



Nueva Plaga en el Cultivo de Soja: Mosca barrenadora del Tallo

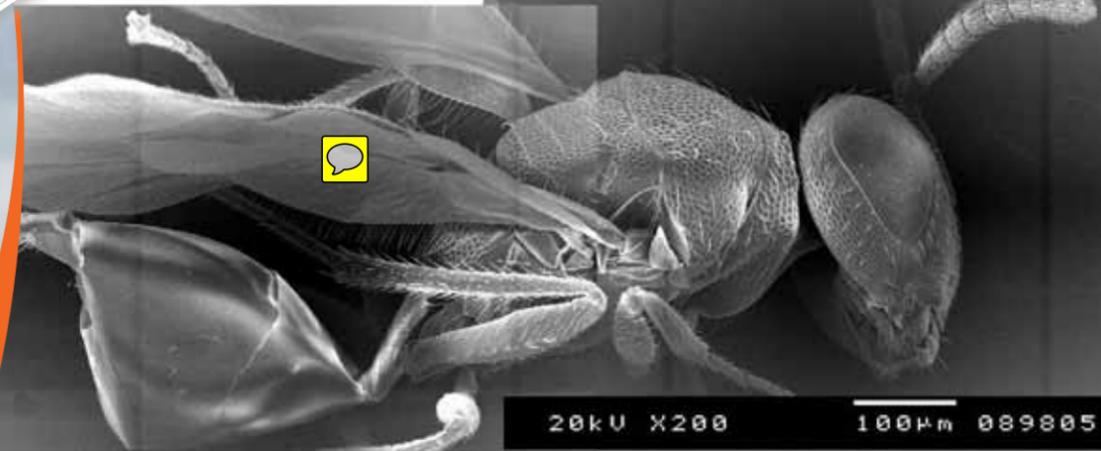
María G. Murúa*, Martín A. Vera*, Augusto S. Casmuz*, Clérison R. Perini**, Je... C. Guedes**, Lucas A. Fadda**, Andrés Lira Noriega***, Emmanuel Cejas Marchi*, Gonzalo H. Díaz Arnijas*, Daniel A. Villafañe*, Cristian M. Medrano*, Mario Devani****, Gerardo A. Gastaminza*

La mosca barrenadora del tallo es un insecto oriundo de Asia. En la actualidad esta distribuido en Rusia, Australia, España, Brasil y Paragua. En fines del año 2019, se detectó por primera vez en Argentina la presencia de este insecto en cultivos de garbanzo en la provincia de Córdoba convirtiéndose en el primer registro de la plaga en el país.

Para conocer detalles acerca de

esta plaga que afecta la producción, Revista Avance, solicitó a los técnicos de la Sección Zoología Agrícola de la EEAOC, un detallado informe sobre cómo actuar ante ella porque si bien no son muchas las medidas de prevención que se pueden adoptar es importante trabajar en la detección temprana, estar alertas y realizar los monitoreos correspondientes, como así también como conocer las exigencias bioecológicas que tiene esta nueva especie problema.

*Sección Zoología Agrícola, EEAOC-ITANOA-CONICET. Email: zoología@eeaoc.org.ar, Las Talitas, Tucumán, Argentina, **Departamento de Defensa Fitosanitaria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, ***Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Xalapa, Veracruz, México, ****Sección Granos, EEAOC-ITANOA-CONICET, Las Talitas, Tucumán, Argentina.



Caracterización

La correcta identificación de nuestras especies problema y la comprensión de su biología permite establecer estrategias de monitoreo y manejo.

Identificación

La disposición de los espiráculos posteriores de la pupa, la morfología del ala de los adultos (Figura 1A y 1B) y la genitalia del macho (Figuras 2A y 2B) son usados para la identificación taxonómica de *M. sojae*. La pupa se caracteriza por presentar los espiráculos posteriores bien separados, que consisten

normalmente en seis poros elevados alrededor de un cuerno truncado central (Figura 1A). El carácter morfológico de los adultos fue identificable por el largo de la vena sub-costa que se une a la vena R1 en la subfamilia Agromyzina. La vena costa se extiende fuertemente (gruesa) a la vena M1+2 (Figura 1B)

(Spencer, 1973). Por otro lado, la identificación de *M. sojae* puede realizarse a través de herramientas moleculares basadas en el gen mitocondrial del ADN citocromo oxidasa I (ADNmt COI) de esta especie (Arnemann *et al.*, 2016a; 2016b; Guedes *et al.*, 2017; Czapak *et al.*, 2018).

Taxonomía

• Posición taxonómica de *Melanagromyza sojae* (Zehntner)

— Orden Diptera

— Familia Agromyzidae

— Género *Melanagromyza*

Especie *Melanagromyza sojae*

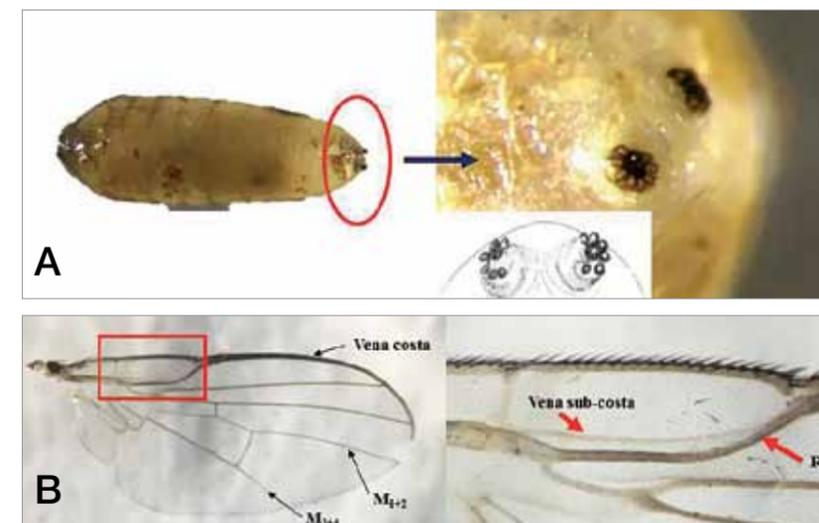


Figura 1. Características morfológicas de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae): A) pupa donde se observa la disposición de espiráculos posteriores y B) ala con la vena costa engrosada que se extiende hasta la vena M1+2, el trayecto de la vena sub-costa que se une a la vena R1 y la última sección de M3+4 que es ligeramente más de mitad de longitud de la penúltima vena. (Imágenes: C.R. Perini).

