



Evaluación del tizón foliar y la mancha púrpura en semilla de soja en Argentina¹

Evaluation of leaf blight and purple seed stain in soybean in Argentina

M. Lavilla², A. Ivancovich³, A. Díaz-Paleo^{2,3}

- ¹ Recepción: 18 de agosto, 2020. Aceptación: 16 de noviembre, 2020. Este trabajo formó parte de la tesis doctoral de Miguel Angel Lavilla, realizado y financiado por la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA).
- ² Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires, Monteagudo 2772 (2700), Pergamino, Buenos Aires, Argentina. miguellavillapergamino@gmail.com (autor para la correspondencia <https://orcid.org/0000-0002-7282-4696>), ajivancovich@comunidad.unnoba.edu.ar (<https://orcid.org/0000-0002-4195-2986>).
- ³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta 32 km 4,5 (2700), Pergamino, Buenos Aires, Argentina. diazpaleo.antonio@inta.gov.ar (<https://orcid.org/0000-0003-4252-5123>).

Resumen

Introducción. El tizón foliar por *Cercospora* y la mancha púrpura de la semilla son enfermedades endémicas de la soja en Argentina. **Objetivo.** Evaluar la prevalencia, la incidencia y la severidad del tizón foliar por *Cercospora* y de la mancha púrpura de la semilla en Argentina durante dos años consecutivos, 2015 y 2016. **Materiales y métodos.** Los muestreos se realizaron sobre un total de 132 lotes. La evaluación de la prevalencia, la incidencia y la severidad del tizón foliar por *Cercospora* se realizaron en campo en la etapa reproductiva R₆. El análisis de la prevalencia e incidencia de la mancha púrpura de la semilla se realizó en laboratorio. **Resultados.** El tizón foliar por *Cercospora* y la mancha púrpura de la semilla se encontraron difundidas en toda la región sojera de Argentina, con una prevalencia del 100 %. En 2015 y 2016 la severidad del tizón foliar por *Cercospora* fue estadísticamente inferior en la región pampa sur respecto a las demás regiones. La región norte presentó los mayores niveles de severidad del tizón foliar por *Cercospora*. La incidencia de la mancha púrpura de la semilla no tuvo diferencias estadísticas entre las regiones y años evaluados. No se encontró asociación entre las variables patométricas de ambas enfermedades. No existió una relación cuantitativa entre la severidad de los síntomas del tizón foliar por *Cercospora* en hoja con la incidencia de la mancha púrpura de la semilla. **Conclusión.** Ambas enfermedades en estudio se encontraron difundidas en todas las regiones productoras de soja de Argentina.

Palabras claves: prevalencia, incidencia de enfermedades, severidad de las enfermedades, enfermedades fúngicas.

Abstract

Introduction. The *Cercospora* leaf blight and the purple seed stain are endemic diseases of soy in Argentina. **Objective.** To evaluate the prevalence, incidence and severity of *Cercospora* leaf blight and the purple seed stain in Argentina during two consecutive years, 2015 and 2016. **Materials and methods.** Samples were taken from a total of 132 lots. The evaluation of the prevalence, incidence, and severity of *Cercospora* leaf blight were carried out in the field



in R_6 . The evaluation of the prevalence and incidence of purple seed stain was carried out in the laboratory. **Results.** Cercospora leaf blight and purple seed stain were found to be widespread throughout the soybean region of Argentina, with a prevalence of 100 %. In 2015 and 2016, the severity of the leaf blight by Cercospora was statistically lower in the southern pampa region compared to the other regions. The northern region presented the highest severity levels of the Cercospora leaf blight. The incidence of purple seed stain did not have statistical differences between regions and years evaluated. No association was found between the pathometric variables of both diseases. There was no quantitative relationship between the severity of symptoms of Cercospora leaf blight on leaf with the incidence of purple seed stain. **Conclusion.** Both diseases under study were found widespread in all soybean-producing regions of Argentina.

Keywords: prevalence, diseases incidence, diseases severity, fungal diseases.

Introducción

La cuantificación de las enfermedades en campo, es de utilidad para la elaboración de estrategias de manejo integrado. Los estudios para conocer la intensidad y la prevalencia de una enfermedad, son el primer paso para comprender la relación entre una enfermedad y las pérdidas causadas por la misma. La patometría establece prioridades en la investigación, en la búsqueda de resistencia genética en la evaluación de fungicidas y en los estudios epifitológicos (Ivancovich et al., 1998).

