



# Identificación de nemátodos fitoparásitos presentes en cultivo de soja (*Glycine max*) en la localidad de Almeida, San Pedro

---

GUILLERMO IVÁN JOB VILLALBA CUBILLA  
Universidad Columbia del Paraguay

## **Resumen**

La sanidad del cultivo de soja (*Glycine max*) es una gran prioridad debido a la importancia que posee como producto de exportación, lo cual motiva constantes investigaciones para evitar pérdidas y establecer medidas preventivas y correctivas para un mejor manejo y reducción de amenazas por plagas y enfermedades. El objetivo de la investigación fue identificar nemátodos fitoparásitos presentes en cultivo de soja (*Glycine max*) en la localidad de Almeida, departamento de San Pedro, Paraguay. Para el estudio se tomaron muestras de suelo y raíces y las mismas fueron procesadas en el Laboratorio de Clínica Vegetal de la Universidad de San Carlos. Se identificaron 7 géneros de nematodos fitoparásitos en 100 cm<sup>3</sup> de suelo: *Criconemella* sp., *Helicotylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Scutellonema* sp., *Trichodorus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Xiphinema* sp. y nemátodos del grupo Tylenchidos, y en raíces: *Helicotylenchus* sp. y nemátodos del grupo Tylenchidos. También se identificaron nematodos benéficos de vida libre: bacteriófagos, *Aphelenchoides* sp., *Dorilaimids* y predadores. En cuanto a la abundancia predominaron los géneros *Helicotylenchus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp. en el suelo y el género *Helicotylenchus* y Tylenchidos en raíces. El índice de diversidad de Shannon indicó que la comunidad de nematodos en la zona de estudio es poco diversa.

**Palabras Clave:** soja, nemátodos fitoparásitos, exportación

## **Abstract**

The health of the soybean crop (*Glycine max*) is a high priority due to its importance as an export product, which motivates constant research to avoid losses and establish preventive and corrective measures for better management and reduction of threats by pests and diseases. The objective of the research was to identify phytoparasitic nematodes present in soybean (*Glycine max*) crops in the town of Almeida, department of San Pedro, Paraguay. For the study, soil and root samples were taken and processed in the Plant Clinic Laboratory of the University of San Carlos. Seven genera of plant parasitic nematodes were identified in 100 cm<sup>3</sup> of soil: *Criconemella* sp., *Helicotylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Scutellonema* sp., *Trichodorus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Xiphinema* sp. and nematodes of the Tylenchidos group, and on roots: *Helicotylenchus* sp. and nematodes of the Tylenchidos group. Beneficial free-living nematodes were also identified: bacteriophages, *Aphelenchoides* sp., *Dorilaimids* and predators. Regarding abundance, the genera *Helicotylenchus* sp. and *Tylenchorhynchus* sp. in the soil and the genus *Helicotylenchus* and Tylenchidos in roots. The Shannon diversity index indicated that the nematode community in the study area is not very diverse.

**Keywords:** soybean, plant parasitic nematodes, export

## Introducción

La soja (*Glycine max*) es un cultivo oleaginoso perteneciente a la familia Fabaceae, originaria del norte y centro de China, se introdujo en América a comienzos del siglo XVIII. Es uno de los cultivos más importantes en el mundo. Aportan proteínas para el consumo humano directa e indirectamente a través de alimentos procesados o productos ganaderos (MAG, 2010 como se citó en Nakayama, 2018, p. 8). Actualmente Paraguay se destaca como el octavo mayor productor y el sexto mayor exportador en el mundo<sup>1</sup>, lo cual constituye a la soja en uno de los principales generadores de divisas en el país (CAPECO, 2023).

La notable importancia del cultivo hace prioritaria la constante búsqueda de la sanidad en el cultivo. En la actualidad, la rentabilidad del cultivo de soja en el país puede hallarse amenazada por un alto grado de infestación de nematodos fitoparásitos. Los nematodos fitoparásitos son plagas importantes que causan pérdidas de rendimiento económicamente altas en los cultivos en todo el mundo. Watkins et al. (2012) mencionan que los nematodos fitoparásitos comprenden el 15% del número total de especies de nematodos actualmente conocidas. Pueden resultar en pérdidas de rendimiento del 20% en un solo cultivo y costar más de \$150 mil millones en pérdidas de cultivos a nivel mundial cada año.