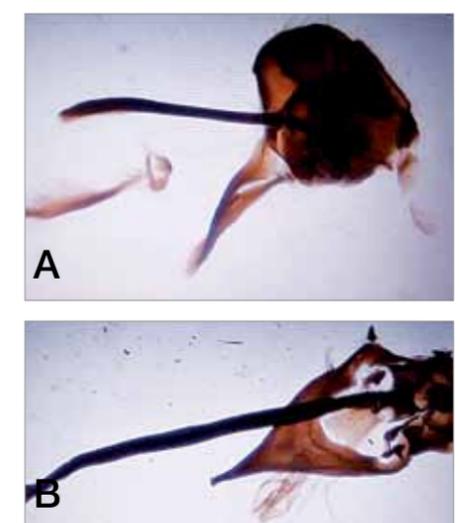


Figura 2. Morfología del edeago de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae): A) vista lateral y B) vista ventral (Imágenes: M. A. Vera)

Presencia de *M. sojae* en Argentina y el NOA

En octubre del 2019, técnicos de la Sección Zoología Agrícola de la EEAOC

recibieron consultas sobre daños inusuales observados en el cultivo de garbanzo en la región del norte de la provincia de Córdoba, que en principio fueron atribuidos a la ocurrencia de enfermedades de suelo. Se recolectaron muestras de plantas de garbanzo dañadas de la localidad de Jesús María, en el departamento Colón de la provincia de Córdoba (Figura 3). Las plantas fueron examinadas, extrayéndose larvas y pupas que fueron preparadas hasta la obtención de los adultos. Este material se identificó taxonómicamente y molecularmente, revelando que los especímenes pertenecían a la especie *M. sojae*, siendo el primer registro de esta especie para la Argentina y el primero de esta especie que afectaba plantas de garbanzo (Sinavimo, 2020).

En los meses de febrero y marzo de 2020 se reportaron ataques en el cultivo de soja en las provincias de Santa Fe y Entre Ríos (Sinavimo, 2020); y durante el mes de mayo se observó *M. sojae* en soja en Tucumán (Sinavimo, 2020) (Figura 3).

Desde la detección en Tucumán, se iniciaron monitoreos para constatar la presencia de *M. sojae* en distintas zonas productoras de la provincia. Se monitorearon 26 lotes (24 con soja y 2 con poroto), detectándose en todos ellos la presencia de *M. sojae*, a partir de la observación de daños y la presencia de larvas y/o pupas, lo que determina una distribución generalizada de esta plaga en las zonas productoras de granos y legumbres de la provincia de Tucumán (Figura 4).

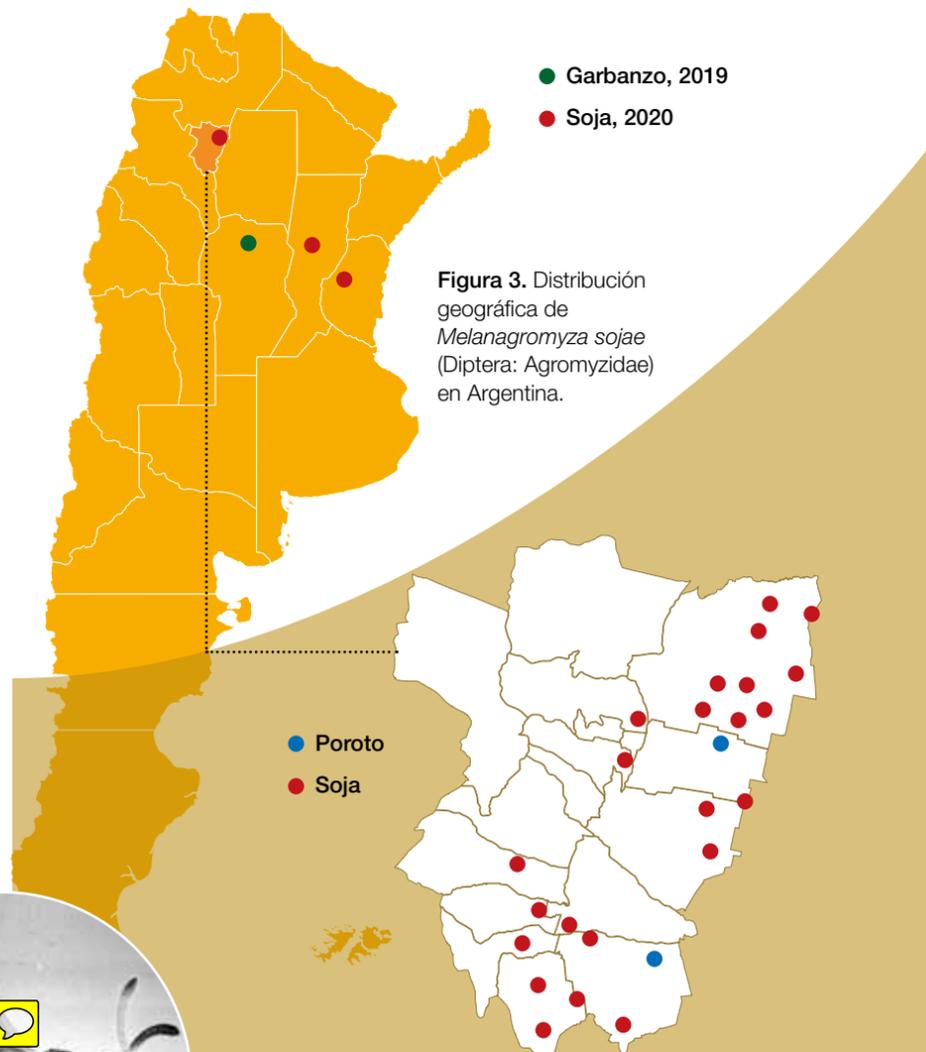


Figura 3. Distribución geográfica de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) en Argentina.