Las enfermedades de fin de ciclo (EFC) más importantes en el núcleo sojero argentino son: la mancha marrón, (*Septoria glycines* Hemmi), la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina* Hara) y el tizón foliar por Cercospora (TFC) (*Cercospora kikuchii*) (Ivancovich, 2003; 2011a; 2011b; Matsumoto & Tomoyasu, 1925).

El TFC y la mancha púrpura de la semilla (MPS) pueden ser causadas por un complejo de especies de cercosporas en Argentina, entre las cuales se citan a *C. cf. richardiicola*, *C. cf. sigesbeckiae* y *C. kikuchii* (Groenewald et al., 2013; Guillin et al., 2017; Soares et al., 2015). Se ha concluido que el intercambio genético interespecífico juega un papel importante en la dinámica evolutiva de las especies de Cercospora en Sur América (Guillin et al., 2017).

Los síntomas del TFC en soja, se observan con más frecuencia en los estados fenológicos de las etapas reproductivas R_4 (vainas de 2 cm en los cuatro nudos superiores del tallo principal) a la R_6 (una vaina que contenga una semilla que ocupe toda la cavidad de la vaina en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal) (Fehr et al., 1971; Lavilla et al., 2018) y se manifiestan como lesiones rojo-violáceas angulares o irregulares sobre ambas caras de las hojas (Ivancovich, 2011a; 2011b). También puede observarse una coloración pardo-violácea en tallos, pecíolos, hojas y semillas, asociada a la presencia de una toxina fotoactiva llamada cercosporina (Kuyama & Tamura, 1957; Hartman et al., 1988; Turino, 2007; Upchurch et al., 1991; Velicheti, 1994). El TFC provoca una defoliación prematura que reduce la tasa y la duración del llenado de granos y, por ende, el rendimiento (Walters, 1980). En los experimentos a campo, realizados en Itin (Provincia de Chaco, Argentina), se pudo estimar que el TFC en soja puede provocar mermas de hasta un 14,8 % de rendimiento (Guan et al., 2004).

El TFC es una enfermedad endémica en Argentina que aún no ha desarrollado una epifitía. El patosistema del TFC se compone de un patógeno virulento (*C. kikuchii*), la ausencia de variedades resistentes de soja al TFC (hospedante susceptible) y de condiciones ambientales favorables (temperaturas entre los 28 y 30 °C y prolongados períodos de humedad; Ivancovich, 2011a), siendo lo mencionado, un escenario ideal para que la enfermedad desarrolle una epifitía en Argentina.

En la actualidad, los estudios patométricos del TFC son regionalizados y solo informan su presencia o ausencia en ciertas localidades del país.

La mancha púrpura de la semilla (MPS) causada por *Cercospora kikuchii*, también es una enfermedad endémica en Argentina. La MPS produce diversos tipos de síntomas en soja, siendo el más característico una típica coloración púrpura, desde pequeñas manchas hasta cubrir totalmente las mismas, pudiendo afectar su poder germinativo o producir plántulas débiles (Pathan et al., 1989). Sin embargo, la distribución de la MPS en las diferentes regiones sojeras ha sido poco estudiada, como así también, si los síntomas del TFC y los de la MPS se encuentran relacionados entre sí. El objetivo de este estudio fue evaluar la prevalencia, la incidencia y la severidad del tizón foliar por *Cercospora* y de la mancha púrpura de la semilla en Argentina durante dos años consecutivos, 2015 y 2016.

Materiales y métodos

Evaluación de la difusión (prevalencia) y severidad del tizón foliar por *Cercospora* (TFC), en tres regiones de Argentina

Este estudio se llevó a cabo durante dos años consecutivos (2015 y 2016). En cada uno de estos años los muestreos se realizaron sobre un total de 132 lotes cultivados con soja (*Glycine max*) y escogidos al azar de las siguientes regiones: Norte (Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero, Formosa, Chaco, Norte de Santa Fe y Corrientes) constituida por 83 lotes, Pampa Norte (Entre Ríos, norte y centro de Buenos Aires, centro y sur de Santa Fe y Córdoba) constituida por 44 lotes y Pampa Sur constituida por cinco lotes (sur de Buenos Aires).

