

Capítulo 4

Enfermedades causadas por hongos que afectan el cultivo del ajo en la región de O'Higgins

Paulina Sepúlveda R.

Asesora Externa, pssr2009@gmail.com

Mónica Madariaga V.

Investigadora Virología, INIA La Platina / mmadariaga@inia.cl

Marcelo Horta G.

Técnico Agrícola, INIA Rayentué

4.1 Introducción

Las enfermedades causadas por hongos pueden provocar pérdidas importantes en rendimiento, como también en la calidad comercial de los bulbos de ajo. Dependiendo de la incidencia y severidad de cada enfermedad, estas pueden transformarse en factores limitantes para la producción, generando pérdidas económicas a los productores y exportadores.

Cada enfermedad produce síntomas que en algunos casos son sencillos de reconocer, pero que en otros casos pueden ser confundidos fácilmente con otras afecciones de la planta; es por ello necesario que un técnico con experiencia ayude a identificar correctamente los hongos y recurrir a los análisis respectivos para poder así elegir el método de control más adecuado. El manejo integrado de las enfermedades en el cultivo de ajo, permitirá controlarlas de una manera más sustentable, dando mayor valor a los productos y minimizando los daños al medio ambiente.

En el marco del proyecto FIC "Valorización y Diversificación del Cultivo del Ajo", ejecutado por INIA Rayentué, en la región de O'Higgins, se llevó a cabo una prospección de enfermedades causadas por hongos en cultivos de ajos rosado y chino. Para ello, durante el período de cultivo y en forma quincenal, se visitaron campos de agricultores asociados al proyecto, donde se determinó la incidencia de las principales enfermedada-

des que afectaban a las plantas, en cada tipo de ajo. Se realizó en cada superficie, un recuento de 200 plantas distribuidas al azar en 4 repeticiones de 50 plantas sobre una hilera. También, se analizaron semillas de diversos productores antes de la siembra.

Los resultados observados en muestras de semillas almacenadas en bodegas, por los agricultores, antes de la selección para siembra, indicaron que la mayoría de las semillas estaban sanas. Sin embargo, se encontró un bajo porcentaje de ellas afectadas por moho azul (**Figura1**) y por el hongo *Fusarium*. En las semillas de solo un productor se observaron dientes pequeños con presencia de esclerocios (estructura de resistencia, formada por compactación del micelio) del hongo *Sclerotium cepivorum* agente causal de la Pudrición blanca.



Figura 1. Imagen de un diente-semilla de ajo que presenta Moho azul.

La prospección realizada en los campos de agricultores de la región de O'Higgins, cultivados con ajo rosado y chino indicó la presencia de enfermedades como: Moho azul, con una incidencia inferior al 10% observado al inicio del cultivo; Roya, con una incidencia del 2%, observada a partir del mes de octubre; Manchas foliares causadas por los hongos *Stemphyllium* y *Alternaria* (10% de incidencia) y Pudrición blanca, causada por *Sclerotium cepivorum* con una incidencia de entre el 12 y 20%.

A continuación, se detallan las características de cada una de las enfermedades encontradas en los campos de agricultores pertenecientes al proyecto antes mencionado y sus principales formas de control.

4.2 Características de algunas enfermedades causadas por hongos

4.2.1 Moho azul

Es una de las enfermedades relevantes para el cultivo del ajo. Fue determinada en Chile en 1983 por Alicia Bruna y es causada por el hongo *Penicillium hirsutum*, Dierckx (*Penicillium corymbiferum*, Westling) y se encuentra especialmente en las regiones de Valparaíso, O'Higgins y Metropolitana. Esta enfermedad puede producir disminuciones de rendimiento de hasta un 70%, además de reducir el porcentaje de ajos de calibre exportación. Además del cultivo de ajo, esta enfermedad puede afectar a bulbos de algunas flores tales como tulipanes, jacintos y narcisos.

El hongo se puede presentar en las diferentes etapas del cultivo y también en almacenamiento. Es en esta última condición donde se deben tomar las mayores precauciones para su control, ya que de ahí proviene la mayor parte del material que se usa como semilla.

a) Sintomatología

Los bulbos afectados presentan deshidratación y manchas de color oscuro. En los dientes o bulbillos se pueden observar lesiones de color café claro hundidas, que sólo son visibles al sacar la túnica protectora. Estas lesiones pueden estar recubiertas por un moho verde azulado que corresponde al desarrollo de las conidias o unidades reproductivas del hongo.

Es posible que el patógeno se encuentre también en el interior de los dientes aparentemente sanos, en proporción variable dependiendo de los cultivares. Esto hace que, sin saberlo, mediante su transporte y manipulación, a menudo se contribuya a su diseminación.

Después de la plantación, la enfermedad se manifiesta en forma de pudrición, por lo que algunas de las plantas no llegan a emerger, mientras que las que lo logran, muestran amarillez generalizada, escaso desarrollo y marchitez (**Figura 2**). Los síntomas anteriores se hacen notorios alrededor de los 60 días después de la plantación. Finalmente, una parte de estas plantas muere, mientras que otras ven disminuido su rendimiento.



