

Capítulo 5

Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de ajo (*Allium Sativum* L.) en la región de O'Higgins

Pablo Meza D.

Investigador Nematología, INIA La Platina / pablo.meza@inia.cl

5.1 Introducción

Los nemátodos fitoparásitos son microorganismos de cuerpo no segmentado, incoloros y generalmente vermiformes (forma de gusano), que poseen adaptaciones especiales para su alimentación, como por ejemplo el estilete (**Figura 1**). Generalmente, habitan en el suelo desde donde acceden a sus hospederos para completar su ciclo biológico. Son considerados importantes antagonistas al desarrollo de los cultivos, ya que deterioran el sistema radical de las plantas. Debido a su tamaño microscópico y hábitos de vida, son difíciles de detectar, identificar y controlar. El daño de los nemátodos sobre los cultivos es a menudo subestimado, sin embargo, se ha establecido que en promedio provocan pérdidas de un 10% en la agricultura mundial, lo que equivale a cerca de 100 billones de dólares anualmente (Palomares-Rius y Kikuchi, 2013). Este daño se traduce en disminución de vigor y baja en la productividad, pudiendo ocasionar muerte de plantas.

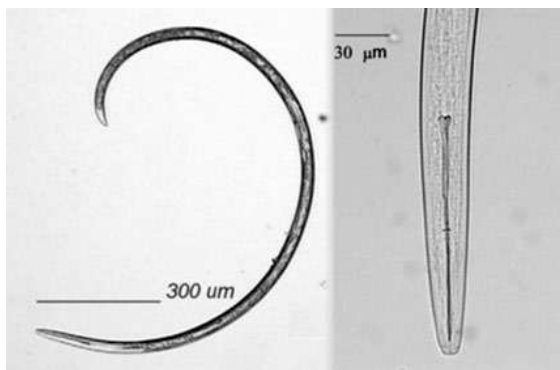


Figura 1. A la izquierda, aspecto general de un nemátodo fitoparásito. A la derecha, segmento anterior de un nemátodo fitoparásito donde se muestra el estilete.

En Chile, el estudio de los nemátodos fitoparásitos es muy limitado, principalmente por la falta de especialistas dedicados a esta rama de la sanidad vegetal. Esto ha significado que muchas veces los problemas ocasionados por estos fitoparásitos no sean identificados en el momento oportuno provocando posteriormente, graves pérdidas. Los mayores problemas ocasionados por estos patógenos en nuestro país, se relacionan estrechamente con sistemas productivos monoculturales o monocultivos, asociados generalmente a malas prácticas agrícolas.

El cultivo del ajo a nivel mundial ha mostrado una fuerte susceptibilidad frente al ataque de nemátodos fitoparásitos, especialmente del nemátodo del bulbo y tallo, *Ditylenchus dipsaci* (EPPO, 2008; EPPO, 2017; Guñe, 1991).

En el marco del proyecto “Valorización y Diversificación del Cultivo del Ajo” en la región de O’Higgins, se ha puesto especial énfasis en identificar los géneros y especies de nemátodos fitoparásitos asociados a este cultivo y a la evaluación de algunas alternativas comúnmente utilizadas para el control de patógenos de suelo.

5.2 Metodología

5.2.1 ETAPA 1: Identificación de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo del ajo

Para la identificación de nemátodos asociados al cultivo de ajo en la región de O’Higgins, se colectaron muestras de suelo en predios de seis productores de ajo chino y cuatro de ajo rosado, en las localidades de Quinta de Tilcoco, Lo de Lobos y El Abra. En estos predios se realizó un seguimiento a la población de nemátodos durante la temporada de cultivo 2017–2018. Los muestreos fueron realizados al inicio de la temporada, en media temporada y al término del cultivo. En cada predio se seleccionaron 4 sectores. Las muestras de suelo fueron tomadas con barreno, puestas en bolsas plásticas y trasladadas al Laboratorio de Nematología de INIA La Platina (La Pintana, Santiago). Posteriormente, las muestras fueron sometidas al método de Tamizado de Cobb, seguido del Embudo de Baermann por 48 horas. La identificación de especies se realizó bajo condiciones de microscopio. Al término del cultivo se realizó la extracción de nemátodos desde bulbos de ajos chinos y rosados obtenidos de las mismas localidades, para lo cual se utilizó el método de macerado y embudo de Baermann.

