Entre los cultivos susceptibles se encuentra el arroz [en Colombia, de acuerdo con Buriticá (1999), causa la punta blanca del arroz reportada en los Llanos Orientales y gran parte del país], la fresa, plantas ornamentales, plantas forrajeras y, más recientemente, habichuela, soya, algodón y frijol caupí (Favoreto & Meyer, 2019).

Consideraciones para el manejo de la enfermedad

La población del nematodo en áreas infestadas es dependiente del tipo de manejo del cultivo. Su reducción estaría asociada a evitar la siembra de plantas hospederas durante la rotación de cultivos y la eliminación de arvenses susceptibles. La siembra directa sobre residuos de cosecha en regiones donde el nematodo del tallo verde está presente no es recomendada. Entre los cultivos susceptibles, el algodón (*Gossypium hirsutum*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*) y el caupí (*Vigna unguiculata*) son hospederos alternativos que facilitan la multiplicación del nematodo y se debe evitar su siembra en zonas de incidencia en la rotación con soya (Favoreto & Meyer, 2019).

Diversas especies forrajeras (*Urochloa* spp., *Panicum* spp., *Pennisetum* spp., etc.), mijo (*Pennisetum glaucum*), sorgo (*Sorghum* spp.) y maíz (*Zea mays*) no son buenos huéspedes para *A. besseyi*, pero los residuos de cosecha pueden servir de refugio y les permiten sobrevivir cuando entran en un estado de anhidrobiosis en periodos secos, o pueden proporcionar alimento al nematodo en periodos de lluvia, mediante la proliferación de hongos que descomponen la materia orgánica. Estudios recientes han demostrado que *Crotalaria ochroleuca, Crotalaria spectabilis* y *Pennisetum glaucum* no multiplican el nematodo, por tanto, pueden ser implementados como rotación después de la soya en lotes severamente afectados (Andrade et al., s. f.; Favoreto & Meyer, 2019).

Una medida de control importante es sembrar la soya sobre residuos de cosecha completamente muertos o secos, los cuales se deben desecar anticipadamente con 15 o 20 días antes de la siembra. El control de malezas en la postemergencia también se debe realizar oportunamente (Meyer et al., 2017).

Todavía no se han encontrado fuentes de resistencia genética en la soya, así como tampoco se tienen estudios concluyentes sobre medidas de control químico y biológico. La eficacia y el posicionamiento del uso de algunos nematicidas potenciales aún están en estudio (Meyer et al., 2017).

Recomendaciones para colecta y envío de muestras

De acuerdo con las recomendaciones del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del ICA, seccional Meta, se debe realizar:

- Un muestreo dirigido a plantas de soya en estado reproductivo R1, con al menos dos síntomas típicos del síndrome RFTV como nudos abultados y distorsión foliar.
- Solamente se debe colectar la parte aérea de las plantas enfermas, cortándolas a unos 10 cm del suelo.
- Colectar mínimo cinco plantas sintomáticas.
- Usar tijeras de poda completamente limpias sin partículas de suelo.
- Evitar colectar muestras próximas a madurez de cosecha (R7), preferiblemente recoger muestras en estadios entre R1 a R5 ya que muestras próximas a la cosecha dificultan la detección del nematodo.
- Usar papel absorbente, Kraft o periódico para envolver completamente las plantas y luego introducirlas en bolsa plástica limpia.
- Rotular las muestras con información del sitio de colecta, estado fenológico y labores realizadas en el cultivo.
- Las muestras correctamente empacadas deben permanecer en un ambiente fresco y ventilado o mantenerse en un refrigerador (~4° C) hasta que puedan ser enviadas al laboratorio.
- No se deben almacenar en el congelador.
- Enviar al laboratorio lo más pronto posible

Referencias

Andrade, D. F. M., Moreira, A., Meyer, M. C., Favoreto, L., Loreto, R. B., França, P. P., & Silva, S. A. (s. f.). Avaliação quantitativa de *Aphelenchoides besseyi* na cultura da soja em resposta a diferentes coberturas de solo e controles químico e biológico. En *Resumos expandidos da 37ª Reunião de Pesquisa de Soja* (87-89). https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/200443/1/87.pdf

Buriticá, C. (1999). *Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Universidad Nacional. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/16404

Caicedo-Guerrero, S., Tibocha-Ardila, Y. S., Campuzano-Duque, L. F., Flórez-Gómez, D. L., & Arguelles-Cardenas, J. (2020). Desempeño productivo de siete genotipos de soya en suelos ácidos de la Orinoquía colombiana. *Agronomía Mesoamericana*, *31*(1), 59-68. https://doi.org/10.15517/am.v31i1.34440

European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO]. (2017). PM 7/39 (2) *Aphelenchoides besseyi*. *Bulletin OEPP/EPPO*, *47*(3), 384-400.