Figura 4. Distribución de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) en la provincia de Tucumán.

Distribución geográfica mundial

La mosca del tallo de la soja, *M. sojae*, ha sido reportada en cinco continentes. Está presente en Australia, China, Egipto, India, Indonesia, Israel, Japón, Malasia, Filipinas, Arabia Saudí, Sud África, Corea del Sur, Taiwán, Tailandia y Vietnam, así como en partes de Rusia y España. En estos países se considera una de las plagas más importantes en los cultivos pertenecientes a la familia de las fabáceas, siendo la soja su principal hospedero (Shepard *et al.*, 1983; Van Den Berg *et al.*, 1998; Thapa, 1997; 2000; 2011; 2012; Wang and Gai, 2001; Poudyal, 2003; Gil-

Ortiz *et al.*, 2010; Strakhova *et al.*, 2013; Brier and Charleston, 2013). En América del Sur, el primer registro de *M. sojae* fue en Brasil y esta aparición fue detectada desde la década de 1980 (Gassen and Schneider, 1985) hasta el presente en los estados del sur de Río Grande del Sur, Santa Catarina y Paraná (Link *et al.*, 2009; Guedes *et al.*, 2015; Arnemann *et al.*, 2016ab), y el estado de Goiás (Czepak *et al.*, 2018). Recientemente, la presencia de *M. sojae* también se confirmó en Paraguay (Guedes *et al.*, 2017) y en Bolivia (Vitorio *et al.*, 2019), donde causa daños en el cultivo de soja.

Ciclo de Vida de la Mosca Barrenadora del Tallo

Los adultos de *M. sojae* son de color negro brillante, de aproximadamente 2 a 3 mm y su longevidad varía de 5 a 16 días (Figura 5A y Figura 6). En las plantas de soja, las hembras depositan sus huevos de manera endófito, en el dorso de las hojas, siempre cerca de las nervaduras (Figura 5B). En promedio una hembra puede colocar 171 huevos, con una fertilidad del 82%. Después de dos o tres días, la larva eclosiona y perfora la nervadura más cercana atravesándola, dirigiéndose por el pecíolo de la hoja para llegar posteriormente al tallo. Antes de la pupación, la larva realiza un orificio en el tallo que servirá para la salida del adulto cuando se produzca su emergencia (Spencer, 1973).

La *Melanagromyza sojae* presenta tres estadios larvales, inicialmente son blanquecinas y al final de color amarillo claro, llegando a medir 4 mm aproximadamente en el último estadio (Figura 5C). La *Melanagromyza sojae* presenta tres estadios larvales, inicialmente son blanquecinas y al final de color amarillo claro, llegando a medir 4 mm aproximadamente en el último estadio (Figura 5C). La duración del primer estadio es de aproximadamente 2,3 días en promedio, el del segundo, 2, 5 y el tercero promedia los 2,9 días. El estado de larva dura entre 8 y 11 días (Figura 6).

La pupa se encuentra en el interior del tallo y mide entre 2 a 3 mm; de color amarillo al inicio y castaño oscuro cuando está próxima la emergencia del adulto (Figura 5D). La duración del estado pupal varía de 6 a 12 días (Figura 6). Las hembras tienen una longevidad de 13,4 días y la de los machos es de 11,2 días. El ciclo de vida total varía entre 16 y 26 días según la temperatura (Spencer, 1973) y puede oscilar entre 23 y 41 días (Jadhav, 2011). *Melanagromyza*

sojae puede tener de cuatro a cinco generaciones por año y su actividad se ve favorecida por temperaturas cálidas, altas precipitaciones y alta humedad (Brier and Charleston, 2013).

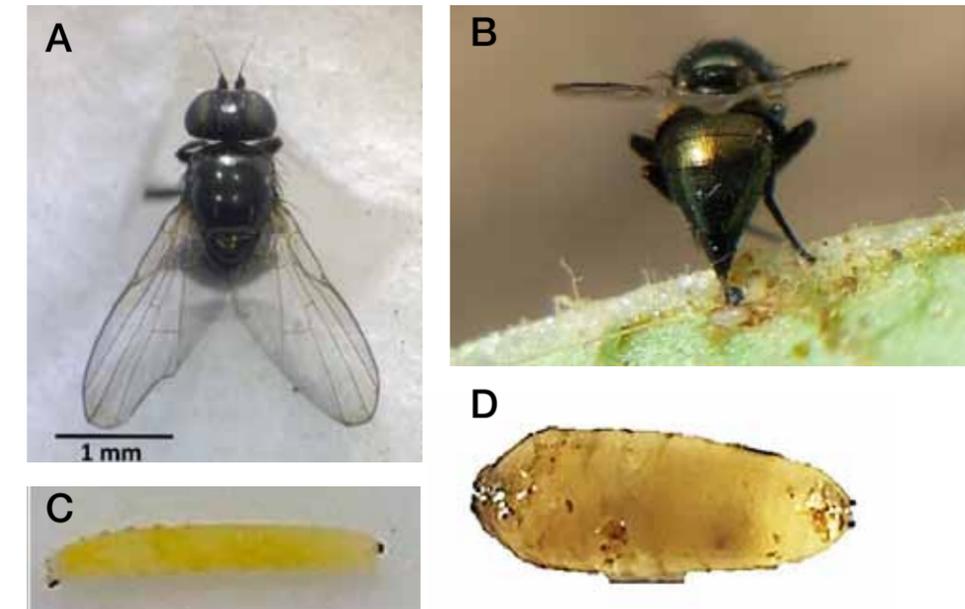


Figura 5. Estados de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae). A: adulto, B: hembra oviponiendo, C: larva y D: pupa. (Imágenes tomadas de Vitorio *et al.*, 2019 y de C. R. Perini).