Para el cálculo de la frecuencia de ocurrencia (%) de géneros de nemátodos fitoparásitos, se utilizó la fórmula de Norton, 1978 (**Figura 2**). La frecuencia y la densidad promedio de los géneros identificados fueron evaluadas en los tres tiempos indicados anteriormente.

Frecuencia de ocurrencia (%) =	$\frac{\text{Número de veces que ocurre un género}}{\text{Número total de muestras}} * 100$
--------------------------------	---

Figura 2. Fórmula de Norton, 1978 (Kosgei *et al.*, 2013).

5.2.2 ETAPA 2: Evaluación de alternativas de manejo de patógenos de suelo sobre la población de nemátodos

Con el fin de optimizar los recursos asignados a este proyecto por el fondo regional, durante los ensayos destinados al control de patógenos de suelo (especialmente hongos), también se evaluó el efecto de tres tratamientos, 1) Trichoderma (150 gramos/100 litros de agua); 2) BioFence, Pellet de Brásicas (dosis comercial) y 3) Triform (dosis comercial) (**Figura 3**), más un tratamiento testigo, sobre la población total de nemátodos (incluyendo nemátodos fitoparásitos y nemátodos de vida libre o no fitoparásitos). Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento y se establecieron dos ensayos, uno en la localidad de Cerrillos (ajo chino) y otro en la localidad de Lo de Lobos (ajo rosado). En ambos casos los tratamientos fueron implementados antes de la siembra.

Para la evaluación estadística se utilizó un modelo generalizado y mixto, donde la variable respuesta fue el número total de nemátodos en 250 gramos de suelo, los efectos fijos fueron los tratamientos y el tiempo, mientras que el efecto aleatorio estuvo dado por la parcela. Los muestreos se realizaron antes de la siembra, post-aplicación, en media temporada (julio-agosto) y en cosecha. Se utilizó una distribución de Poisson con función de enlace Log. La población inicial de nemátodos se cuantificó previo al establecimiento de los ensayos. Además, se evaluó el vigor de las plantas a los 30 días post siembra (altura y diámetro basal).



Figura 3. Aplicación de un fumigante de suelo (izquierda). Suelo cubierto con mulch post-aplicación (derecha).

5.3 Resultados

5.3.1 identificación de géneros asociados al cultivo del ajo

A partir de las muestras de suelo colectadas en los predios de la región de O'Higgins se identificó nueve géneros de nemátodos fitoparásitos:

1. *Meloidogyne* spp. (nemátodo agallador)
2. *Pratylenchus* spp. (nemátodo de las lesiones)
3. *Xiphinema americanum* s. l. (nemátodo daga)
4. *Helicotylenchus* spp. (nemátodo espiral),
5. *Tylenchorhynchus* spp. (nemátodo del raquitismo)
6. Trichodoridos (nemátodo deformador)
7. *Paratylenchus* spp. (nemátodo alfiler)
8. *Hemicycliophora* spp. (nemátodo de vaina)
9. *Tylenchus* spp.

La población de nemátodos de vida libre estuvo conformada por nemátodos bacteriófagos, fungívoros, depredadores y saprófagos. Por su parte, el análisis nematológico realizado a bulbos de ajos chinos y rosados, indicó que este material vegetal se encuentra libre de nemátodos fitoparásitos. No obstante, se observó nemátodos de los géneros *Aphelenchus* y *Aphelenchoides*.

5.3.2 Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del ajo chino

En el **Cuadro 1** se muestra la frecuencia de ocurrencia relativa de los géneros de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de ajo chino en las localidades en estudio.

Este registro constituye uno de los primeros reportes de géneros de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de ajo chino en Chile. A pesar de que la frecuencia de ocurrencia de nemátodos fitoparásitos de alta patogenicidad es baja, se identificó algunos géneros muy dañinos para cultivos agrícolas como *Meloidogyne*, *Trichodorus*, *Pratylenchus* y *Xiphinema*.

Cuadro 1. Frecuencia relativa de géneros de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de ajo chino. Las mediciones fueron realizadas a inicio, media y término de temporada del cultivo.