Figura 2. Imagen de un bulbo de ajo con síntomas de marchitez y presencia de micelio azulado.

b) Supervivencia y diseminación

El hongo solo sobrevive en los bulbos almacenados, transformándose en la principal fuente de infección, pero también puede permanecer en rastrojos de cultivo o en plantas voluntarias de ajo. La diseminación se produce por el viento, especialmente durante el proceso de desgrane de los bulbillos, previo a la plantación del cultivo. La enfermedad se ve favorecida por heridas presentes en los bulbos, siendo ésta la principal forma de penetración del hongo a la semilla. Por ello, es fundamental tomar todas las medidas para evitar dichas heridas, tanto, en el proceso de desgrane como en la plantación.

El hongo puede desarrollarse desde los 5° hasta los 31°C siendo su óptima temperatura de crecimiento, entre 13 y 28°C, lo que explica que pueda afectar al cultivo durante todo el ciclo vegetativo, como también durante el período de guarda. Asimismo, con bajos niveles de humedad en el suelo (no secos) especialmente en los primeros meses de cultivo, se produce un incremento notorio de esta enfermedad.

c) Control

El control de esta enfermedad debe enfocarse principalmente en la semilla, debido a que es el principal foco de infección y diseminación. Por otra parte, los síntomas en bulbos o dientes muchas veces no son visibles y sus efectos se manifiestan en la emergencia, cuando ya el daño resulta irreparable. En consecuencia, el tratamiento preventivo constituye la práctica obligada. Esto debe contemplar las siguientes medidas:

- Realizar un buen curado de los bulbos, de tal forma que las cutículas externas queden perfectamente deshidratadas e intactas.
- Eliminar durante la selección todos aquellos dientes pequeños, chupados o livianos.
- Evitar las heridas durante el proceso de desgrane de bulbos, ya sea que se efectúe en forma manual o mecánica
- Debe eliminarse el bulbillito semilla que resulte dañado.
- Sembrar prontamente una vez realizado el desgrane, de lo contrario almacenar a temperaturas inferiores a 5°C.
- Tratar los bulbillitos seleccionados para la siembra con fungicidas autorizados por el SAG.

4.2.2 Fusariosis o pudrición basal

Esta enfermedad es causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. cepae (Hans) Snyder y Hansen, y puede afectar también a cultivos de cebolla, puerro y chalota.

a) Sintomatología

Los primeros síntomas causados por este hongo consisten en un amarillamiento generalizado y la reducción del crecimiento de la planta, mientras las hojas empiezan a secarse desde el ápice hacia la base. Los ajos infectados pueden mostrar una coloración rojiza a morada en los tallos y bulbos, especialmente temprano en la temporada. Después, aparece un moho blanquecino en la base del bulbo, las raíces se pudren y las plantas se marchitan.

A nivel de bodega, durante el almacenamiento, los dientes presentan zonas deprimidas, de color café amarillento en la hoja de reserva ubicadas bajo la cubierta protectora, mientras que el tallo basal puede presentar una coloración café en su interior. Todos estos síntomas son muy similares a los producidos por el moho azul y sólo se pueden diferenciar mediante un análisis de laboratorio.

b) Sobrevivencia y diseminación

El hongo sobrevive en el suelo por algunos años, aún en ausencia de huéspedes intermediarios. Por ello, el monocultivo de ajos aumenta la incidencia de la infección, al permitir la rápida multiplicación y propagación del patógeno. De esta manera, las semillas también son portadoras y contribuyen a diseminar el hongo de una localidad a otra. El agua de riego y las lluvias facilitan también su dispersión.

El patógeno ingresa al bulbillito a través de la placa basal o tallo verdadero, lo que se ve facilitado por heridas provocadas por herramientas, insectos o durante el desgra-

ne. Además, El hongo se ve favorecido por temperaturas de suelo entre 28 y 32°C, es decir, el cultivo presenta su máxima susceptibilidad en la etapa próxima a la cosecha, mientras que bajo los 15°C la enfermedad prácticamente no se presenta. Por otro lado, durante el almacenamiento en bodegas, las pudriciones se ven favorecidas con temperaturas cercanas a 28°C, siendo las mínimas cercanas a los 8°C.

c) Control

El hongo *Fusarium* es un habitante común de los suelos que penetra fácilmente por heridas, por lo cual el control más adecuado es de tipo preventivo y considera las siguientes medidas:

- Realizar rotaciones de cultivo por al menos cuatro años, con especies que no sean hospederos del patógeno.
- Hacer un adecuado curado de los bulbos mediante una buena aireación.
- Evitar las heridas durante las labores de cultivo, cosecha y desgrane.
- Realizar desinfecciones de los bulbillos semilla con los mismos fungicidas recomendados para el moho azul.