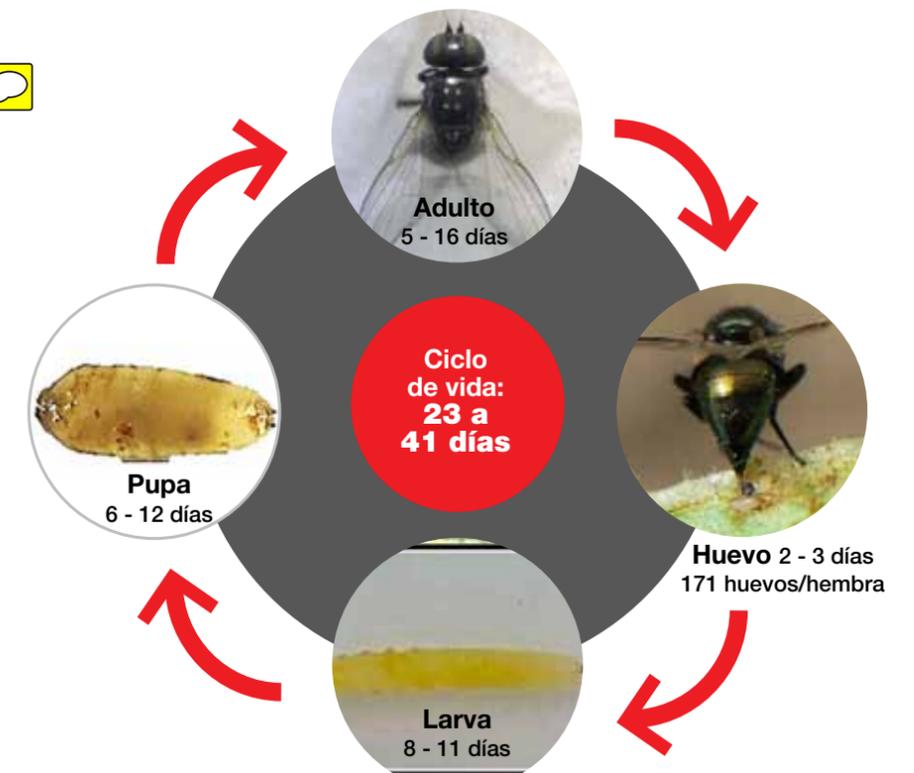


Figura 6. Ciclo de vida de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae). (Imágenes: Vitorio *et al.*, 2019 y C. R. Perini).

Especies vegetales afectadas

M. *sojae* es una especie altamente oligófaga. Prefiere especies de plantas de la familia Fabaceae, siendo la soja (*Glycine max*) su principal hospedero. También fue reportada en poroto (*Phaseolus vulgaris*), alfalfa (*Medicago sativa*), trébol (*Melilotus sp.*), arveja (*Pisum sativum*), poroto mung (*Vigna radiata*), poroto adzuki (*V. angularis*), *Cajanus cajan* y *Dolichos biflorus* (Van Der Goot, 1930; Spencer, 1990; Dempewolf, 2004; Thapa, 2012). A estas plantas hospederas se sumó el garbanzo (*Cicer arietinum*), a partir del registro de que *M. sojae* afectaba plantas de este cultivo en la provincia de Córdoba en la Argentina (Sinavimo, 2020).

Impacto económico

Dada la importancia del cultivo de soja en el escenario agrícola actual, *M. sojae* representa un riesgo importante para la agricultura del Nuevo Mundo, ya que en todos los países donde está presente es considerada una de las plagas importantes en el cultivo de soja. *M. sojae* puede infestar el 100% de las plantas de soja y hacer perforaciones de hasta el 70% de la longitud del tallo (Singh and Singh 1990; 1992). Las larvas de *M. sojae* dañan el tallo, lo que afecta el crecimiento de la planta y conduce a una reducción del rendimiento de este cultivo (Talekar, 1989). El impacto de esta especie en el rendimiento del cultivo varía desde un 2% a un 80%, dependiendo de la intensidad y la etapa fenológica en la que ocurre el ataque (Jadhav *et al.*, 2013a; Van Den Berg *et al.*, 1998). En general, las primeras cuatro semanas después de la siembra de la soja es el período más susceptible al daño por *M. sojae*. Por ejemplo, en Indonesia se registró una pérdida de rendimiento del 2% (Van den Berg *et al.*, 1998), en Taiwán del 21% (Talekar, 1989), en China del 20-30% (Du and Hong, 1982), en India entre 33-80% (Jadhav *et al.*,

2013b) y en Tailandia del 34-51% (Suwanpornsakul *et al.*, 1996). En Brasil se reportaron pérdidas en los rendimientos de hasta un 21% en algunos lotes de soja. En Paraguay, en la campaña 2015/16, en soja de siembra tardía hubo una alta incidencia de *M. sojae* en las etapas reproductivas, afectando hasta el 100% de las plantas en la mayoría de los campos (Guedes *et al.*, 2017). En Bolivia, durante la campaña 2017/18, las sojas de siembra tardía presentaron las tasas más altas de infestación por *M. sojae*, con un promedio del 70%, mientras que las de siembra temprana presentaron un 20-25% de infestación (Vitorio *et al.*, 2019). En ambos países estos daños afectaron notablemente el rendimiento del cultivo.

Daños

Los tallos infectados a menudo presentan en su interior galerías de una coloración marrón rojiza y con un diseño en zig-zag, donde se pueden encontrar