Los nematodos parásitos dañan la planta huésped al causar heridas en las raíces de la planta y algunas enfermedades microbianas, formar manchas marrones en la raíz e hinchar o pudrir los tubérculos en las partes aéreas de la planta. Los nematodos fitoparásitos utilizan diversas herramientas moleculares y genéticas para parasitar las plantas. La infección por nematodos da como resultado la formación de agallas en las raíces como síntomas subterráneos; sin embargo, la necrosis y la clorosis de las hojas, el crecimiento atrofiado y en parches, el posible marchitamiento y la predisposición a varios hongos patógenos también se pueden observar en las partes aéreas de las plantas. Los nematodos agalladores y los nematodos quísticos desarrollan células gigantes y sincitios, respectivamente, en las raíces de las plantas, que actúan como fuente continua de nutrición para las etapas sedentarias del nematodo (Saeed et al., 2020).

Dada la enorme consecuencia de la presencia de nematodos fitoparásitos en los cultivos, se hace necesario el constante monitoreo en las áreas cultivadas a fin de generar información relevante que permita establecer medidas para un manejo y control adecuado para disminución de la población de nematodos.

Por todo lo expuesto, el objetivo general del estudio fue identificar los nemátodos fitoparásitos presentes en cultivo de soja (*Glycine max*) en la localidad de Almeida, San Pedro; y los objetivos específicos consisten en Determinar los géneros de nemátodos fitoparásitos presentes en el cultivo de soja (*Glycine max*) en la localidad de Almeida; Cuantificar las poblaciones de nemátodos fitoparásitos presentes en el cultivo de soja (*Glycine max*) en la localidad de Almeida; y Determinar parámetros ecológicos de la comunidad de nematodos mediante el índice de diversidad de Shannon.

## Materiales y métodos

El presente estudio fue no experimental, ya que no se realizó la manipulación de variables, sino que se identificó la presencia de nematodos fitoparásitos en cultivo de soja ya establecido, mediante el muestreo de suelo y de las raíces en el área del cultivo. El enfoque adoptado fue cualitativo al realizar la identificación de fitoparásitos a nivel de género y cuantitativo al realizar la cuantificación de la abundancia de los fitoparásitos identificados. El alcance se limitó a la recolección de muestras de suelo y raíces de un campo de cultivo de soja de la variedad Monsoy M 5947 IPRO en la compañía de Almeida, San Pedro latitud 24°27' y longitud 56°23' para su análisis en laboratorio, en el año 2023.

---

<sup>1</sup> Hasta 2022 Paraguay ocupaba el sexto lugar como productor y cuarto como exportador

El trabajo constó de dos fases, una de campo y otra de laboratorio. En la fase de campo, el muestreo de suelo fue realizado tomando 5 submuestras en 4 puntos distintos de 1 (una) ha. de cultivo, totalizando 20 submuestras y en cuanto a las raíces muestreadas fueron extraídas del cultivo de soja con un peso de aproximadamente 250 gr por muestra. En la fase de laboratorio, el análisis de la muestra fue realizado en el Laboratorio de Clínica Vegetal de la universidad de San Carlos, ubicado en Asunción, Paraguay. Para para la identificación y conteo poblacional se extrajeron los nematodos de las muestras de suelo colectadas, utilizando la técnica de extracción conocida como el embudo de Baermann. En cuanto a las muestras de raíces se utilizó el método de Stermerding Para la identificación de género mediante la observación en microscopio se utilizaron claves taxonómicas especializadas. Para calcular el índice de diversidad de especies se utilizó la fórmula de Shannon  $H = - \sum p_i * \ln (p_i)$ .

Donde:

H = Diversidad de especies

Pi = es la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N obteniendo pi de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies.