4.2.3 Roya o polvillo

A partir de 1995, con el inicio del cultivo de ajo chino en la zona central del país, se comenzó a detectar esta enfermedad con mucha frecuencia en los cultivos, la cual es causada por el hongo *Puccinia porri* G. Wint (sin. *Puccinia allii* F. Rudolphi) y se encuentra especialmente asociada a ajos chinos que han resultado ser muy susceptibles y puede afectar también a puerros.

a) Sintomatología

Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de pústulas ovaladas de color anaranjado, que corresponden a uredosporas, las que afectan hojas y tallos florales (**Figura 3**). Posteriormente, hacia el final de la temporada de cultivo, aparecen pústulas de color café oscuro, que corresponden a las teleosporas de *P. porri*. Las hojas se desecan prematuramente, lo que acelera la maduración de los bulbos.



Figura 3. En la figura se observan una fotografía de hojas de ajo con pústulas color café rojizo, característico de roya.

b) Supervivencia y diseminación

Este hongo inverna como uredosporas o teleutosporas (tipos de esporas) en restos de tejidos infectados. Las uredosporas son más importantes en la supervivencia de la roya y pueden ser diseminadas por el viento a grandes distancias. El hongo se desarrolla en forma óptima con alta humedad relativa, cercana al 100% y temperaturas entre 10 y 15°C. La enfermedad se inhibe con temperaturas sobre los 24°C o bajo los 10°C. La roya se ve favorecida en plantas estresadas por exceso o déficit de humedad o expuestas a exceso de nitrógeno.

c) Control

Para el control de Roya se recomiendan las siguientes medidas:

- Establecer una rotación de cultivos hospederos que no pertenezcan al grupo de las aliáceas.
- Eliminar restos de cultivos enfermos.
- Tratamiento con fungicidas al aparecer las primeras pústulas (ver fungicidas autorizados en www.sag.cl).

4.2.4 Manchas foliares

Esta enfermedad es común en varios países del mundo, afecta a ajos y cebollas. Dos agentes patógenos están asociados con esta sintomatología y son *Stemphyllim vesicarium* y *Alternaria porri*.

a) Sintomatología

Los síntomas se observan en las hojas como manchas acuosas de 2 a 3 mm de diámetro, con centros blancos (**Figura 4**). A medida que las lesiones se agrandan, se zonifican con anillos y se transforman en color purpura que se extiende por las hojas y puede secar las plantas. En las manchas oscuras se observan las conidias de estos hongos que son de color café a negro.



Figura 4. La figura muestra una fotografía de hojas de ajos que manifiestan síntomas de la enfermedad Manchas foliares.

b) Supervivencia y diseminación

Ambos patógenos se desarrollan entre 6 y 34°C, sin embargo, el óptimo es 25°C con humedad relativa superior a 90%, para que se produzca la esporulación. Pueden sobrevivir en restos de tejidos afectados y se diseminan por viento y agua.

c) Control

Para efectuar un adecuado control es recomendable realizar un manejo integrado que considere un monitoreo permanente, para poder determinar la incidencia de la enfermedad en el cultivo. Se recomienda reducir la densidad de plantación para que exista mayor ventilación en las plantas y aplicar fungicidas autorizados por el SAG cuando se observen los primeros síntomas.

4.2.5 Pudrición blanca

La pudrición blanca es causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk., fue reportada por primera vez en 1965 y se encuentra en toda la zona de cultivo. Es la enfermedad más severa que tienen los cultivos de ajo en la zona sur, especialmente en las regiones de La Araucanía y de Los Lagos. Esta enfermedad se encontró en varios sectores de la región de O'Higgins y representa un peligro por su gravedad y por sobre todo por su permanencia en los suelos por mucho tiempo. Estudios realizados por INIA en la zona sur, han señalado que las pérdidas pueden llegar hasta un 70% con mono cultivo de ajos durante dos temporadas. El hongo también afecta a la cebolla, chalota y puerro.

a) Sintomatología

Los síntomas se desarrollan tanto en el follaje como en el bulbo y raíces de la planta. Los primeros síntomas corresponden a una amarillez que se inicia desde el extremo apical de las hojas y avanza hasta la base, la que luego pasa a una coloración café y las hojas terminan por morir (**Figura 5**).



Figura 5. Plantas infectadas con *Sclerotium cepivorum* Berk mostrando síntomas de amarillez y muerte de plantas.

Las raíces y bulbos se cubren con un micelio blanco algodonoso (**Figura 6**) y posteriormente, con miles de pequeños esclerocios negros de 0,2 a 0,5 milímetros de diámetro (**Figura 7**). Los esclerocios corresponden a las estructuras de resistencia del hongo, que le permiten sobrevivir en el suelo por largos períodos de tiempo. Las raíces se destruyen gradualmente, produciéndose una pudrición semihúmeda, lo que provoca que la planta se desprenda fácilmente del suelo.

Los ataques fuertes pueden causar la destrucción total de las plantas, mientras que en casos de infección tardía, la enfermedad se evidencia en el almacenaje, produciendo la pudrición de los bulbos.



