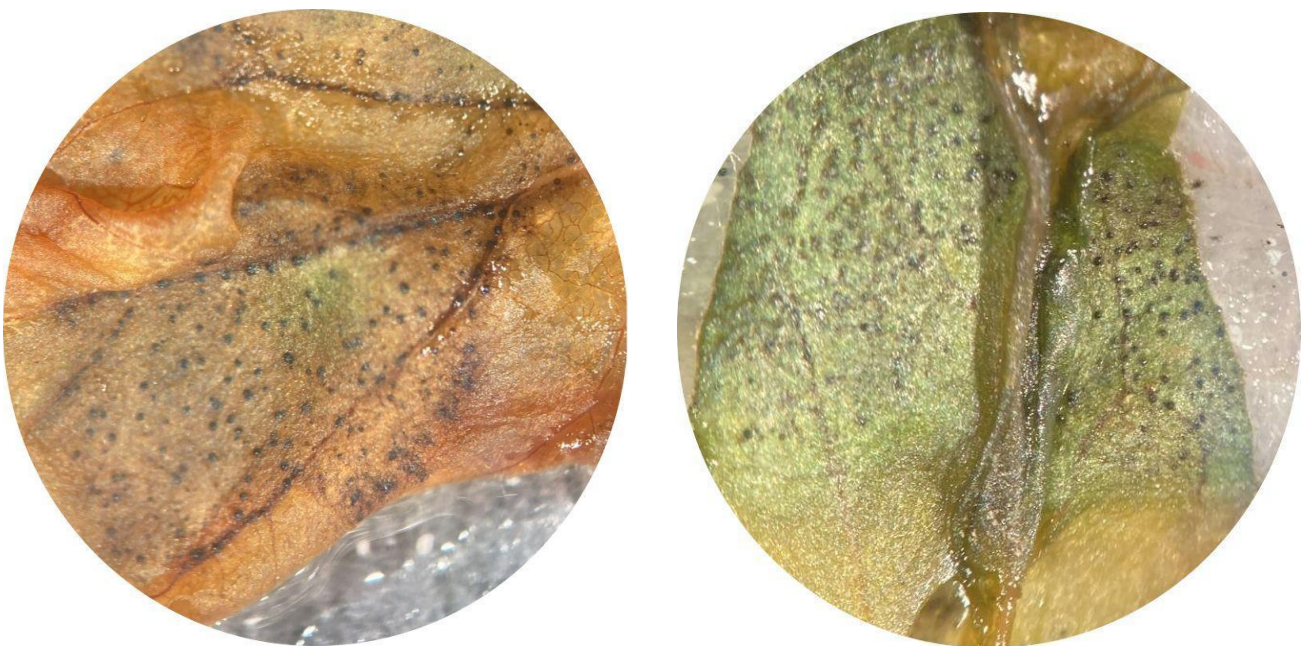


Figura 11: Puntos negros que corresponden a picnidios de *S.convolvuli* sobre una hoja muerta (izquierda) y sobre una mancha en una hoja verde (derecha).

Análisis estadístico

Para cada experimento, los parámetros evaluados fueron el número absoluto de hojas con infección, el número absoluto de hojas muertas en asociación con manchas por *S. convolvuli*, el porcentaje de hojas con infección y el porcentaje de hojas muertas. Los datos recopilados fueron analizados mediante ANOVA (*Analyse of Variance*) y las medias fueron comparadas mediante el test de DMS de Fischer ($p < 0,05$). Los supuestos de homocedasticidad y normalidad fueron analizados mediante observación gráfica de los residuos de los datos. Cuando no se cumplían los supuestos, los datos fueron transformados con la función raíz cuadrada o arcoseno raíz cuadrada según haya sido el caso (Snedecor y Cochran, 1956). Todos los análisis fueron realizados mediante el software estadístico INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2015).

Resultados

Concentración de inóculo

Se encontraron diferencias significativas entre las medias para el número absoluto de hojas infectadas ($F=3,74$; $p<0,05$), el número absoluto de hojas muertas con infección ($F=3,97$; $p<0,05$), el porcentaje de hojas infectadas ($F=3,62$; $p<0,05$) y porcentaje de hojas muertas con infección ($F=3,62$; $p<0,05$) a concentraciones crecientes de inóculo de *S. convolvuli* sobre *C. arvensis*.

Estos resultados evidencian que a medida que se incrementa el inóculo, también aumenta la cantidad de hojas que presentan síntomas atribuibles a la presencia de *Septoria convolvuli*. Se destaca un aumento de más de tres veces en el valor del tratamiento 4 (concentración objetivo: 1×10^6 conidios/ml) con respecto al tratamiento 2 (concentración objetivo: 1×10^4 conidios/ml) (Fig. 12).

Es importante haber corroborado que los síntomas se debían al tratamiento aplicado dado que en el testigo no se observaron. Los síntomas comenzaron a partir del tratamiento 2, correspondiente a la concentración de 1×10^4 conidios/ml. El porcentaje de hojas con síntomas y el porcentaje de hojas muertas (Fig. 13) para este tratamiento fue de 6% y de 4% respectivamente, aumentando significativamente en un 10% y 7% para el tratamiento 4 correspondiente a la concentración de 1×10^6 conidios/ml, respectivamente.