AJO CHINO	Frecuencia relativa (%)		
	Género Nemátodo	Inicio	Media
<i>Meloidogyne</i>	17	0	33
<i>Pratylenchus</i>	33	17	33
<i>Trichodorus</i>	17	17	0
<i>Xiphinema americanum s. l.</i>	17	0	0
<i>Tylenchorhynchus</i>	50	33	50
<i>Helicotylenchus</i>	67	50	17
<i>Hemicycliophora</i>	0	17	0
<i>Tylenchus</i>	100	83	100

Cuadro 2. Población promedio de géneros de nemátodos fitoparásitos asociada al cultivo del ajo chino en las localidades de lo de Lobos y El Abra.

AJO CHINO	Densidad población/250 gr suelo		
	Género Nemátodo	Inicio	Media
<i>Meloidogyne</i>	5	0	5
<i>Pratylenchus</i>	22	5	5
<i>Trichodorus</i>	5	15	0
<i>Xiphinema americanum s. l.</i>	20	0	0
<i>Tylenchorhynchus</i>	80	15	15
<i>Helicotylenchus</i>	10	5	5
<i>Hemicycliophora</i>	0	5	0
<i>Tylenchus</i>	40	50	30

Por otro lado, en el **Cuadro 2**, se indica la densidad poblacional promedio de los géneros identificados, donde se muestra que, en general, las poblaciones de nemátodos fitoparásitos se mantienen constantes durante el ciclo de cultivo, no experimentando mayores incrementos. Aunque los valores no son particularmente altos, se debe mencionar que los nemátodos endoparásitos *Pratylenchus* spp. y los ectoparásitos *Trichodorus* spp. y *Xiphinema* spp., ocasionan daños y lesiones a las raíces que pueden servir como puntos de ingresos para hongos y bacterias.

5.3.3 Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del ajo rosado

En el **Cuadro 3** se muestra la frecuencia relativa de los géneros de nemátodos fitoparásitos identificados en predios cultivados con ajo rosado. En general, la frecuencia relativa de los géneros detectados en ajo rosado coincide con la de ajo chino, sin embargo, se observaron valores más altos en el caso del nemátodo de las lesiones, *Pratylenchus* spp.

Cuadro 3. Frecuencia relativa de géneros de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de ajo rosado. Las mediciones fueron realizadas a inicio, media y término de temporada del cultivo.

AJO ROSADO	Frecuencia relativa (%)		
Género Nemátodo	Inicio	Medio	Término
<i>Meloidogyne</i>	0	25	0
<i>Pratylenchus</i>	25	75	50
<i>Paratylenchus</i>	0	25	0
<i>Trichodorus</i>	25	25	25
<i>Xiphinema americanum s. l.</i>	25	0	0
<i>Tylenchorhynchus</i>	75	25	50
<i>Helicotylenchus</i>	25	25	0
<i>Tylenchus</i>	100	100	73

Cuadro 4. Población promedio de géneros de nemátodos fitoparásitos asociada al cultivo del ajo chino en la región de O'Higgins.

AJO ROSADO	Población/250 gr suelo		
Género nemátodo	Inicio	Medio	Término
<i>Meloidogyne</i>	0	5	0
<i>Pratylenchus</i>	20	10	5
<i>Paratylenchus</i>	0	5	0
<i>Trichodorus</i>	5	75	5
<i>Xiphinema americanum s. l.</i>	20	0	0
<i>Tylenchorhynchus</i>	10	15	10
<i>Helicotylenchus</i>	10	5	0
<i>Tylenchus</i>	75	170	65

La densidad poblacional de cada género identificado se muestra en el **Cuadro 4**. Los valores muestran que géneros conocidamente patogénicos como *Pratylenchus* y *Trichodorus*, pueden reproducirse durante todo el ciclo productivo, siendo un peligro latente para el cultivo de ajo rosado en la región. Por lo que es recomendable mantener un monitoreo de las poblaciones antes de la siembra y durante el cultivo.