Ln (pi) = logaritmo natural. De pi.

Se aplicó un análisis descriptivo. Los resultados obtenidos fueron tabulados en Excel y presentados en tablas y figuras.

## Resultados

### *Géneros de nemátodos fitoparásitos presentes en el cultivo de soja (Glycine max)*

En la figura 1 se observa que fue posible identificar un total de 7 géneros de nematodos fitoparásitos, correspondientes a *Criconebella sp.* (0,2%), *Helicotylenchus sp.* (16,3%), *Meloidogyne sp.* (1,2%), *Scutellonema sp.* (0,2%), *Trichodorus sp.* (0,1%), *Tylenchorhynchus sp.* (12,4%), *Xiphinema sp.* (0,2%) y Tylenchidos (2,8%). También se identificó la presencia de nematodos de vida libre (no fitoparásitos) como ser: bacteriófagos (21,8%), fungívoros como *Aphelenchoides sp.* (7,3%) y Doriláimidos (30,2%) y los predadores (7,5%).

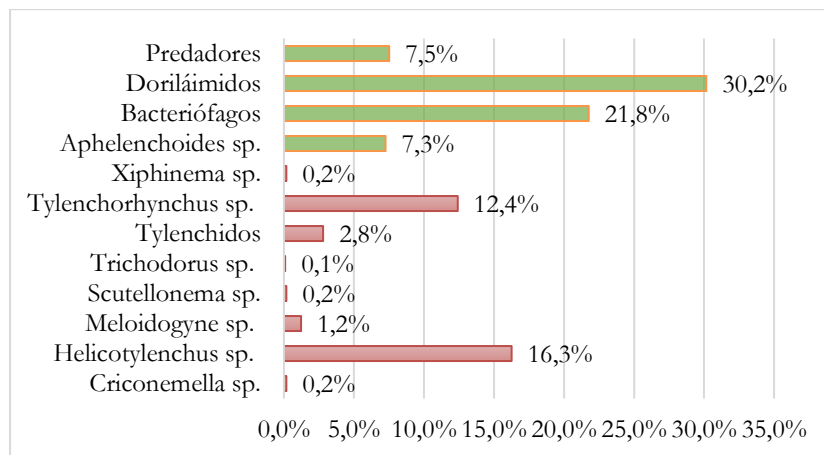


Figura 1: Identificación de nematodos en el suelo a nivel de género

Estudios similares (Pedrozo, 2008a; Pedrozo, 2008b) reportaron la misma incidencia de estos géneros, sobre todo de *Meloidogyne sp.*, *Helicotylenchus sp.* y *Scutellonema sp.*, asociados al cultivo de soja, en casi todos los

distritos del Departamento de Itapúa. Además, resultados muy similares a los de esta investigación fueron reportadas por Caballero et al. (2021) quienes identificaron los géneros *Criconebella*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Scutellonema*, *Tylenchorhynchus*, *Trichodorus*, *Xiphidurus* y nematodos del grupo *Tylenchidos* en suelos de Itapúa.

González (2013) refiere que entre los distintos factores que permiten hallar una especie de nematodo en el suelo es la textura debido a que el tamaño del poro del suelo es determinante para la sobrevivencia del nemátodo ya que dicho poro captura el aire, vital para el metabolismo del nemátodo. Mientras que Caballero et al. (2021) por su parte atribuyen la amplia presencia de *Helicotylenchus sp.* a su fácil capacidad de adaptación al suelo.