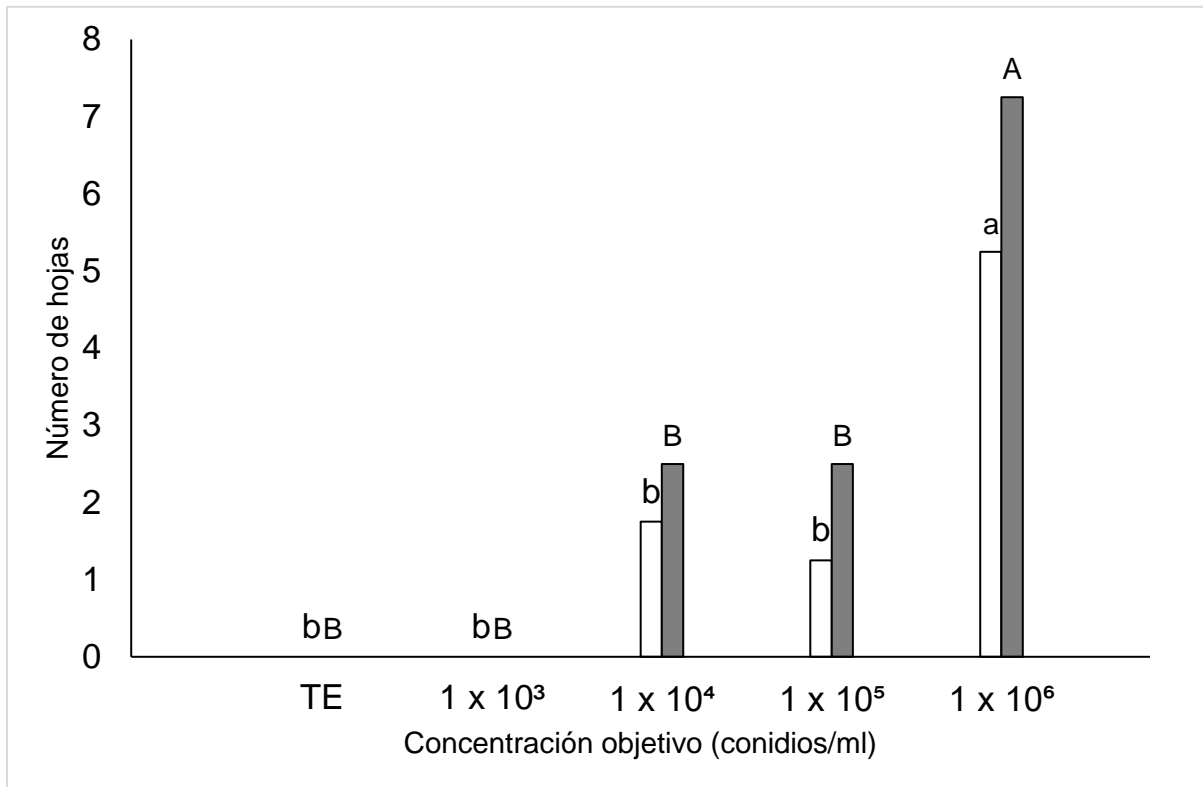


Figura 12: Número de hojas con síntomas (barras grises) y hojas muertas (barras blancas) en *Convolvulus arvensis* luego de inoculaciones a distintas concentraciones de inóculo de *Septoria convolvuli*. Barras acompañadas con la misma letra en minúscula o en mayúscula indican que no se detectaron diferencias significativas entre las medias para el número de hojas muertas y para el número de hojas con síntomas, respectivamente ($p < 0,05$).