Figura 6. La figura muestra imágenes de micelio blanco característico de *Sclerotium cepivorum*. a: plantas de ajo que muestran micelio blanco en los bulbos; b: detalle de un bulbo de ajo colonizado por micelio blanco.

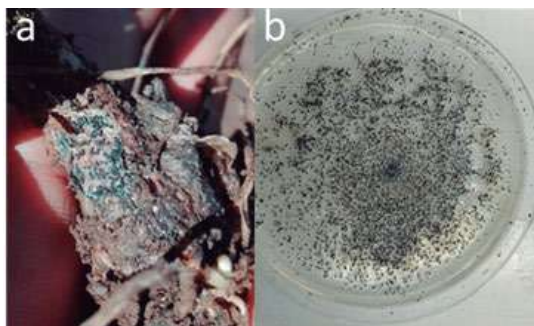


Figura 7. La figura muestra fotografías de esclerocios de *Sclerotium cepivorum*. a: Tejido afectado con esclerocios, b: esclerocios desarrollados en medio de cultivo.

b) Supervivencia y diseminación

El patógeno, al ser un hongo de suelo, puede vivir en ausencia de plantas hospedadoras en forma de esclerocios por diez o más años, los cuales, al estar en contacto con plantas de ajo, cebolla, chalota o puerro, son estimulados por sustancias secretadas por las raíces, lo que permite que germinen e infecten las plantas.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecida con temperaturas de suelo entre 10 y 24°C, en donde la temperatura óptima, es 18°C. Por sobre los 24°C el desarrollo es menor, aunque exista inóculo en el suelo. Por otro lado, la humedad favorece el avance de la enfermedad, pero en suelos excesivamente húmedos la multiplicación del hongo se ve reducida.

El hongo se disemina por esclerocios presentes en semillas contaminadas y también por labores de suelo, maquinarias, personas y riego superficial.

c) Control

El control de la enfermedad es difícil y no existe un control curativo efectivo. Hasta ahora el control es preventivo y se basa en las siguientes prácticas:

- Uso de semillas sanas, en especial, que no provengan de zonas infestadas.
- Evitar el uso de maquinaria contaminada, vehículos o personal proveniente de campos infestados, ya que los esclerocios pueden transportarse fácilmente en suelo adherido a neumáticos y maquinaria.
- Lavar con abundante agua la maquinaria o herramientas que han sido empleadas en suelos infestados, para así eliminar restos de suelo que estén presente en ellas.
- Realizar rotaciones largas en suelos infestados, de 8 a 10 años, con cultivos no susceptibles como son papa, lechuga, zanahoria, repollo, betarraga, alcachofa, espárrago, y cualquier otro cultivo hortícola que no sea ajo, cebolla, puerro ni chalota.
- Inundar el suelo por períodos de 3 a 4 semanas, ya que reduce la cantidad de inóculo existente (esclerocios).
- Solarizar con polietileno transparente el suelo, con el objetivo de elevar su temperatura, produciendo una esterilización parcial, con reducción de inóculo.
- Biofumigar suelos infestados. La biofumigación consiste en la incorporación al suelo de residuos verdes de especies hortícolas del género *Brassica* (repollo, coliflor, brócoli).
- Control biológico con el hongo *Trichoderma harsianum*.

- Uso de extracto de ajo al suelo previo a la plantación permitirá la germinación de esclerocios.
- Cosechar separadamente los sectores de plantas enfermas, de los sectores con plantas sanas.
- Eliminar restos de plantas después de la cosecha.

Considerando lo anterior, durante el desarrollo del proyecto se evaluaron diversas alternativas de control del hongo en el suelo, que podrían utilizarse en forma complementaria. A continuación, se describen:

- Evaluación, bajo condiciones controladas (*in vitro*), de diversos fungicidas para el control del hongo. La metodología consistió en sembrar micelio del hongo en medio de cultivo APD que contenían 5ppm del fungicida a evaluar (**Cuadro 1**). Las placas fueron incubadas a 24°C durante 7 días. Los resultados indicaron que varios ingredientes activos tuvieron efecto para inhibir el desarrollo del hongo, entre ellos: Tebuconazole, Iprodione y Propiconazole, pues inhibieron el crecimiento del hongo *S. cepivorum* bajo condiciones de laboratorio en valores superiores a 67,8%. Esto implica que pueden existir posibilidades de control químico para el hongo que pueden ser aplicados a las semillas de ajo (**Figura 8**).

Cuadro 1. Ingrediente activo y porcentaje de inhibición del desarrollo del hongo *Sclerotium cepivorum* en condiciones *in vitro*.