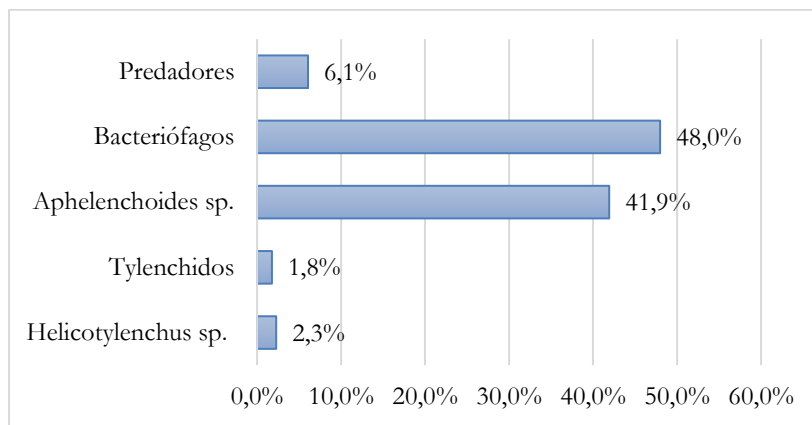


Figura 2: Identificación de nematodos en la raíz a nivel de género

En la figura 2 se observa que en cuanto a los géneros identificados en la raíz, se encontró el género *Helicotylenchus sp.* (2,3%) y un grupo de Tylenchidos (1,8%). En tanto que la presencia de nematodos de vida libre corresponde a un 41,9% *Aphelenchoides sp.*, 48% de bacteriófagos y 6,1% de predadores.

Al respecto, González (2013), Lima et al. (2018) y Gómez (2019) también reportaron principalmente la presencia de los géneros *Aphelenchoides sp.*, *Helicotylenchus sp.*, Tylenchidos y nematodos de Vida libre como los bacteriófagos y predadores.

### ***Poblaciones de nemátodos fitoparásitos presentes en el cultivo de soja (Glycine max)***

En lo que respecta al suelo, en la tabla 1 se observa la abundancia de nematodos en 100 cm<sup>3</sup>, siendo los más abundantes *Helicotylenchus sp.* (372) y *Tylenchorhynchus sp.* (284). En el caso de los nematodos de vida libre los rangos de abundancia fueron Doriláimidos (690), Bacteriófagos (498), Aphelenchoides (166) y Predadores (172).

Géneros y grupos en 100 cm <sup>3</sup>	Suelo				Raíces			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Total	Mínimo	Máximo	Promedio	Total
<i>Criconebella sp.</i>	0	2	2	4				
<i>Helicotylenchus sp.</i>	6	206	93	372	0	14	9	18
<i>Meloidogyne sp.</i>	2	24	9	28	-	-	-	-

<i>Scutellonema sp.</i>	0	4	4	<b>4</b>	-	-	-	-
<i>Trichodorus sp.</i>	0	2	2	<b>2</b>	-	-	-	-
<i>Tylenchidos</i>	10	26	16	<b>64</b>	0	8	5	<b>14</b>
<i>Tylenchorhynchus sp.</i>	34	138	71	<b>284</b>	-	-	-	-
<i>Xiphinema sp.</i>	0	4	4	<b>4</b>	-	-	-	-
<i>Aphelenchoides sp.</i>	24	62	42	<b>166</b>	58	110	83	<b>332</b>
Bacteriófagos	92	176	125	<b>498</b>	52	134	95	<b>380</b>
Doriláimidos	152	232	173	<b>690</b>	-	-	-	-
Predadores	0	88	57	<b>172</b>	8	14	12	<b>48</b>

Tabla 1: Cuantificación de nematodos en el suelo y raíces a nivel de género

De los resultados de las muestras de suelo, las cantidades más preocupantes son la presencia de *Meloidogyne* que supera los 10 individuos, y la de *Tylenchorhynchus* que supera los 100 individuos, lo cual requiere monitoreo y aplicación de medidas de manejo integrado. Al respecto, Caballero et al. (2021) mencionan que las características propias del endoparásito *Meloidogyne* le confieren producir un innegable impacto negativo en los cultivos, al provocar pérdidas y el fracaso de la producción, siendo considerado un parásito de alto riesgo para la seguridad alimentaria.

En cuanto a la abundancia de nematodos fitoparásitos identificados en raíces se registró: *Helicotylenchus* (18) y *Tylenchidos* (14), siendo valores que no representan cantidades preocupantes. Respecto a los nematodos de vida libre, se registró lo siguiente: *Aphelenchoides sp.* (332), Bacteriófagos (380) y Predadores (48).