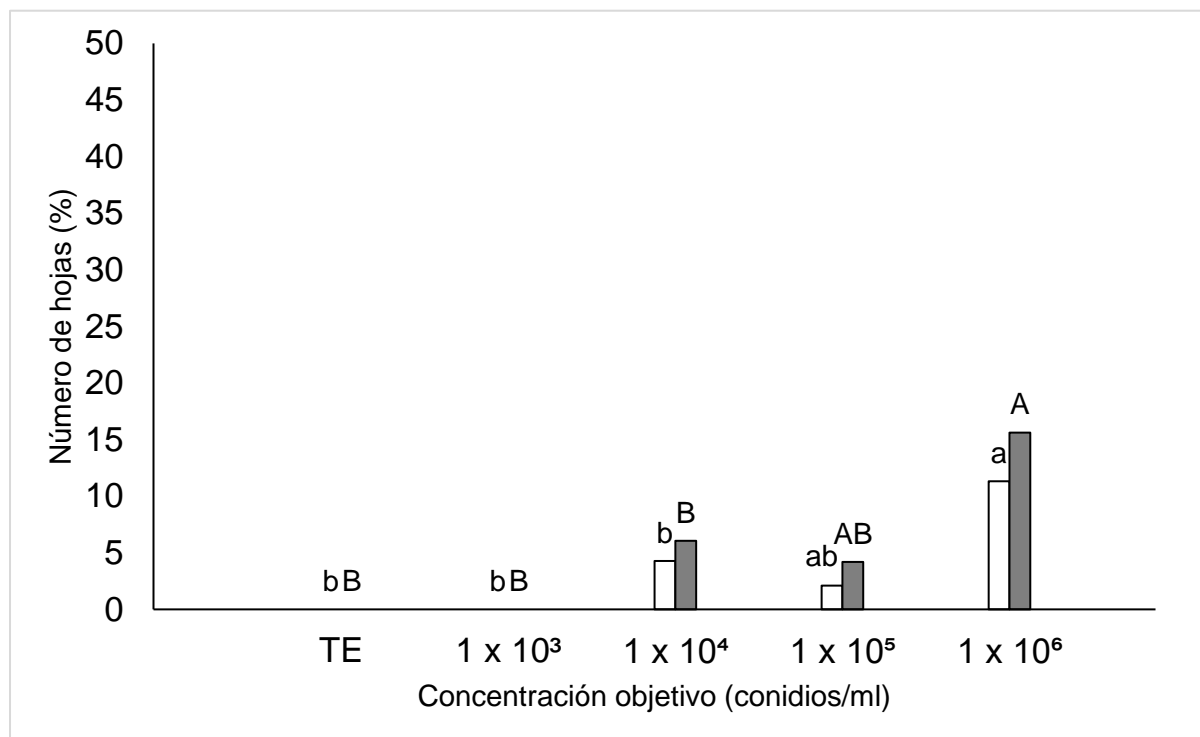


Figura 13: Porcentaje de hojas con síntomas (barras grises) y hojas muertas (barras blancas) en *Convolvulus arvensis* luego de inoculaciones a distintas concentraciones de inóculo de *Septoria convolvuli*. Barras acompañadas con la misma letra en minúscula o en mayúscula indican que no se detectaron diferencias significativas entre las medias para el porcentaje de hojas muertas y para el porcentaje de hojas con síntomas, respectivamente ($p < 0,05$).

Período de tiempo con saturación de humedad luego de la inoculación

En lo que respecta al resultado del ensayo del efecto del período de tiempo con humedad al 100%, no se detectaron diferencias significativas entre las medias para el número absoluto de hojas infectadas ($F=0,27$; $p=0,62$), el número absoluto de hojas muertas con infección ($F=1,04$; $p=0,35$), el porcentaje de hojas infectadas ($F=0,64$; $p=0,42$) y porcentaje de hojas muertas con infección ($F=1,65$; $p=0,25$). Sin embargo, la observación detallada reveló que los síntomas iniciaron su manifestación a partir del quinto día con humedad al 100%. Notablemente, no se registraron diferencias con un día adicional de humedad (Fig. 14).

Del mismo modo, en relación al porcentaje de hojas con síntomas y el porcentaje de hojas muertas, a pesar de no haber detectado diferencias estadísticas entre tratamientos, se evidenció que ambos comenzaron a manifestarse luego de que las

plantas hubieran sido expuestas a cinco días de humedad al 100% a partir de la inoculación (Fig.15).