Ingrediente activo	Inhibición (%)
Boscalid	67,8
Tebuconazole	100,0
Fluazinam	100
Difenoconazole	87,7
Iprodione	100,0
Pyraclostrobin	86,0
Ciprodinil+ Fludioxonil	100,0
Fenexamid	93,6
Propiconazole	100,0

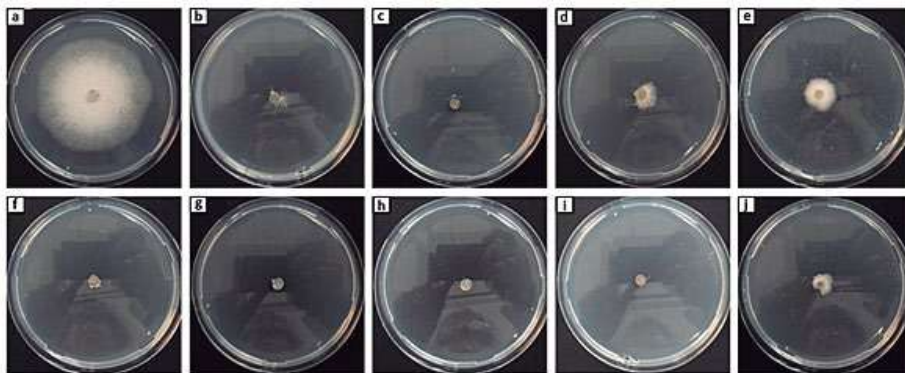


Figura 8. Desarrollo del hongo *S. cepivorum* en medio de cultivo APD con fungicida en una concentración 5 ppm. a: Testigo (sin presencia de fungicida), b: fungicida Teldor (Fenexamid), c: fungicida Horizon (Tebuconazole), d: fungicida Cantus (Boscalid), e: fungicida Comet (Pyraclostrobin), f: Iprodione Flo (Iprodione), g: fungicida Shark (Propiconazole), h: fungicida Shirlan (fluazinam), i: Switch (ciprodinil + fludioxonil), j: Score (Difenoconazol):.

ii) Uso de biocontroladores

El hongo *Trichoderma hamatum* el cual se aisló directamente desde semillas afectadas por *Sclerotium cepivorum*. Este hongo resultó tener, bajo condiciones *in vitro*, utilizando medio ADP, un excelente efecto antagónico, sin embargo, para lograr obtener un producto comercial se requiere el desarrollo de investigación futura. En la **Figura 9**, se observa el efecto antagonista de *T. hamatum* respecto a *S. cepivorum*.



Figura 9. Desarrollo de *S.cepivorum* inhibido por *Trichoderma hamatum* en medio APD.

iii) Implementación de un ensayo en campo, denominado "Validación de alternativas de control de *Sclerotium cepivorum*", cuyo objetivo fue evaluar distintas alternativas de desinfección de suelo. Se utilizaron productos fumigantes, fungicidas o un sistema biológico (pellets de brassicas, Biofence); todos complementados con el uso de Trichoderma. Este ensayo fue establecido en la temporada de cultivo 2018 y validado en la temporada siguiente.

Primera temporada de ensayo para el control del hongo *S. cepivorum*

El ensayo se estableció en un predio afectado con la enfermedad y perteneciente a un agricultor beneficiario del proyecto. Se consideraron ocho tratamientos (**Cuadro 2**) y tres repeticiones por tratamiento. Cada tratamiento y repetición fue establecido en parcelas de 2,5 metros de ancho por 7 metros de largo. Las condiciones de aplicación para cada tratamiento se detallan en el **Cuadro 3**.

Cuadro 2. Número de tratamientos y productos utilizados en cada uno de ellos.

Número de tratamiento	Productos utilizados por tratamiento
1	Testigo
2	Testigo + Trichoderma
3	Biofence
4	Biofence + Trichoderma
5	Tebuconazole
6	Tebuconazole + Trichoderma
7	Triform (1,3 Dicl.)
8	Triform (1,3 Dicl.) + Trichoderma

Cuadro 3. Condiciones de aplicación de productos fumigantes para cada tratamiento.

Producto fumigante	Dosis	Tiempo de fumigación	Tiempo ventilación
Biofence	300 grs/m ²	15 días	7 días
Tebuconazole	1 litro/200 Lts. de agua	0	0 día
Triform	40 grs/m ²	15 días	15 días
Trichoderma	10 ml/ Lt. agua	1 a 1,5 hora	0 día

Los tratamientos de Biofence y Triform fueron realizados previo a la plantación, mientras que, el tratamiento de Tebuconazole fue aplicado al momento de la siembra sobre el surco antes de tapar las semillas.

Para evaluar el efecto de los tratamientos se realizaron las siguientes actividades:

- Recuento del número de esclerocios por 100 gramos de suelo: Esta evaluación se realizó en dos oportunidades que fueron, antes de la aplicación de los tratamientos y a cosecha.
- Determinación de la incidencia de la enfermedad: Esta evaluación se realizó a cosecha
- Determinación del rendimiento del cultivo: Esta evaluación se realizó en postcosecha y se consideró el porcentaje de bulbos comerciales y bulbos enfermos.

Los resultados reflejaron que los suelos presentaban esclerocios del hongo. En la **Figura 10** se observa una disminución del número de esclerocios en los tratamientos donde se aplicó Tebuconazole (T5 y T6) estadísticamente diferente al testigo (T1) para el número de esclerocios por gramo de suelo antes del tratamiento y a cosecha.