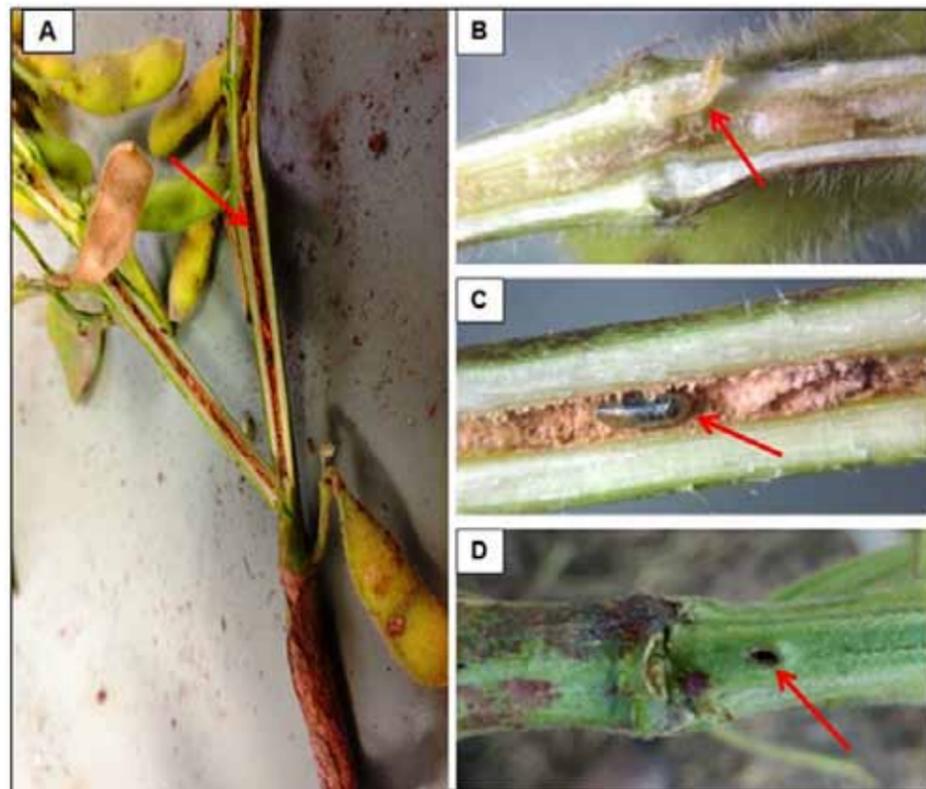


Figura 7. Daños ocasionados por *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) en plantas de soja. A: galerías marrón – rojizas en tallo, B: galería con larva, C: galería con pupa y D: orificio de salida del adulto en tallo. (Imágenes; M. A. Vera).



larvas, pupas y/o puparios vacíos. También puede observarse en los tallos las perforaciones de salida que realiza la larva antes de emerger para la emergencia posterior de los adultos. Las plantas de soja inicialmente pueden parecer asintomáticas. Cuando las infestaciones de *M. sojae* son altas (tres o más larvas por planta), pueden causar marchitez e incluso la muerte de la planta, especialmente de las más jóvenes, sobre todo si el daño se produce en la región basal del tallo. También puede causar una reducción del diámetro del tallo y una disminución de la altura de las plantas (Figura 7). Estos daños pueden ser confundidos con el causado por patógenos de suelo

que afectan el sistema radicular y vascular de las plantas (Figura 8A). En Australia, los daños en muchos cultivos de soja fueron confundidos con los que produce la podredumbre del carbón, una enfermedad que bloquea el tejido vascular de la planta y causa un daño similar: marchitamiento de la hoja y muerte de la planta (Gassen e Schneider, 1985; Brier y Charleston, 2013; Guedes *et al.*, 2017; Czapak *et al.*, 2018).

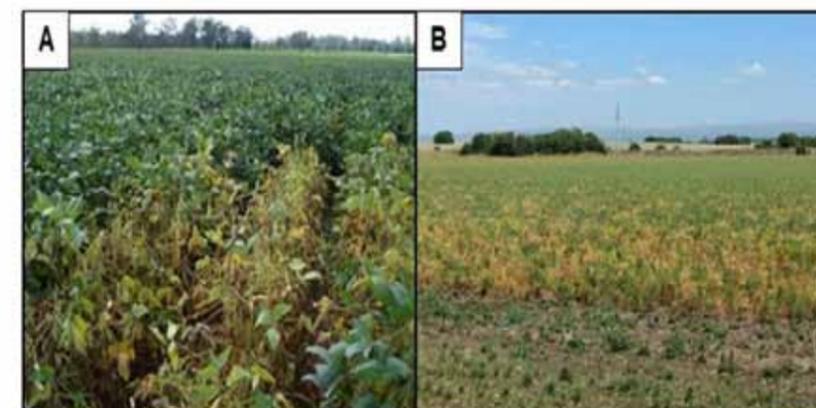


Figura 8. Aspecto que presentan las plantas de soja (A) y de garbanzo (B) cuando están infestadas por *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae), los cuales pueden ser confundidos por daños de patógenos de suelo. (Imágenes: Charleston, 2013; y Adrián Mitidieri, Agrodesarrollo SA).

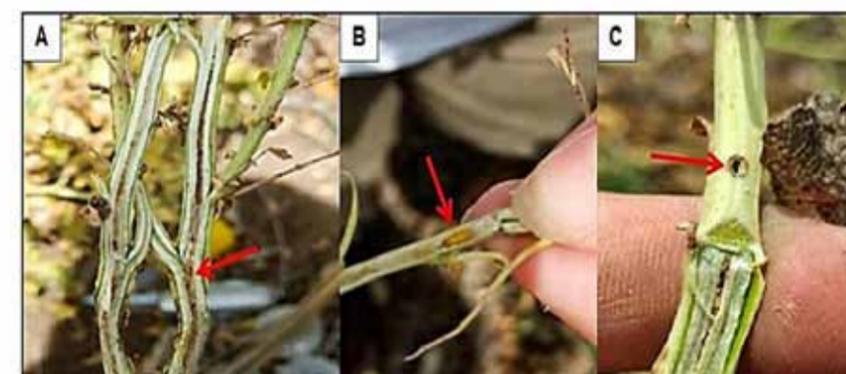


Figura 9. Daños ocasionados por *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) en el cultivo de garbanzo en la provincia de Córdoba (Argentina) en la campaña 2019. A: galerías marrón – rojizas en tallo, B: galería con pupa y C: orificio de salida del adulto en tallo (Imágenes: Adrián Mitidieri, Agrodesarrollo SA).

En la Figura 9 se observan los daños producidos por *M. sojae* en plantas de garbanzo muestreadas en la campaña 2019 en la provincia de Córdoba. Los tallos infectados presentan el mismo patrón y diseño que se detalló para las plantas de soja. Al igual que lo mencionado para este cultivo, por el aspecto que presentan las plantas infestadas de garbanzo, pueden ser confundidas con síntomas producidos por patógenos de suelo que afectan el sistema radicular y vascular del garbanzo (Figura 8B).