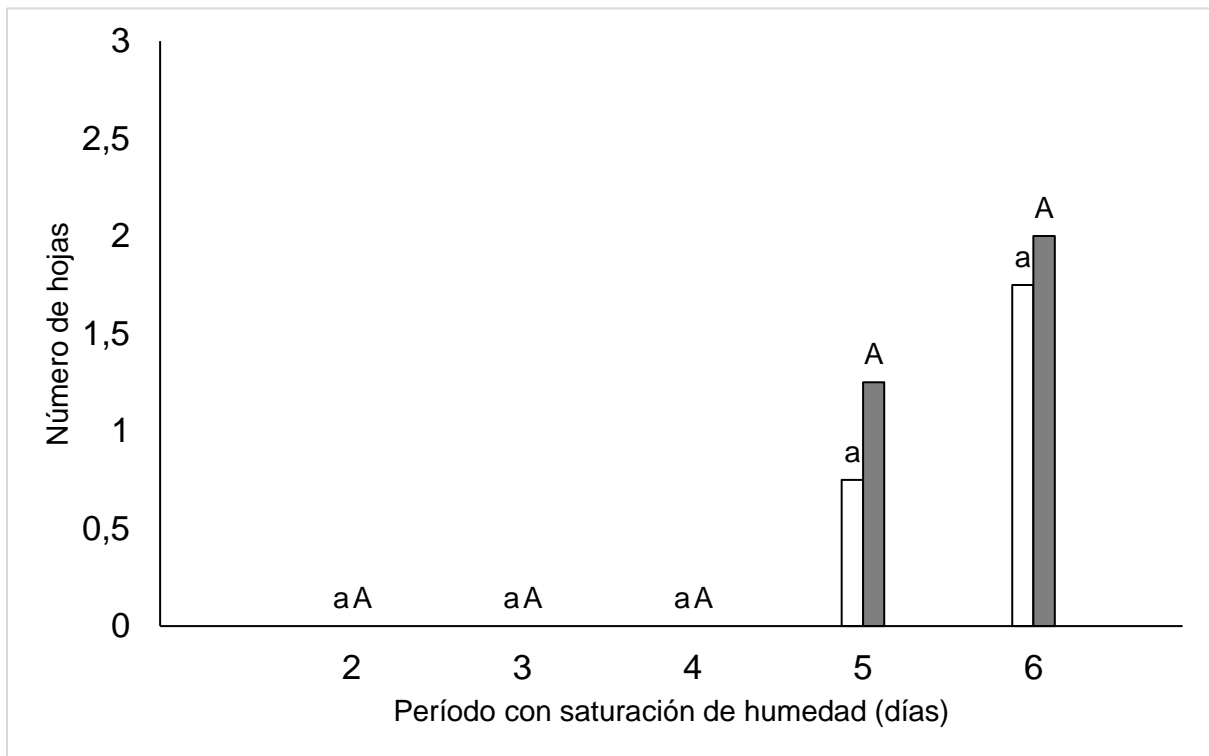


Figura 14: Número de hojas con síntomas (barras grises) y hojas muertas (barras blancas) de *Convolvulus arvensis* inoculadas con *Septoria convolvuli*, luego de someterse a distintos períodos de tiempo con humedad al 100%. Barras acompañadas con la misma letra en minúscula o en mayúscula indican que no se detectaron diferencias significativas entre las medias para el número de hojas muertas y para el número de hojas con síntomas, respectivamente ($p < 0,05$).

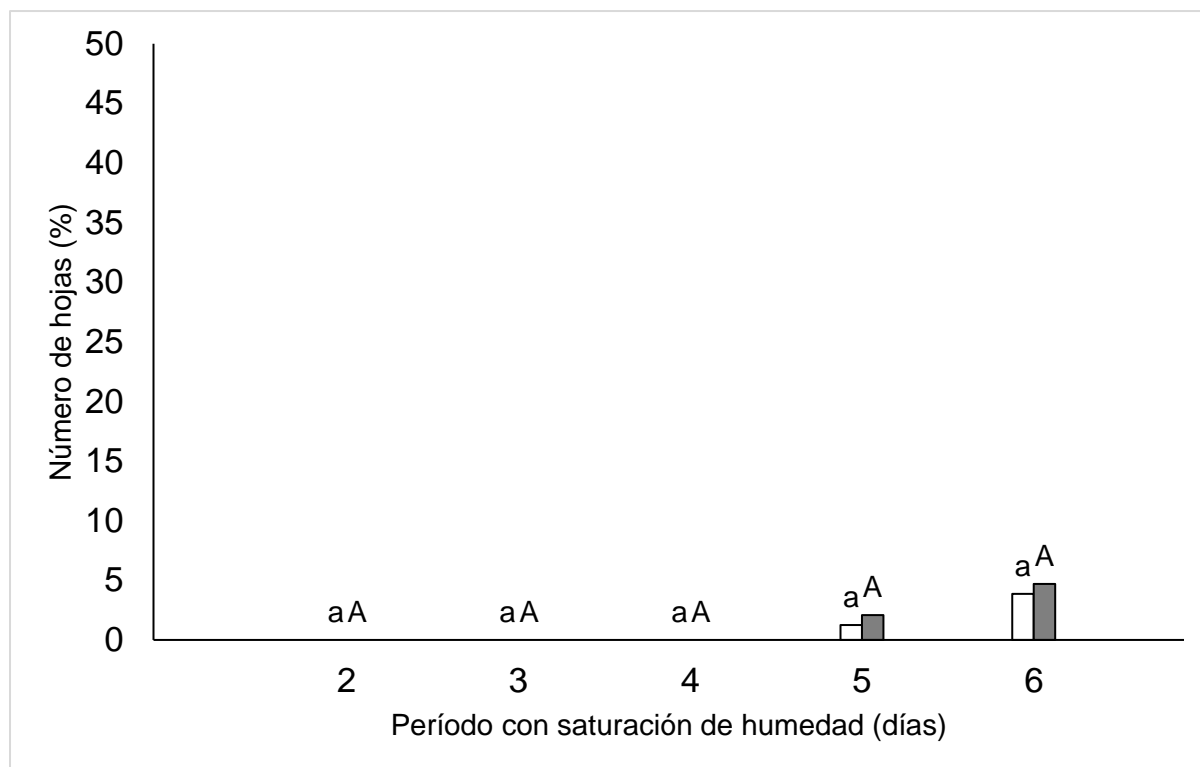


Figura 15: Porcentaje de hojas con síntomas (barras grises) y hojas muertas (barras blancas) de *Convolvulus arvensis* inoculadas con *Septoria convolvuli*, luego de someterse a distintos períodos de tiempo con humedad al 100%. Barras acompañadas con la misma letra en minúscula o en mayúscula indican que no se detectaron diferencias significativas entre las medias para el porcentaje de hojas muertas y para el porcentaje de hojas con síntomas, respectivamente ($p < 0,05$).

Temperatura

En cuanto al resultado del ensayo del efecto de la temperatura, se detectaron diferencias significativas entre las medias para el número absoluto de hojas infectadas ($F=4,68$; $p < 0,05$), el número absoluto de hojas muertas con infección ($F=7,09$; $p < 0,05$), el porcentaje de hojas infectadas ($F=4,43$; $p < 0,05$) y porcentaje de hojas muertas con infección ($F=7,97$; $p < 0,05$) producidas por *S. convolvuli* en *C. arvensis*.

En la Fig. 16 se observa un incremento de dos veces en la cantidad de hojas con síntomas a una temperatura de 20 °C en comparación con aquellas expuestas a 15 °C. Además, se registró que la cantidad de hojas muertas fue en promedio de 2,5 a 20 °C y de 0,25 a 15 °C, lo que representa una diferencia de 9 veces entre ambas

condiciones de temperatura. Asimismo, no se detectaron diferencias significativas entre 20 °C y 25 °C para ninguno de los parámetros medidos.