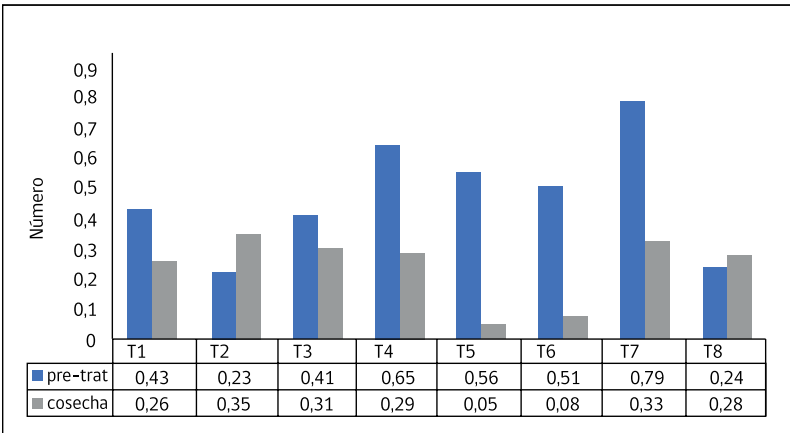


Figura 10. Número de esclerocios de *S. cepivorum* por gramo de suelo, para distintos tratamientos de control del hongo.

En la **Figura 11** se observa la incidencia de plantas enfermas para los distintos tratamientos, nuevamente se destaca el tratamiento con Tebuconazole (T5) como aquel que tuvo la menor incidencia (4,75%) de plantas enfermas con pudrición.

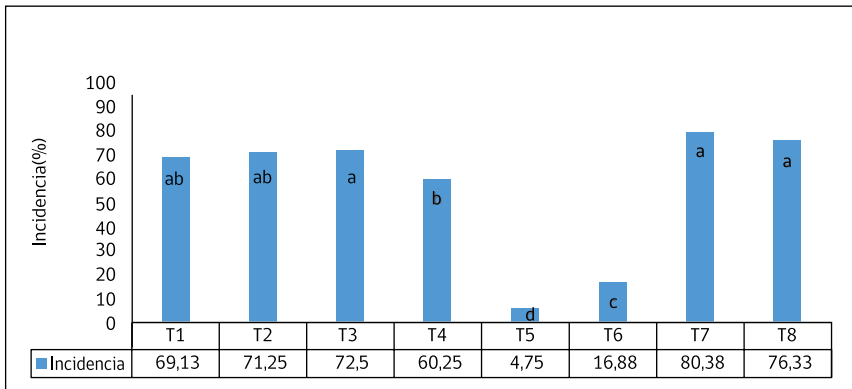


Figura 11. Incidencia de plantas enfermas para distintos tratamientos de control de *S. cepivorum*. Columnas con distinta letra son estadísticamente distintos de acuerdo a la prueba LSD $p \leq 0,05$.

En la **Figura 12**, se observa el porcentaje de bulbos calidad comercial y bulbos enfermos para los distintos tratamientos, se destaca nuevamente el tratamiento con Tebuconazole que tuvo un 80,9% de bulbos comerciales respecto al testigo, que solo tuvo 31,06%. Mientras el porcentaje de bulbos enfermos llegó a 38,34% en comparación con el tratamiento de Tebuconazole que solo tuvo 4,71% de bulbos enfermos.

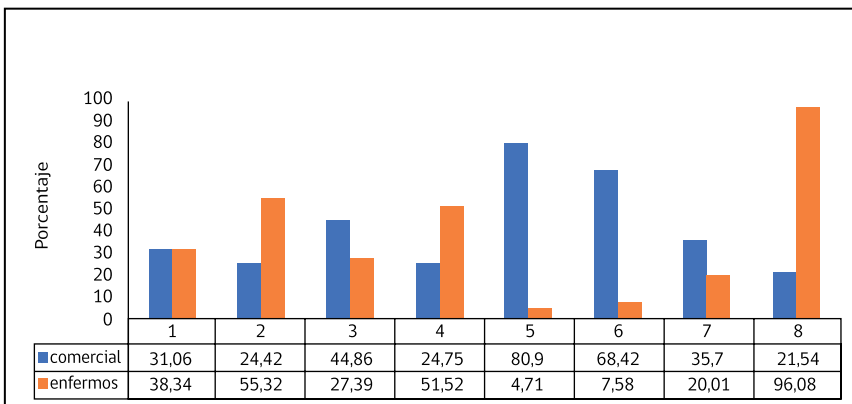


Figura 12. Porcentaje de bulbos comerciales y bulbos enfermos con *S. cepivorum* para distintos tratamientos de control, obtenidos a cosecha.