Monitoreo

Para estimar el nivel de infestación en el campo se recomienda recolectar por lo menos 30 plantas al azar de

cada lote. Luego debe realizarse la evaluación de cada planta mediante un corte longitudinal del tallo principal y las ramificaciones secundarias. Estos cortes permiten observar la presencia de las galerías donde se encuentran las larvas y pupas de *M. sojae*, en el caso de que las plantas muestreadas estén infestadas. Como ya fue mencionado, los tejidos necrosados del tallo de la soja tendrán un color marrón rojizo (Figura 7) (Czapak *et al.*, 2018; Curioletti *et al.*, 2018). También se recomienda el monitoreo en plantas de sojas “guachas” o voluntarias que facilitan el mantenimiento y la dispersión de esta plaga.

Alternativas de Control

Actualmente, las medidas de contención y erradicación son costosas e inalcanzables debido a la alta tasa de reproducción de *M. sojae* y al número de generaciones que presenta. Además, las infestaciones tempranas son difíciles de detectar debido al pequeño tamaño de las moscas y a que las cicatrices de oviposición son poco visibles. Por otro lado, las larvas de *M. sojae* se alimentan dentro del peciolo y del tallo, encontrándose protegidas de las aplicaciones foliares. En consecuencia, su presencia suele ser indetectable hasta que las plantas muestren síntomas de marchitamiento o muerte.

Control químico

En América del Sur hay una gran cantidad de insecticidas registrados para el manejo de plagas en la soja. Sin embargo, ninguno de ellos tiene registro para el control de insectos del orden Diptera, como es el caso de *M. sojae* (Curioletti *et al.*, 2018). Es importante mencionar que en Argentina tampoco hay productos insecticidas registrados para el control de *M. sojae*, por ser esta una plaga reciente.

Estudios realizados por Curioletti *et al.* (2018) evaluaron diferentes

insecticidas y modos de aplicación, tales como el tratamiento de semillas, la aplicación en el surco de siembra y aplicaciones foliares para controlar *M. sojae* en soja. Entre los activos evaluados se encuentran clorantraniliprole, ciantraniliprole, thiamethoxam, imidacloprid, fipronil, bifenthrin, beta-ciflutrina, lambdacialotrina, clorpirifos y tiodicarb, empleados en el tratamiento de semillas y/o en aplicaciones foliares. Los resultados evidenciaron la necesidad de realizar un manejo específico para esta plaga, tratando de proteger las plantas de soja durante las etapas de desarrollo iniciales, donde son más vulnerables al ataque de *M. sojae*.

Control cultural

En las regiones del Viejo Mundo donde *M. sojae* es endémica y, como ya se mencionó, una plaga económicamente importante en el cultivo de soja, además de las alternativas químicas se mencionan prácticas culturales de manejo como el uso de cultivares resistentes, la rotación de cultivos y la disminución de las siembras tardías (Adak, 2012; Jadhav *et al.*, 2013b).

La destrucción de plantas de sojas "guachas" o voluntarias, que facilitan el mantenimiento y la dispersión de esta plaga, puede reducir la incidencia de *M. sojae*, minimizando los daños a los próximos cultivos de soja (Hirose e Moscardi, 2012; Czepak *et al.*, 2018).

Control biológico

Es importante mencionar que el parasitismo natural en los estados larvales y/o pupal de *M. sojae* ayuda a mantener baja la población de esta en las áreas agrícolas (Talekar and Chen, 1985). El porcentaje del parasitismo varía según la ubicación, el clima y la fecha de siembra de la soja. Las tasas de parasitismo pueden alcanzar el 70% (Van den Berg *et al.*, 1995).

Las especies más comunes son *Chlorocyttus sp.*, *Sphegigaster*

agromyzae, (Hym.: Pteromalidae), *Gronotoma sp.* (Hymenoptera: Figitidae) y *Eurytoma poloni* (Hym.: Eurytomidae). Además de estas, *Bracon sp.* (Hym.: Braconidae), *Eurytoma melanagromyzae*, *Colotrechnus agromyzae*, *Sphegigaster sp.*, *Syntomopus thoracicus* (Hym.: Pteromalidae), *Tetrastichus sp.*, y *Sympiesis sp.* (Hym.: Eulophidae) también fueron citadas parasitoidizando a *M. sojae* (Van der Goot, 1930; Narendran, 1994; Van der Berg *et al.*, 1995; Huang and Xiao, 2005).

En Brasil y Paraguay se detectó *Syntomopus parisii* (Hym.: Pteromalidae) parasitoidizando pupas de *M. sojae* (Figura 10) (Salgado-Neto *et al.*, 2017; Beche *et al.*, 2018).



Figura 10. *Syntomopus parisii* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitoid de pupas de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae). A: macho y B: hembra (Imágenes: Beche *et al.*, 2018).

Modelo de distribución potencial

En base a las detecciones recientes de *M. sojae* en Argentina se determinaron potenciales eco-regiones que favorecerían la idoneidad de esta especie, es decir cuáles serían las potenciales condiciones agroecológicas que favorecerían la distribución y establecimiento en de *M. sojae* en cada eco-región. Para ese análisis se tuvieron en cuenta como variables de análisis el índice de vegetación a una resolución de 1 km e imágenes satelitales de temperaturas óptimas para el desarrollo y supervivencia

de la plaga. Este análisis mostró preliminarmente un alto potencial de distribución en la zona Pampeana, en la zona límite entre Chaco y Santiago del Estero y en el NOA (Figura 11).

Este modelo de distribución potencial de *M. sojae* representa una herramienta valiosa para continuar profundizando sobre la posible expansión de esta especie y aumentar los estudios biológicos y ecológicos de esta.

Bibliografía citada

Adak, T.; J. Kumar; D. Dey; N. A. Shakil and S. Walia. 2012. Residue and bio-efficacy evaluation of controlled release formulations of imidacloprid against pests in soybean (*Glycine max*). *J Environ Sci Health.* 47 (3): 226-231.