Viendo los resultados, se considera que, en cuanto a los géneros identificados en raíces, estos no se encuentran en cantidades que puedan considerarse amenazantes para el cultivo. No obstante, se debe considerar que los nematodos de vida libre si bien no son de preocupación para el cultivo sirven como indicadores de la salud del suelo. Al respecto, Caballero et al. (2021) explican que estos nematodos son sensibles a las perturbaciones, por tanto, sus bajas poblaciones en los suelos cultivados a veces indican la degradación de la fertilidad del suelo y de sus propiedades.

### Índices de diversidad de Shannon

Para comprender los datos que se muestran en las siguientes tablas se debe considerar que el índice de Shannon tiene como valores de referencia a valores debajo de 2 para baja diversidad y 4 para alta diversidad.

Suelo	N° Individuos	Pi	Pi*Ln Pi
<i>Criconemella sp.</i>	4	0,002	-0,011
<i>Helicotylenchus sp.</i>	372	0,163	-0,295
<i>Meloidogyne sp.</i>	28	0,012	-0,054
<i>Scutellonema sp.</i>	4	0,002	-0,011
<i>Trichodorus sp.</i>	2	0,001	-0,006
<i>Tylenchidos</i>	64	0,028	-0,100
<i>Tylenchorhynchus sp.</i>	284	0,124	-0,259
<i>Xiphinema sp.</i>	4	0,002	-0,011
<i>Aphelenchoides sp.</i>	166	0,073	-0,190
Bacteriófagos	498	0,218	-0,332
Doriláimidos	690	0,302	-0,362
Predadores	172	0,075	-0,195
<b>Sumatoria</b>	<b>2288</b>	<b>1</b>	<b>-1,826</b>
			-1
<b>Índice de Shannon</b>			<b>1,826</b>

Tabla 2: Índice de diversidad de Shannon basado en los nematodos identificados en el suelo en los puntos de muestreo

El índice de diversidad calculado en la tabla 2 indica un valor de 1,826 con alta presencia de *Helicotylenchus* en suelo, siendo este un nematodo potencialmente perjudicial. Estudios similares de diversidad de nematodos en distintos cultivos al igual que en sitios naturales realizados por Ballina et al. (2012); González (2013) y Salas (2019) reportan también la alta diversidad de este nematodo. Al respecto, Caballero et al. (2021) explican que puede deberse a que posee un amplio rango de tolerancia a diferentes cambios físicos y químicos del suelo. En cuanto a la baja diversidad en general, Caballero et al. (2021) señalan también que en suelos de cultivos anuales puede deberse al uso de pesticidas y otros insumos agrícolas que reducen la presencia de nematodos fitoparásitos gracias al buen control realizado.

Raíces	Individuos	Pi	Pi*Ln Pi
<i>Helicotylenchus sp.</i>	18	0,023	-0,086
<i>Tylenchidos</i>	14	0,018	-0,071
<i>Aphelenchoides sp.</i>	332	0,419	-0,364
Bacteriófagos	380	0,480	-0,352
Predadores	48	0,061	-0,170
<b>Sumatoria</b>	<b>792</b>	<b>1</b>	<b>-1,044</b>
			-1
<b>Índice de Shannon</b>			<b>1,044</b>

Tabla 3: Índice de diversidad de Shannon basado en los nematodos identificados en raíces en los puntos de muestreo

En la tabla 3 se observa que el valor obtenido es de 1,044. Este índice de diversidad nematológica indica que en la zona de estudio destinada al cultivo de soja existe una baja diversidad de nematodos fitoparásitos en raíces. Caballero et al. (2021) mencionan que entre las razones de la presencia de bajas poblaciones el determinante podría ser el factor “edad” pero que esto podría aumentar con los años por lo que el monitoreo constante es de suma importancia.