Los resultados de este ensayo demostraron que es factible disminuir el número de esclerocios en el suelo, como también aumentar el porcentaje de bulbos sanos, con el uso de Tebuconazole aplicado al surco de plantación. Las aplicaciones de *Trichoderma* no favorecieron el efecto de ninguno de los tratamientos utilizados.

Considerando los resultados obtenidos, se procedió a validar, en una segunda temporada, los tres tratamientos que arrojaron los mejores resultados.

Los resultados del primer año de evaluación, demostraron que es factible disminuir el número de esclerocios en el suelo, como también aumentar el porcentaje de bulbos sanos, con el uso de Tebuconazole aplicado al surco de plantación.

El ensayo realizado en el primer año, también permitió concluir que las aplicaciones de Trichoderma no favorecieron el efecto de ninguno de los tratamientos utilizados.

Segunda temporada de ensayo para el control del hongo *S. cepivorum*

El ensayo se realizó en el mismo predio afectado que fue utilizado en la primera temporada. Se establecieron tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento (**Cuadro 4**), que correspondieron a aquellos que mostraron las mejores respuestas en la primera temporada de ensayo. Cada tratamiento y repetición consideró una parcela de 1,5 metros de ancho por 6 metros de largo. Las condiciones de aplicación para los tratamientos 2 y 3 fueron las mismas que se detallan en el **Cuadro 3**.

Cuadro 4. Número de tratamientos y productos utilizados en cada uno de ellos.

Número de tratamiento	Productos utilizados por tratamiento
1	Testigo
2	Pellet de brásica
3	Tebuconazole

Para la evaluación del ensayo se realizaron las siguientes actividades:

- Recuento de esclerocios en el suelo de las parcelas, evaluado en tres oportunidades: Antes y post aplicación de los tratamientos y a cosecha.
- Determinación de la incidencia (número de plantas enfermas del total de plantas evaluadas, expresado en porcentaje) de la enfermedad a cosecha.
- Determinación del rendimiento del cultivo realizada en postcosecha y se consideró el porcentaje de bulbos comerciales y bulbos enfermos.

En la **Figura 13**, se observa que el número promedio de esclerocios por 100 gramos de suelo extraído de cada parcela, en los tres momentos de evaluación. En la primera determinación, antes de establecer el ensayo, no se observó diferencias significativas en el número de esclerocios presentes en cada parcela, lo cual permitió aplicar cada tratamiento a parcelas con la misma condición de infección. El recuento de esclerocios, postratamiento, mostró diferencias significativas, siendo las parcelas tratadas con Tebuconazole (Tratamiento 3) en donde se encontró el menor número de esclerocios,

mientras que en las parcelas testigo (Tratamiento 1) se encontró el mayor número de estos. Finalmente, la evaluación realizada al momento de cosecha, mostró también diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 1 el que presentó el mayor número de esclerocios por 100 grs/suelo.

En la **Figura 13** se puede observar también que el número promedio de esclerocios en las parcelas tratadas con Biofence (tratamiento 2), aumentó significativamente entre las evaluaciones realizadas en postratamiento y cosecha, mientras que el tratamiento 3, mostró que el número de esclerocios se mantuvo entre las evaluaciones realizadas postratamiento y cosecha.

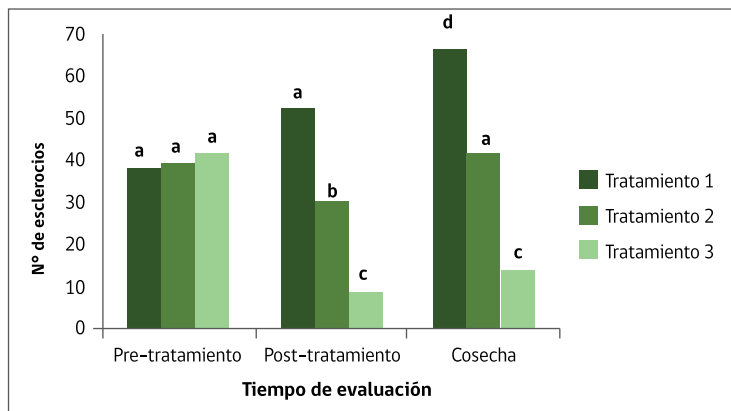


Figura 13. Número promedio de esclerocios en 100 gramos de suelo sometido a los tratamientos 1, 2 y 3 en tres tiempos diferentes: pretratamiento, postratamiento y cosecha. Las letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat, modelos lineales generalizados mixtos.

Con el fin de conocer la incidencia de la enfermedad en cada tratamiento durante el periodo de cultivo, se monitoreó el número de plantas infectadas una vez al mes a partir de los 60 días post-siembra (dps). En el tratamiento 1 y 2 las primeras plantas infectadas se observaron a los 90 dps con 4,2% y 0,5% de plantas infectadas. A los 120 dps, el tratamiento 3 manifestó infección en una planta que representó el 0,5% de las plantas evaluadas. Cada vez que se realizó una evaluación las plantas infectadas fueron arrancadas y eliminadas cuidando de no diseminar los esclerocios presentes en el suelo y en el bulbo de la planta. Durante los meses de agosto y septiembre la infección

siguió manifestándose en las plantas de los tratamientos 1 y 2 con un promedio de plantas infectadas de 5,9% y 5% respectivamente. En el tratamiento 3 no se observaron plantas infectadas durante esos meses.