Arnemann, J. A.; T. K. Walsh; K. H. J. Gordon; H. Brier; J. V. C. Guedes and W. T. Tay. 2016a. Complete mitochondrial genome of the soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae). *Mitochondrial DNA Part A - DNA Mapping, Sequencing, and Analysis* 27 (6), pp. 4534-4535, 2016. <https://doi.org/10.3109/19401736.2015.1101550>.

Arnemann, J. A.; W. T. Tay; T. K. Walsh; H. Brier; K. Gordon; F. Hickmann; G. Ugalde and J. V. C. Guedes. 2016b. Soybean Stem Fly, *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae), in the New World: detection of high genetic diversity from soybean fields in Brazil. *Genet. Mol.*

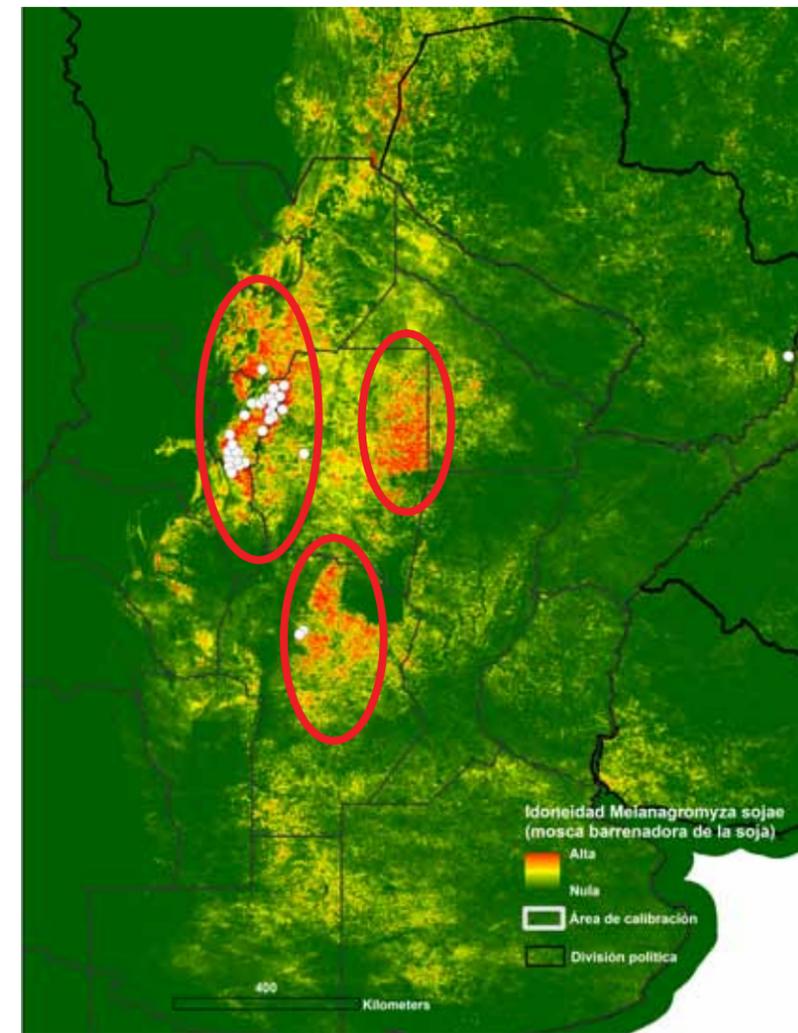


Figura 11. Mapa de distribución potencial de *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) en Argentina y países limítrofes (Imagen: L. A. Fadda y A. Lira Noriega).

Res. 15: gmr.15028610.

Beche, M.; J. A. Arnemann; C. B. Bevilaqua and I. Valmorbid. 2018. Occurrence of *Syntomopus parisii* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in Brazil and Paraguay. *Genet. Mol. Res.* 17: GMR18074.

Brier, H. and K. Charleston. 2013. Soybean stem fly outbreak in soybean crops. The Beatsheet. [<http://thebeatsheet.com.au/crops/pulses/soybeans/soybean-stem-fly-outbreak-in-soybean-crops/>]. Accessed March 3, 2020.

Curioletti, L. E.; J. A. Arnemann; D. S. Muraro; A. Arrué Melo; C. R.

Perini; L. De Arruda Cavallin and J. V. C. Guedes. 2018. First insights of soybean stem fly (SSF) *Melanagromyza sojae* control in South America. *Australian Journal of Crop Science* 12 (5), pp. 841-848.

Czepak, C.; M. Le Senechal Nunes; T. Carvalhais; M. Vinicius dos Anjos; R. Ferreira Silverio; P. Barcelos Simões de Oliveira Lima; K. Cordeiro Albarnaz Godinho; A. Monteiro de Lima Jr; R. Melo Sartori Coelho and P. Da Costa Gontijo. 2018. First record of the soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in the Brazilian Savannah. *Pesq. Agropec. Trop. Goiânia* 48 (2), pp. 200-203 (<http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632018v48s3158>).

Dempewolf, M. 2004. Arthropods of economic importance: Agromyzidae of the World. - Wokingham UK, ETI Information Services: unpaginated.

Du, J. R. and L. M. Hong. 1982. An initial report of an experiment on controlling the agromyzid fly *Melanagromyza sojae* of soybean with carbofuran and the loss of yield caused by the pest. *J. Nanjing Agric. Univ.* 5: 56-61.

Gassen, D. K. e S. Schneider. 1985. Ocorrência de *Melanagromyza sp.* (Dip. Agromyzidae) danificando soja no sul do Brasil. In: Reunião De Pesquisa da Soja da Região Sul, 13, 1985, Porto Alegre. Soja: resultados de pesquisa 1984-85. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 108-109.

Gil-Ortiz, R.; M. Martínez and R. Jiménez Peyró. 2010. First record of *Melanagromyza sojae* (Zehnter) (Diptera: Agromyzidae) in Europe. *Journal of Entomological Science* 45 (2), pp. 190-192.

Guedes, J. V. C.; L. E. Curioletti; M. Beche e J. A. Arnemann. 2015. Mosca-da-haste da soja no Brasil. *Cultivar Grandes Culturas*, v. 16, n. 197, p. 28-30, 2015.