Respecto al porcentaje de hojas con síntomas y porcentaje de hojas muertas, se observó un aumento entre la temperatura de 15 °C con respecto a 20 °C de 4,7% y 3%, respectivamente. Del mismo modo que para los valores absolutos medidos no se registraron diferencias significativas entre 20 °C y 25 °C para ambos porcentajes obtenidos (Fig.17).

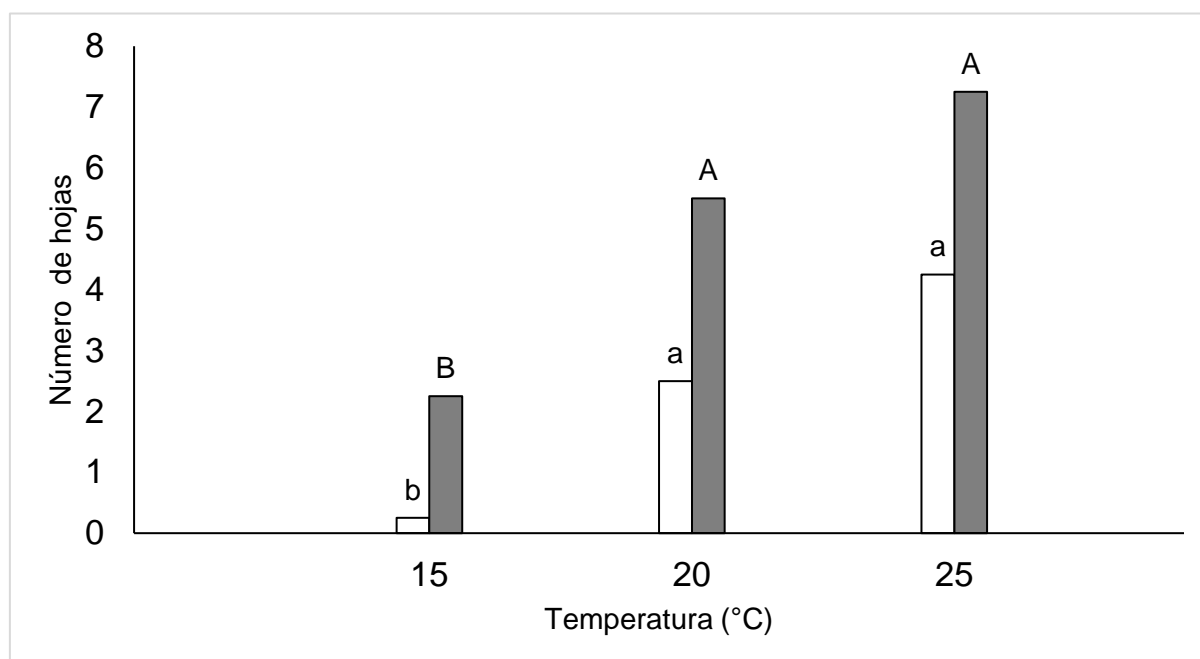


Figura 16: Número de hojas con síntomas (barras grises) y hojas muertas (barras blancas) de *Convolvulus arvensis* inoculadas con *Septoria convolvuli*, luego de incubarse por tres semanas a distintas temperaturas. Barras acompañadas con la misma letra en minúscula o en mayúscula indican que no se detectaron diferencias significativas entre las medias para el número de hojas muertas y para el número de hojas con síntomas, respectivamente ($p < 0,05$).