Favoreto, L., & Meyer, M. C. (2019). O nematoide da haste verde. *Circular Técnica*, *147*. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198734/1/CIRCULAR-TECNICA-147.pdf

Favoreto, L., Faleiro, V. O., Freitas, M. A., Brauwers, L. R., Galbieri, R., Homiak, J. A., Lopes-Caitar, V. R., Marcelino-Guimarães, F. C., & Meyer, M. C. (2018). First report of *Aphelenchoides besseyi* infecting the aerial part of cotton plants in Brazil. *Plant Disease*, *102*(12), 2662. https://doi.org/10.1094/PDIS-02-18-0334-PDN

Franco, R. G. (2018). Percevejo na Cultura da Soja. *Informativo Técnico Nortox*, *4*. https://portal-api.nortox.com.br/technical-information/file/8a6a3c32-dd63-4432-b456-0d62c4e90519.pdf

Khan, M. R., Handoo, Z. A., Rao, U., Rao, S. B., & Prasad J. S. (2012) Observations on the foliar nematode, *Aphelenchoides besseyi*, infecting tuberose and rice in India. *Journal of Nematology*, *44*(4), 391-398.

López Cardona, N., Mogollón Ortiz, A. M. (2021, septiembre 22-23). *Síndrome de la soja loca y su relación con el nematodo foliar Aphelenchoides spp. en el Departamento del Meta, Colombia* [Conferencia]. 5° Congreso Argentino de Fitopatología y 59 Reunión APS División Caribe, Corrientes, Argentina. https://onx.la/e75aa

Mascarenhas, H. A. A., Miranda, M. A. C., Lelis, L. G. L., Bulisani, E. A., Braga, N. R., & Pereira, J. C. V. N. A. (1987) Haste verde e retenção foliar em soja por deficiência de potássio. *Boletim Técnico*, *119*.

Meyer, M. C., Favoreto, L., Klepker, D., & Marcelino-Guimarães, F. C. (2017). Soybean green stem and foliar retention syndrome caused by *Aphelenchoides besseyi*. *Tropical Plant Pathology*, *42*(5), 403-409.

Nathali López Cardona
Investigador máster. Red de Innovación de Cultivos Transitorios y Agroindustriales,
Centro de Investigación La Libertad,
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)
Correo: nlopezc@agrosavia.co
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-8790-9070

Carlos A. Hernández Medina
Analista Área de Fitopatología.
Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Seccional Meta,
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Correo: carlos.hernandez@ica.gov.co

Agradecimientos

Esta publicación hace parte de los compromisos interinstitucionales en el marco del Comité Técnico Fitosanitario de los Cultivos de Soya y Maíz en el departamento del Meta. Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR), a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) por la financiación de este trabajo de investigación, y a la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce) por la impresión y divulgación de este plegable informativo.

Cláusula de responsabilidad:

AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



Avances en el diagnóstico del síndrome del tallo verde y retención foliar de la soya causado por el nematodo *Aphelenchoides besseyi*

Fenalce Fondo Nacional de la Soya
AGROSAVIA Corporación colombiana de investigación agropecuaria
ICA Instituto Colombiano Agropecuario

Importancia del síndrome de retención foliar y del tallo verde de la soya

El síndrome de retención foliar y del tallo verde de la soya (RFTV) es comúnmente conocido como *soya loca* en Brasil y puede causar pérdidas en el rendimiento de la leguminosa de alrededor del 60% (Meyer et al. 2017). Hasta el presente, al síndrome RFTV se le atribuyen tres posibles causas; la primera, asociada a un desorden nutricional por deficiencia de potasio (Mascarenhas et al., 1987); la segunda, relacionada con un ataque severo de los chinches *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* y *Euschistus heros* cuya incidencia se popularizó como soya loca I (Franco, 2018); y la tercera, conocida como soya loca II, la cual se atribuye al nematodo del tallo verde *Aphelenchoides besseyi*, comúnmente aceptado por ser el agente causal de la soya loca II (Meyer et al. 2017).

Nematodo del tallo verde (*Aphelenchoides besseyi*) asociado al síndrome RFTV en Colombia

La subregión de la altillanura plana del Meta aporta el 94% de la producción nacional de la leguminosa en Colombia, donde se constituye en un producto de gran importancia como fuente de proteína para la fabricación de alimentos balanceados en la cadena avícola-porcícola (Caicedo-Guerrero et al., 2020). Por la importancia del cultivo en la región, se realizó un seguimiento fitosanitario en lotes comerciales de la altillanura del Meta y Vichada durante el periodo 2019 a 2021. En los monitoreos realizados, se observó una nueva sintomatología que coincidía con el disturbio soya loca II reportado en Brasil (Meyer et al., 2017). El muestreo que comprendió un sondeo de 158 lotes de soya (15.000 ha), se realizó bajo el permiso marco de recolección 1466 del 2014 otorgado por el ANLA a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Los lotes afectados presentaron una incidencia entre el 25% y el 30%. Con el objetivo de confirmar el agente causal, se procesaron en laboratorio tejidos sintomáticos para extraer nematodos y el diagnóstico se realizó a nivel de especies por morfometría con las claves de Khan et al. (2012) y el protocolo de European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO] (2017). Del análisis de 30 muestras con la sintomatología típica del RFTV, el 53% contenían el nematodo *Aphelenchoides besseyi* (figura 7), localizado en mayor concentración en inflorescencias y nudos, comparado con muestras de raíces y hojas.