5.3.4 Evaluación de alternativas de manejo de patógenos de suelo, sobre la población de nemátodos

Aunque en esta investigación se identificaron géneros de nemátodos fitoparásitos potencialmente dañinos para el cultivo del ajo, en general, los niveles poblacionales detectados en las áreas estudiadas no ameritan la recomendación del uso de agroquímicos para su control. Sin embargo, es necesario mencionar que, al establecer el cultivo del ajo como una práctica del tipo monocultural o monocultivo, existe el peligro potencial del incremento de las poblaciones de patógenos en el suelo, lo que podría ocasionar graves pérdidas en la producción en el mediano y largo plazo. Una situación similar se ha observado en monocultivos de papas, tomates, remolacha y otros establecidos en Chile, en los que se han registrado graves pérdidas económicas ocasionadas por nemátodos fitoparásitos. Teniendo esto en consideración, se realizó la evaluación nematológica de los tratamientos que se indican en el **Cuadro 5**, sobre la población de nemátodos asociada a ajo chino.

Cuadro 5. Población total de nemátodos (fitoparásitos y no fitoparásitos). Ensayo ajo chino.

Tratamiento	Población total de nemátodos post-tratamiento (*)	Población total de nemátodos en media temporada (*)	Población total de nemátodos al Término del ensayo (*)
1. Testigo	80 a	1445 a	1485 a
2. Trichoderma	490 b	1500 a	1375 a
3. Pellet de Brassicas	110 a	565 b	2990 a
4. Triform	5 c	20 c	1755 a

(*) Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

En el análisis se consideró la población total de nemátodos, la que incluye fitoparásitos y no fitoparásitos. Esto se realizó para mostrar el efecto de cada tratamiento sobre la nematofauna total asociada al cultivo. De todas formas, se debe mencionar que en esta evaluación la población total de nemátodos fitoparásitos fue baja. Los resultados del **Cuadro 5**, muestran que post-aplicación Triform disminuye en forma significativa la población total de nemátodos. Por su parte, Trichoderma estimula la población en el suelo alcanzando valores superiores a los observados en el testigo. En media temporada, el pellet de Brássicas y Triform mantienen niveles inferiores a los registrados en el Testigo y en Trichoderma, mientras que al término del ensayo no se observó diferencias estadísticas entre tratamientos.

En cuanto a la evaluación del vigor de plantas a los 30 días, los resultados se muestran en el **Cuadro 6**. En este se puede apreciar que en sectores tratados con Trichoderma

y Triform se alcanzó una altura mayor a la del tratamiento testigo, algo similar ocurre en sectores tratados con pellet de Brásicas, aunque este último no mostró diferencias con el testigo. En cuanto al diámetro basal no se observó diferencias estadísticas entre tratamientos.

Cuadro 6. Vigor de plantas 30 días post-establecimiento. Ensayo ajo Chino.

Tratamiento	Altura de plantas (cm) (*)	Diámetro basal (cm) (*)
1. Testigo	11,2 a	4,8 a
2. Trichoderma	12,6 b	4,7 a
3. Pellet de Brassica	12,3 ab	4,8 a
4. Triform	12,8 b	4,7 a

(*) Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Por otra parte, en el **Cuadro 7** se muestra la población de nemátodos asociada a los tratamientos evaluados en ajo rosado. Los resultados indican que post-aplicación Triform disminuye considerablemente la población total de nemátodos. En media temporada los tres tratamientos disminuyen la población en relación al testigo, mientras que al término del ensayo no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

Cuadro 7. Población total de nemátodos (fitoparásitos y no fitoparásitos). Ensayo ajo rosado.

Tratamiento	Población total de nemátodos post-tratamiento (*)	Población total de nemátodos en media temporada (*)	Población total de nemátodos al término del ensayo (*)
1. Testigo	330 d	1195 b	2275 a
2. Trichoderma	230 e	665 c	1615 a
3. Pellet de Brásicas	400 d	140 e	2075 a
4. Triform	10 f	190 e	1695 a

(*) Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

En cuanto a la evaluación del vigor de plantas a los 30 días post-siembra (**Cuadro 8**), se observó que en los sectores tratados con Trichoderma, Pellet de Brásicas y Triform, se alcanzaron mayores valores en relación al testigo. Esto indica un efecto positivo de los tratamientos en el establecimiento de las plantas.

Cuadro 8. Vigor de plantas 30 días post-siembra. Ensayo ajo rosado.