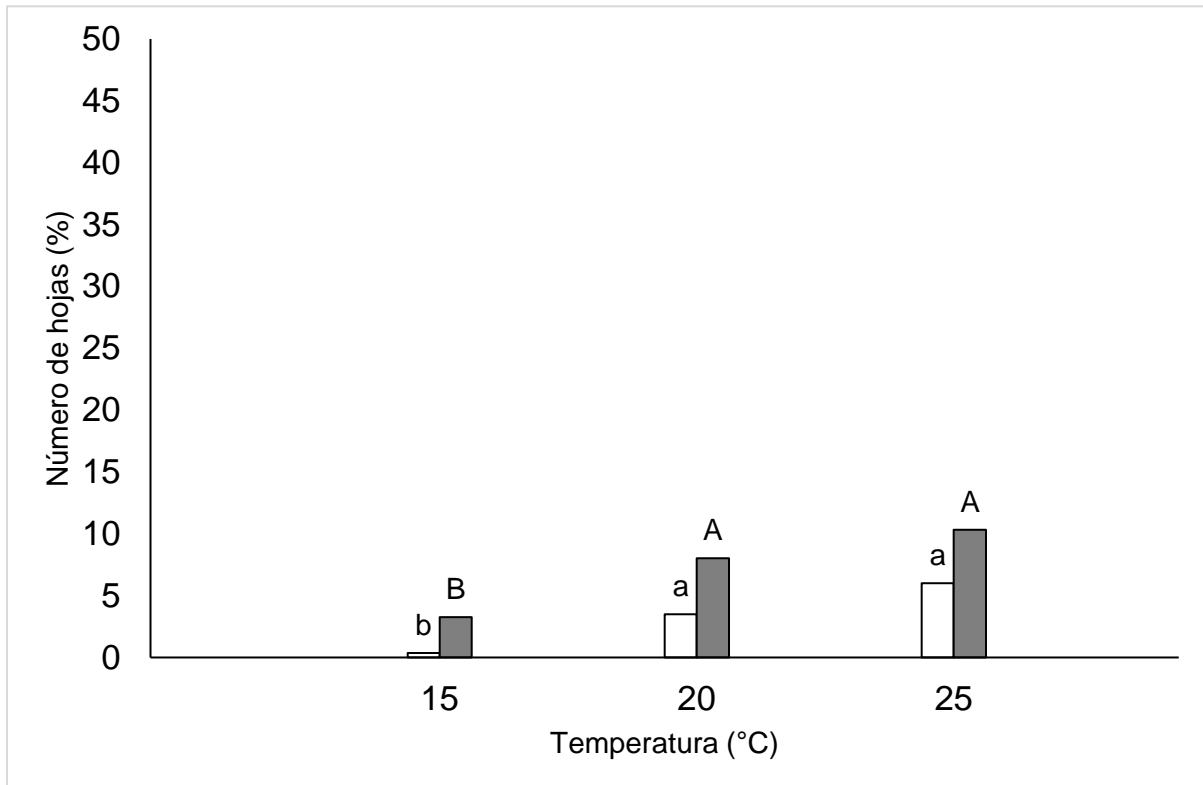


Figura 17: Porcentaje de hojas con síntomas (barras grises) y hojas muertas (barras blancas) de *Convolvulus arvensis* inoculadas con *Septoria convolvuli*, luego de incubarse por tres semanas a distintas temperaturas. Barras acompañadas con la misma letra en minúscula o en mayúscula indican que no se detectaron diferencias significativas entre las medias para el porcentaje de hojas muertas y para el porcentaje de hojas con síntomas, respectivamente ($p < 0,05$).

Discusión

De acuerdo con los experimentos realizados, *Septoria convovuli* produjo infección y desarrollo de la enfermedad sobre *Convolvulus arvensis* bajo ciertas condiciones. En primera instancia, los síntomas se evidenciaron a partir de una concentración de 1×10^4 conidios/ml. Estos resultados difirieron de otras investigaciones enfocadas en el género de hongos *Septoria*, específicamente de *S. birgita* sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), donde se observó la aparición de síntomas a concentraciones menores (1×10^3 conidios/ml) (Lohmeier *et al.*, 2013). En segunda instancia, se corroboró que concentraciones crecientes de inóculo proveniente de *Septoria convovuli* generan un aumento en el daño sobre las hojas de *C. arvensis*, como ocurre con la mayor parte de los hongos necrótrofos. El daño manifestado en forma de manchas foliares que afectan la capacidad fotosintética de las hojas está en concordancia con investigaciones previas sobre una patología foliar de la correhuela causada por *Phomopsis convolvulus* Ormeno-Nuñez, Reeleder & Watson, A. K. En dicha investigación se llevaron a cabo pruebas inoculando plántulas con diferentes concentraciones de esporas (esporas/ml): 1×10^5 / 5×10^5 / 1×10^6 / 5×10^6 . Los resultados marcaron que concentraciones inferiores a 1×10^6 esporas/ml no causaron mortalidad de todos los brotes de las plántulas. A concentraciones de inóculo intermedias (1×10^6 esporas/ml) la mayoría de las plántulas murieron, pero los brotes volvieron a crecer a partir de yemas axilares cotiledonares; sin embargo, el rebrote no fue vigoroso. A niveles de inóculo iguales o superiores a 5×10^6 esporas/ml se observó una necrosis completa del follaje sin posibilidad de rebrote. Asimismo, se verificó que el aumento de la concentración de inóculo resultó en una disminución en el peso seco del follaje. Por lo tanto, estos resultados confirman que un aumento en la concentración de inóculo se correlaciona directamente con una manifestación más severa de síntomas y enfermedad en las plantas (Ormeno-Nuñez *et al.*, 1988). A pesar de esta consistencia, los niveles de daño observados provocados por *S. convovuli* fueron mucho menores.

De acuerdo con los resultados de esta tesis, *Septoria convovuli* requiere un largo período de humedad para infectar a plantas de *C. arvensis*. A pesar de no haber encontrado diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, posiblemente dados los bajos valores de intensidad de la enfermedad, sólo se observaron síntomas

provocados por el patógeno con un mínimo de exposición de cinco días con una humedad del 100% de saturación para causar infección. Esto confirma observaciones preliminares en las cuales inoculaciones a períodos de humedad de 48 h resultaron insuficientes para favorecer la enfermedad (Sastre Hughes, com. pers.) En relación con estos hallazgos, es relevante señalar que un ensayo realizado por Reeleder (1994), examinó los factores que inciden en la infección de *Septoria oenotherae* en onagra (*Oenothera biennis*), arrojando conclusiones diferentes. Reeleder (1994) probó intervalos de humedad de 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h, notando lesiones foliares con el mínimo de tiempo, sin embargo, concluyó que la gravedad de la enfermedad está directamente relacionada con períodos prolongados de humedad en la superficie de las hojas post-inoculación, con incubación a temperaturas entre 20 y 24 °C (Reeleder, 1994).