En octubre hubo una clara manifestación de la enfermedad que permitió observar sintomatología en las plantas. Antes de cosecha, se realizó la última evaluación en donde los resultados indicaron diferencias significativas entre el tratamiento 3 y los otros dos. Esta diferencia se observa en la **Figura 14** en donde se puede apreciar que en el tratamiento testigo la incidencia de la enfermedad fue de 58,6% mientras que en el tratamiento 3 (Tebuconazole) tan solo un 14,9%.

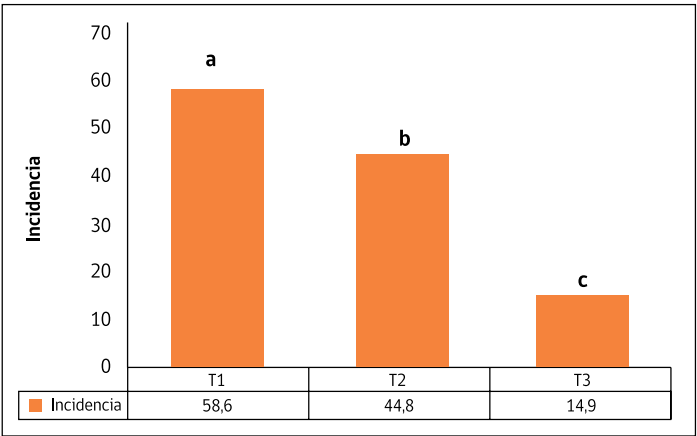


Figura 14. Incidencia (%) de plantas infectadas a cosecha en cada uno de los tratamientos. Las letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat, modelos lineales generalizados mixtos.

Después de la cosecha de los bulbos sanos, y después de finalizado el proceso de curado y desmoche, se procedió a determinar el rendimiento del cultivo por tratamiento. Esto se estimó calculando el porcentaje de bulbos que alcanzaban una calidad comercial, en cada tratamiento, en base al total de plantas establecidas al inicio del cultivo. En la **Figura 15**, se puede observar que en el tratamiento 3 el 72% de los bulbos cosechados tuvieron calidad comercial, mientras que en los tratamientos 1 y 2 tan sólo el 7,9% y 17,9% respectivamente, bajo los estándares comerciales. Por lo tanto, el tratamiento con Tebuconazole permitió obtener mejor rendimiento comercial del cultivo.

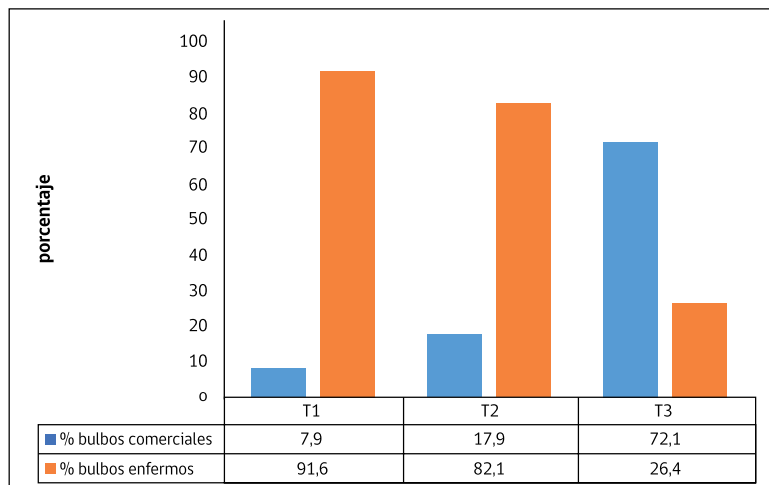


Figura 15. Porcentaje de bulbos que alcanzaron una categoría comercial y porcentaje de bulbos que no fueron cosechados debido a la enfermedad causada por *S. cepivorum*, para cada uno de los tratamientos.

4.3 Conclusión

Los ensayos desarrollados permitieron identificar al producto Tebuconazole como una alternativa de mitigación de la enfermedad “Pudrición Blanca”, durante dos años consecutivos. La disminución de esclerocios en el suelo infectado fue significativa, cuando se aplicó este producto en el surco de siembra y esta disminución de esclerocios incidió en un mayor porcentaje de bulbos de ajo cosechados con calidad comercial.

4.4 Bibliografía

- Madariaga V., M.; Sepúlveda R., P.; Horta G., M. y Catalán F., A. 2018. Pudrición Blanca. Ficha Técnica 101. INIA La Platina. 2p. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/FichasT/NR42038.pdf>
- Sepúlveda R., P. (ed). 2010. Manejo fitosanitario del cultivo de ajos. 78 p. Boletín INIA N° 213. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR37204.pdf>