Tratamiento	Altura de plantas (cm) (*)	Diámetro basal (cm) (*)
1. Testigo	19,0 a	6,9 a
2. Trichoderma	20,7 b	7,6 b
3. Pellet de Brassica	20,3 b	7,6 b
4. Triform	20,5 b	7,6 b

(*) Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

5.4 Conclusión

Los resultados de esta investigación son uno de los primeros antecedentes de la población de nemátodos fitoparásitos, asociada al cultivo del ajo en la región de O'Higgins. Durante su desarrollo se han detectado algunos géneros muy dañinos para cultivos agrícolas, como el nemátodo agallador, *Meloidogyne* sp. y el nemátodo de las lesiones, *Pratylenchus* sp. Aunque, los niveles poblacionales detectados no son elevados, su presencia y la de otros géneros fitoparásitos (ver sección 5.3.1), pone la voz de alerta de su daño potencial. En relación a los géneros *Aphelenchus* y *Aphelenchoides* identificados en muestras de suelo y bulbos, aunque estos nemátodos son generalmente descritos como no fitoparásitos, algunas especies sí lo son, por lo tanto, se deberán realizar nuevas investigaciones, que permitan establecer la relación que existe entre ellos y el cultivo del ajo en la región.

Es recomendable que los productores mantengan un monitoreo de las poblaciones de nemátodos, tanto en pre-establecimiento de semillas, como durante el ciclo productivo, así podrán chequear la evolución de las poblaciones, evitando los problemas y pérdidas económicas que se han observado en otros monocultivos establecidos en el país, debido al incremento de estos fitoparásitos. Además, es conveniente que tomen medidas preventivas que limiten el ingreso de nemátodos a sus predios, como por ejemplo, la remoción o limpieza del suelo adherido a ruedas de maquinarias provenientes de otros predios agrícolas (Meza y Muñoz, 2015). En términos de manejo agronómico, y aunque no se incluye en este informe, se observó en predios que no realizan un adecuado manejo de malezas, un aumento de la población de nemátodos en relación a predios que sí lo hacen.

Por otro lado, la evaluación de las tres alternativas de manejo de patógenos de suelo sobre la población total de nemátodos, mostró una disminución general de la población y una mejora en los parámetros de vigor. Más allá de que estas alternativas pue-

dan o deban ser incorporadas en forma rutinaria a la producción del ajo en la región, esta evaluación científico-técnica, tuvo la finalidad de evaluarlas como posibles herramientas, frente a futuros escenarios de aumento de los niveles poblacionales de nemátodos fitoparásitos.

Finalmente, sería conveniente ampliar el área de estudio a otras localidades dedicadas al cultivo de esta hortaliza en la región y al mismo tiempo, realizar estudios en otros cultivos susceptibles del ataque de estos fitoparásitos, como por ejemplo papas, tomates y frutales. De esta forma, se logrará una mejor percepción y cuantificación del daño y prevalencia que tienen estos antagonistas al desarrollo de la agricultura de la región de O'Higgins.

5.5 Bibliografía

- *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci*. (2008). EPPO Bulletin, 38(3), 363-373. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2008.01247.x>.
- Guiñez S., A. (1991). Control del nemátodo del tallo y bulbo (Kuhn) Filipjeb, en cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). Agricultura Técnica, 51(3), 233-236. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR09969.pdf>.
- Kosgei Kibet, T., Kinyua, J., Kariuki, D., Mamati, E. G., & Onguso, J. (2013). Diversity and distribution of soil nematodes in Nigere tea catchment area of Muranga county, Kenya. African Journal of Agricultural Research, 8(18), 1986-1989. <https://doi.org/10.5897/ajar12.224>.
- Meza, P., & Muñoz, M. (2015). Amenaza Bajo Tierra: Ocho Medidas para Prevenir y Limitar la infestación con Nemátodos fitoparásitos. Revista Mundoagro, 7(71), 50-51.
- Palomares-Rius, J. E., & Kikuchi, T. (2013). -Omics fields of study related to plant-parasitic nematodes. Journal of Integrated OMICS, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.5584/jio-mics.v3i1.120>.
- PM 7/87 (2) *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci*. (2017). EPPO Bulletin, 47(3), 401-419. <https://doi.org/10.1111/epp.12433>.