Finalmente, los resultados obtenidos del ensayo respecto al factor temperatura revelaron una clara tendencia que sugiere que el patógeno presenta una mayor intensidad de síntomas en el rango de 20-25 °C. Estas observaciones coinciden con estudios anteriores realizados en lechuga con *Septoria birgita*, los cuales demostraron su capacidad para infectar plantas a temperaturas que oscilan entre 10°C y 30 °C, con un óptimo observado entre 20°C y 30 °C (Lohmeier *et al.*, 2013).

Según los resultados de los experimentos realizados, *Septoria convoluli* no ha demostrado niveles de agresividad relativamente considerables sobre la correhuela que sugieran un daño significativo, al no haberse observado una cantidad de hojas mayoritarias con síntomas y aún menos la muerte de la planta. En ensayos anteriores, se observó que *S. convolvuli* produjo 60% de hojas con síntomas y 17% de defoliación sobre correhuela (Sastre Hughes, 2023) habiendo utilizado la misma cepa. Estos niveles no se pudieron obtener en los experimentos realizados en este trabajo. Una posibilidad es que otros factores, que deberían ser estudiados a futuro, hayan afectado la agresividad del hongo sobre la planta. Por ejemplo, además de la concentración de inóculo, algunos hallazgos respaldan que los hongos patógenos pueden perder su patogenicidad y/o virulencia después de períodos prolongados de cultivo en medios artificiales o repetidos sub-cultivos (Naiki y Cook, 1983; Chang *et al.*, 2020; Breen *et al.*, 2022). Asimismo, la población de correhuela empleada podría presentar una menor vulnerabilidad. La edad de la planta también es un factor a tener en cuenta, un estudio sobre plantas de *Taraxacum officinale* inoculadas con *Phoma herbarum* ha demostrado que las plantas más jóvenes fueron significativamente más

susceptibles que plantas de más semanas de edad (Neumann y Boland, 2002). Otro ensayo utilizando *Phomopsis convolvulus* sobre *Convolvulus arvensis* demostró resultados similares: las plantas en estadios más tempranos resultaron más dañadas (Morin *et al.*, 1989). Sería necesario también evaluar estos factores a futuro para verificar su influencia en el daño de la enfermedad sobre correhuela.

Conclusión

Los importantes problemas ambientales y sociales de la agricultura moderna señalan la necesidad de lograr un cambio hacia sistemas más sustentables por lo que, en este trabajo, nos sumergimos en el desafío de abordar la problemática de las malezas enfocándonos específicamente en el desarrollo y la aplicación del control biológico como estrategia de manejo. *Septoria convolvuli* es un hongo que causa manchas foliares capaces de reducir el área fotosintéticamente activa de *Convolvulus arvensis*. De acuerdo a la hipótesis planteada en este trabajo se puede concluir que el hongo no produce enfermedad a bajas concentraciones de inóculo, sino más bien intermedias a altas. Tampoco en un rango amplio de condiciones ambientales, ya que el período de tiempo de humedad relativa al 100% fue prolongado, y el rango de temperaturas, de acuerdo a los niveles testeados fue amplio, sin embargo, fue preferentemente intermedias a altas (20-25 °C). Esta información sirve de base para continuar dilucidando este patosistema y así establecer si es factible o no incorporarlo como ACB en un manejo integrado de correhuela.

Bibliografía

- Anderson, F.E. (2017). ¿Es factible aplicar el control biológico de malezas mediante hongos patógenos en Argentina? Libro de resúmenes del I Taller de manejo de malezas y plantas invasoras. Pág. 11.
- Andrianova, T. V. & Minter, D. W. (1999). *Septoria convolvuli*. [Descriptions of Fungi and Bacteria]. Descriptions of Fungi and Bacteria, (142), Sheet-1412.
- Bàrberi, P. (2019). Métodos preventivos y culturales para el manejo de malezas. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0e.htm>. Último acceso en marzo del 2024.
- Boss, D.; Schläpfer, E.; Fuchs, J.; Défago, G. & Maurhofer, M. (2007). Improvement and application of the biocontrol fungus *Stagonospora convolvuli* LA39 formulation for efficient control of *Calystegia sepium* and *Convolvulus arvensis*. Journal of Plant Diseases and Protection, 114: 232–238.
- Breen, J.; Mur, L.A.J.; Sivakumaran, A.; Akinyemi, A.; Wilkinson, M.J. & Rodriguez Lopez, C.M. (2022). *Botrytis cinerea* loss and restoration of virulence during in vitro culture follows flux in global DNA methylation. International Journal of Molecular Sciences, 23: 3034.
- Cabrera Walsh, G.; Briano, J.; Enrique de Briano, A. & Anderson, F. E. (2014). Malezas e invasoras de la Argentina (Invasive weeds in Argentina). Control Biológico de Malezas [Biological Control of Weeds], 1, 801-821. Págs. 2-6.
- Cañón, S.; Gajardo, O.; Bezic, C.; Avilés, L. y Dall'Armellina, A. (2018). Capítulo: *Convolvulus arvensis* L. En: Malezas e Invasoras de la Argentina: su Identificación, Ecología y Manejo Tomo III. Historia y biología (Eds.) FERNÁNDEZ, O.; ACCIARESI, H. y LEGUIZAMÓN, E. EdiUNS. Págs.191-210. ISBN 978-987-655-193-9.