Actualmente, los individuos del nematodo colectados se están multiplicado *in vitro* para realizar los estudios de patogenicidad (postulados de Koch) y confirmar su especie mediante técnicas moleculares en AGROSAVIA C. I. La Libertad (López-Cardona & Mogollón Ortiz, 2021).

Conozca los síntomas

Las plantas de soya afectadas en estado reproductivo (R1-R5) presentan estrechamiento de las hojas más jóvenes (figura 1a) o en los brotes nuevos y síntomas similares a ampollas, arrugamientos y engrosamiento de nervaduras (figura 1b), presentándose en focos dispersos en el lote (figuras 5 y 6).



Figura 1. Síntomas del síndrome de retención foliar de la soya (*A. besseyi*) en hojas de soya en estado R1. a. Distorsión y enrollamiento de las hojas del tercio superior. b. Ampollas en hoja.

Los tallos pueden estar retorcidos y estriados (figura 2), con nudos abultados (figuras 3a y 4). Es muy común observar una alta caída de inflorescencias y, eventualmente, se puede producir una proliferación de brotes (figura 3b). Las vainas pueden deformarse, con cambio en la pigmentación de color verde a café. Los tallos permanecen verdes hasta la maduración, síntoma que da origen al nombre de la enfermedad (tallo verde), lo que da la apariencia de grandes focos de plantas afectadas que permanecen verdes en los lotes, después de la maduración (figuras 5 y 6).



Figura 2. Detalle de tallos retorcidos y estriados causados por *A. besseyi*.



Figura 3. Síntomas del síndrome de retención foliar y del tallo verde de la soya (*A. besseyi*). a. Nudos abultados; b. Proliferación de inflorescencias en nudos.



Figura 4. Síntomas de abultamiento de nudos y pérdida de inflorescencias en una planta de soya afectada con el síndrome RFTV asociada a *A. besseyi* (izquierda). Planta de *Crotalaria spectabilis* (derecha).



Figura 5. Focos de plantas de soya afectadas con el síndrome de RFTV causado por *A. besseyi* las cuales permanecen verdes después de la madurez.



Figura 6. Toma área de grandes focos de plantas de soya afectadas con RFTV (*Aphelenchoides besseyi*) las cuales permanecen verdes después de la madurez.

Agente causal

Las hembras y los machos de *A. besseyi* no son observables a simple vista, al examinarlos en microscopio son de forma alargada con una longitud del cuerpo promedio de 0,8 a 1,0 mm (figura 7), presentan región labial alta, separada del cuerpo (figuras 7a y 7c) y tienen estilete corto (10-12 µm) con el cual generan las lesiones en las plantas. El esófago presenta un bulbo medio bien diferenciado. La cola tiene la punta con espinas, llamadas *mucros*, que pueden variar de dos a cuatro (figura 7b); generalmente, cuando está relajado, el extremo del cuerpo del macho es curvo (figura 7d) y el de la hembra es recto (figura 7b).

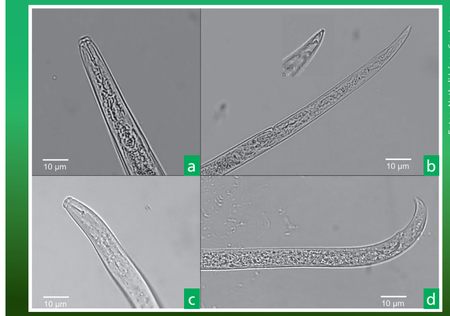


Figura 7. Especímenes de *Aphelenchoides besseyi* asociados al síndrome RFTV de la soya en Colombia. a. Cabeza de una hembra; b. Cola de una hembra con presencia de espinas en la punta; c. Cabeza de un macho; d. Cola de un macho.

Ciclo de infección

En periodos con alta frecuencia de lluvias y temperaturas medias superiores a 28 °C, los nematodos migran del suelo al tallo de las plantas desde el inicio de la fase vegetativa. La relación parasitaria de *Aphelenchoides* spp. con sus plantas huéspedes se describe como ectoparásito, es decir, el nematodo se mueve externamente en la planta por medio de una película de agua. Sin embargo, los estudios del patosistema de soya y *A. besseyi*, indican que el nematodo puede ser endoparásito, con penetración en las raíces y desde allí realiza su movimiento ascendente hacia los lugares de alimentación en la parte aérea de las plantas (Favoreto et al., 2018).

Los principales lugares de alimentación y multiplicación de *A. besseyi* en la soya son los racimos florales (situados en los nudos) y las hojas más jóvenes, generalmente situado en la parte superior de la planta. En estos tejidos más tiernos y ricos en azúcares los nematodos se alimentan y multiplican intensamente, con lo que causan los síntomas de retención foliar. Este nematodo tiene la capacidad de sobrevivir en condiciones adversas en estado inmóvil en el suelo mientras está deshidratado (anhidrobiosis) y se reactiva con la hidratación (Favoreto & Meyer, 2019).