## Referencias

- Ballina, H., Herrera, E., Kantun, C., Suárez, J., & Ruiz, E. (2012). Diversidad de nematodos del suelo. *Fitosanidad*, 16(2), 97-100. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209126216008.pdf>
- Caballero, G., Resquín, G., Lugo, F., Gini, A., Alcázar, L., Cano, D., & López, H. (2021). Distribución y abundancia de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de yerba mate en Itapúa: Un riesgo potencial e inminente. *Rev. Invest. y Est.*, 12(2), 11-27. <https://doi.org/10.47133/IEUNA2122b>
- CAPECO. (2023). Paraguay desciende dos lugares en el ranking mundial de mayores productores y exportadores de soja. *CAPECO*. <https://capeco.org.py/2023/01/13/paraguay-desciende-dos-lugares-en-el-ranking-mundial-de-mayores-productores-y-exportadores-de-soja/>
- Gómez, E. (2019). *Identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (Coffea arabica L.) en la provincia de Loja*. Universidad Nacional de Loja.
- González, U. (2013). *Diversidad de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de maíz en el municipio de Guasave, Sinaloa* [Tesis de Maestría]. Instituto Politécnico Nacional.
- Lima, I., Bravo, R., & Aguilar, M. (2018). Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de Maíz (*Zea mays L.*) en las regiones de Puno y Cusco. *Rev. Investig. Altoandín.*, 20(1), 31-38.
- Nakayama, H. (2018). *Cultivo de la Soja en Paraguay*. <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/hector-nakayama-soja.pdf>
- Pedrozo, L. (2008a). *Evaluación de la población de Rotylenchulus reniformis en cultivo de soja, en las principales zonas de producción del departamento Itapúa*. MAG-IANJ/INBIO. <https://www.inbio.org.py/informes/publicaciones/Nematodos-del-cultivo-de-soja-en-Paraguay.pdf>

- Pedrozo, L. (2008b). *Monitoreo del nematodo quiste de la soja Heterodera glycines en las principales zonas de producción*. MAG-IANJ/INBIO. <https://www.inbio.org.py/informes/publicaciones/Nematodos-del-cultivo-de-soja-en-Paraguay.pdf>
- Saeed, F., Hashmi, M., Hossain, M., Ali, M., & Bakhsh, A. (2020). Tecnologías transgénicas para el manejo eficiente de plagas de insectos en plantas de cultivo. En *Transgenic Technology Based Value Addition in Plant Biotechnology* (pp. 123-156). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818632-9.00006-X>
- Salas, A. (2019). *Estudio de la diversidad de nematodos asociados al sustrato como indicadores de la calidad del suelo en agroecosistemas* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/74184>
- Watkins, P., Huesing, J., Margam, V., Murdock, L., & Higgins, T. (2012). Insectos, nematodos y otras plagas. En A. Altman & P. Hasegawa (Eds.), *Plant Biotechnology and Agriculture* (pp. 353-370). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381466-1.00023-7>

### **Sobre el autor**

Guillermo Iván Job Villalba Cubilla, cuenta con sólidos conocimientos y experiencia de manejo financiero en el ámbito agrícola. Ha trabajado en el análisis de costos de producción, optimización de recursos y estrategias de comercialización, garantizando el crecimiento sostenible de las unidades productivas. Su interés por la biología computacional lo ha llevado a desarrollar habilidades en el análisis de datos y la aplicación de modelos computacionales en el campo agrícola, a través de herramientas y técnicas para estudiar y resolver problemas complejos relacionados con la genética, mejoramiento de cultivos y procesos biológicos. Ha participado en proyectos de voluntariado, tanto local como internacionalmente, brindando apoyo en áreas como educación (AIESEC), seguridad (CBVP), desarrollo comunitario (TECHO) y salud humana (Mamá Cultiva). Es un defensor del desarrollo sostenible en el sector agrícola. Le apasiona encontrar soluciones innovadoras y sostenibles que equilibren la productividad agrícola con la conservación del medio ambiente y el bienestar de las comunidades.

Correo electrónico: [guillermovillalba@outlook.com](mailto:guillermovillalba@outlook.com)

Perfil en LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/guillermovillalbacubilla>