- Chang, T. H.; Lin, Y. H.; Wan, Y. L.; Chen, K. S.; Huang, J. W. & Chang, P. F. L. (2020). Degenerated virulence and irregular development of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* induced by successive subculture. *Journal of Fungi*, 6, 382.
- Charudattan, R. (2001). Biological control of weeds by means of plant pathogens: significance for integrated weed management in modern agroecology. *BioControl* 46: 229–260.
- Chaves, H. C. (2002). Correhuela. Manejo y control en producciones con riego. EEA Valle Inferior, INTA. Págs. 6-15.
- Cucchi, N. J. (2020). Agricultura sin plaguicidas sintéticos: manejo agroecológico de plagas en cultivos argentinos. Ediciones INTA. Págs. 204-206.
- Davies, M. B. (2021). Protocolo de cultivo de *Convolvulus arvensis* L. en condiciones controladas. Trabajo de intensificación para optar al grado de Técnico Universitario en Parques y Jardines. Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Pág. 15.
- Diez, P. (2013). Manejo de malezas problema: Modos de acción de herbicidas. Red de conocimiento en malezas resistentes. AAPRESID. Rosario, Argentina. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/modos-accion-herbicida-rem>. Recuperado en febrero del 2024.
- Eilenberg, J.; Hajek, A. & Lomer, C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* 46, 387-400.
- Fernández, O. A.; Leguizamón, E. S. & Acciaresi, H. A. (2014). Malezas e Invasoras de la Argentina. Tomo I, capítulo I. Definiciones, visión y enfoques, 1st ed., Bahía Blanca: Ediuns, 1-814.

- Fernández, O. A. (1982). Manejo integrado de malezas. *Planta daninha*, 5, 69-79.
- Frantzen, J.; Rossi, F. & Müller-Schärer, H. (2002). Integration of biological control of common groundsel (*Senecio vulgaris*) and chemical control. *Weed Science* 50:787-793.
- Labrada, R. (2006). Weed management: a basic component of modern crop production. *Handbook of sustainable weed management*, 21-49
- Lohmeier, U.; Farahani-Kofoet, R. D.; Kofoet, A. & Grosch, R. (2013). Factors affecting incidence and severity of leaf spot disease on lettuce caused by *Septoria birtgiae*. *Annals of applied biology*, 162, 221-230.
- Morin, L.; Watson, A. K. & Reeleder, R. D. (1989). Efficacy of *Phomopsis convolvulus* for control of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Weed Science*, 37, 830-835.
- Müller-Scharer, H. & Frantzen, J. (1996). An emerging system management approach for biological weed control in crops: *Senecio vulgaris* as a research model. *Weed Research* 36: 483-491.
- Naiki, T., & Cook, R. J. (1983). Factors in loss of pathogenicity in *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Phytopathology*, 73, 1652-1656.
- Neumann, S. & Boland, G. J. (2002). Influence of host and pathogen variables on the efficacy of *Phoma herbarum*, a potential biological control agent of *Taraxacum officinale*. *Canadian journal of botany*, 80, 425-429.
- Ormeno-Nuñez, J.; Reeleder, R. D. & Watson, A. K. (1988). A foliar disease of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) caused by *Phomopsis convolvulus*. *Plant Disease*, 72, 338-342.

- Reeleder, R. D. (1994). Factors affecting infection of evening primrose (*Oenothera biennis*) by *Septoria oenotherae*. Canadian journal of plant pathology, 16, 13-20.
- Robles, E. R. (1993) Control químico de correhuela perenne, *Convolvulus arvensis* L. en terrenos sin cultivo. Págs. 54-55.
- Santos, M.; Diáñez, F.; de Cara, M.; Camacho, F. y Tello, J. (2010). El control biológico de plagas y enfermedades. Un encuadre crítico. Cuad. Estud. Agroaliment, 1, 61-72.
- Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). Págs. 16-20.
- Sastre Hughes, F.A. (2023). Etiología y caracterización de dos enfermedades de la maleza *Convolvulus arvensis* L. en el sudoeste bonaerense. Trabajo de intensificación de Ingeniería Agronómica. Págs. 4-31.
- SENASA. (2023). Servicio Nacional Sanitario y Calidad Agroalimentaria. Disponible en: <https://www.senasa.gob.ar/tags/plaga>. Último acceso en diciembre de 2023.
- SIB. (2023). Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales. *Convolvulus arvensis* (correhuela - campanilla). <https://sib.gob.ar/especies/convolvulus-arvensis>. Recuperado en diciembre de 2023.
- Verkley, G. J. M.; Quaedvlieg, W.; Shin, H. D. & Crous, P. W. (2013). A new approach to species delimitation in *Septoria*. Studies in Mycology, 75, 213-305.
- Villamil, S.C.; Daddario J.F.F.; Lasa, M.; Hernández Duré, L.B.; Martín Arrieta, M.; Sastre-Hughes, F.A. y Anderson, F.E. (2023). Exploring biological control

of field bindweed (*Convolvulus arvensis*, Convolvulaceae) in Argentina: progress so far. Proceedings of the XVI International Symposium on Biological control of Weeds. Pág. 99.

- Weaver, S. E. & Riley, W. R. (1982). The biology of Canadian weeds.: 53. *Convolvulus arvensis* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 62, 461-472. Pág. 468.