Guedes, J. V. C.; J. A. Arnemann; L. E. Curioletti; L. M. Burtet; M. L. Ramáez Paredes; D. Noschang; O. F. Irala and W. T. Tay. 2017. First record of soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in Paraguay confirmed by molecular evidence. *Genetics and Molecular Research* 16 (3) gmr16039707, 2017.

Hirose, E. e F. Moscardi. 2012. Insetos de outras regiões do mundo. In: EMBRAPA. *Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Brasília, DF: Embrapa Soja 2012, pp. 445-492.

Huang, D. W. and H. Xiao. 2005. *Hymenoptera Pteromalidae*. Fauna Sinica. *Insecta* 42: 1-382.

Jadhav, S. N. 2011. Bio-Ecology and Management of Stem Fly, *Melanagromyza Sojae* (Zehntner) (Agromyzidae:Diptera) in Soybean Ecosystem. Thesis of University of Agricultural Sciences, Dharwad.

Jadhav, S. N.; L. K. Naik; R. H. Patil; G. T. Basavaraj and P. A. Kataraki. 2013a. Assessment of crop loss estimation due to stem fly *Melanagromyza sojae* in soybean eco system. J Exp Zool. 16 (1): 221-228.

Jadhav, S. N.; L. K. Naik; R. S. Giraddi; H. B. Babalad and P. A. Kataraki. 2013b. Development of management strategies against stem fly *Melanagromyza sojae* (Zehntner) in soybean ecosystem. J Exp Zool. Part A. 16 (1): 245-252.

Link, D.; M. Hatschbach e F. M. Link FM. 2009. Mosca da haste da soja: ocorrência e danos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 37, 2009, Porto Alegre. *Programa e resumos*. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 135-137.

Narendran, T. C. 1994. Tormyidae and Eurytomidae of Indian subcontinent (Hymenoptera: Chalcidoidea). Zoological Monograph, Department of Zoology, University of Calicut, Kerala, India.

Poudyal, B. 2003. Species determination and some ecological studies of agromyzid flies associated with some commonly cultivated leguminous crops of Jhapa district, Eastern Nepal. M.Sc. Thesis, Dept. of Zoology, P.G. Campus, T.U., Biratnagar. 87p.

Salgado-Neto, G.; J. Palma and V. A. Costa. 2017. *Syntomopus parisii* and *Leptomeraporus* sp. parasitizing *Melanagromyza sojae* in Brazil, Ciênc. Rural 47: e20160684.

Shepard, M.; R. J. Lawn and M. A. Schneider. 1983. Insects on grain legumes in northern Australia: A survey of potential pests and their enemies. University of Queensland Press, Australia.

Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (Sinavimo) 2020. <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/melanagromyza-sojae>.

Singh, O. P. and K. J. Singh. 1990. Seasonal incidence and damage of *Melanagromyza sojae* (Zehnt.) on soybean. Indian J. Plant Prot. 18: 271-

275.

Singh, K. J. and O. P. Singh. 1992. Influence of stem tunneling by the maggots of *Melanagromyza sojae* (Zehn.) on yield of soybean. J. Insect Sci. (Ludhiana) 5: 198-200.

Spencer, K. A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance (Vol. 9). Springer Science & Business Media.

Spencer, K. A. 1990. Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 445p.

Strakhova, I. S.; Z. A. Yefremova; M. Tschirnhaus and E. N. Yegorenkova. 2013. The parasitoid complex (Hymenoptera, Eulophidae) of leafminer flies (Diptera, Agromyzidae) in the middle Volga Basin. *Entomol. Rev.* 93: 7 865-873. doi:10.1134/S0013873813070087

Suwanpornsakul, R.; T. Satayavirut; W. Tuntiyut and T. Arayangkul. 1996. Yield loss assessment of soybean caused by bean fly, *Melanagromyza sojae* (Zehntner) and control. In: 6th National Soybean Research Conference, Chiang Mai, Thailand.

Talekar, N. S. and B. S. Chen. 1985. The beanfly pest complex of tropical soybean. Soybean in Tropical and Subtropical Cropping Systems, 257-271.

Talekar, N. S. 1989. Characteristics of *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) damage in soybean. J. Econ. Entomol. 82: 584-588.

Thapa, R. B. 1997. Survey of agromyzid flies (Leaf miners) associated with economically important crops and weed in and around Biratnagar, eastern, Nepal. Report, Research Division, Tribhuvan University, Kirtipur, pp. 15.

Thapa, R. B. 2000. Survey of agromyzid host range in Morang district, eastern Nepal. Report, UGC, Nepal.

Thapa, R. B. 2011. Description of new species of leaf miners (Diptera, Agromyzidae) associated with leguminous host described from northern India. Nepalese Journal of

Biosciences 1: 66-82.

Thapa, R. B. 2012. Redescription of *Melanagromyza sojae* (Zehntner) from India and Nepal. Nepalese J. Biosci. 2: 64-70.

Van Den Berg, H.; D. Ankasah; K. Hassan; A. Muhammad, H. A. Widayanto; H. B. Wirasto and I. Yully. 1995. Soybean stem fly, *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae), on Sumatra: Seasonal incidence and the role of parasitism. Int J Pest Manage. 41(3): 127-133.

Van Den Berg, H.; M. B. Shepard and B. M. Nasikin. 1998. Response of soybean to attack by stemfly *Melanagromyza sojae* in farmers' fields in Indonesia. J. Appl. Ecol. 35: 514-522 <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.3540514.x>.

Van Der Goot, P. 1930. Agromyzid flies of some native legume crops in Java, pp. 98.

Vitorio, L.; A. F. C. Bazan; J. A. Arnemann; H. Pozebon; G. A. Ugalde; R. P. Marques; C. B. Bevilacqua; L. Puntel; T. Colpo; C. R. Perini and J. V. C. Guedes. 2019. First record of the soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in Bolivia. *Gen. and Mol. Resear.* 18 <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18222>

Wang, J. and J. Gai. 2001. Mixed inheritance model for resistance to agromyzid beanfly (*Melanagromyza sojae* Zehntner) in soybean. Euphytica 122: 9-18 <http://dx.doi.org/10.1023/A:1012649506212>