Se consideraron como lotes representativos a aquellos agrónomicamente homogéneos y en etapa reproductiva R_6 (una vaina que contenga una semilla que ocupe toda la cavidad de la vaina en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal) (Fehr et al., 1971), los cuales fueron geo-posicionados. Se seleccionaron solamente ocho sitios de muestreo de 1 m de surco lineal, independientemente de la superficie del lote, con base en un patrón determinado en forma de U, donde los primeros dos sitios se observaron contando 20 m sobre dos surcos vecinos a partir del borde del lote, posteriormente, dos sitios con los mismos surcos a 20 m de distancia, luego se giró a la izquierda 20 m (visto el lote de frente) para evaluar los sitios 5 y 6 y, por último, se contó 20 m en dirección al borde del lote para evaluar los sitios 7 y 8, completando la forma de U (Figura 1).

En el relevamiento se estudió la difusión (o prevalencia [PREV]) y la severidad (SEV) del tizón foliar por *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*) (Ivancovich et al., 1998). El diagnóstico a campo fue confirmado en laboratorio. Los aislamientos se realizaron a partir de pecíolos de soja con síntomas del TFC recolectados de diferentes regiones de Argentina. Los pecíolos cortados en cinco secciones de 1 cm se desinfectaron con 3 % de hipoclorito de sodio durante 3 min (Mattio et al., 2008) y se enjuagaron durante 1 min con agua destilada estéril. Posteriormente, los pecíolos se colocaron en cajas de Petri con medio de cultivo V8, preparado con 100 ml de jugo V8, 15 g de agar, 2 g de CaCO_3 y agua destilada hasta llegar al volumen de un litro a pH 5,5 (Boyette & Walker, 1985; Yeh, 1980). Estos aislamientos se llevaron a cabo bajo cámara de flujo laminar con el mechero encendido y se incubaron durante 10 días en una cámara de crecimiento a $24\text{ }^\circ\text{C} \pm 2$, con alternancia de 12 h de luz cercana a la ultravioleta y 12 h de oscuridad.

Prevalencia del tizón foliar por *Cercospora* (TFC)

La prevalencia (Ivancovich et al., 1998) se expresó en porcentaje, es decir, cantidad de lotes con síntomas del TFC (LCS) dividido por el total de lotes evaluados (LT) por región multiplicado por 100 ($[\text{LCS}/\text{LT}] \cdot 100$). Posteriormente, se caracterizó a la enfermedad según su prevalencia por regiones a nivel nacional y se recopiló los datos climáticos de la región, cuándo y dónde estuvieran disponibles para los años que se llevó a cabo este estudio.

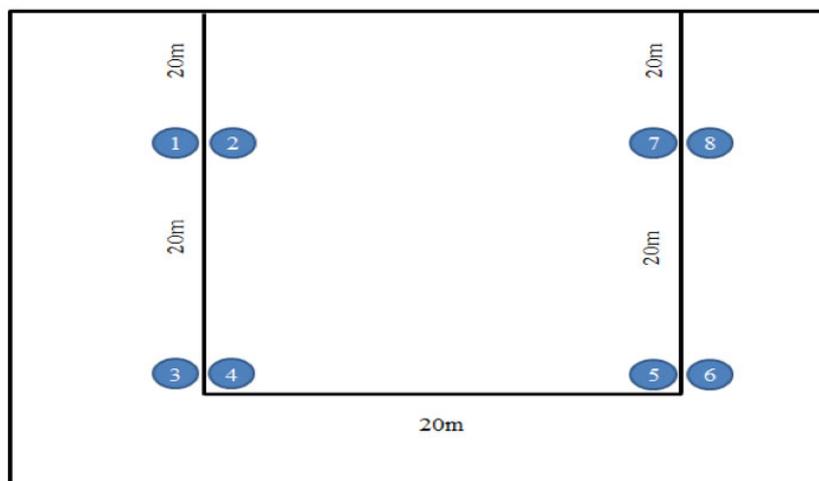


Figura 1. Patrón de muestreo en forma de U para la toma de muestra de la enfermedad y posteriormente determinar la prevalencia en Argentina en el periodo 2015-2016.

Figure 1. U-shaped sampling pattern to sample the disease and subsequently determine the prevalence in Argentina in the 2015-2016 period.

En los lotes de soja a evaluar, no se consideraron las condiciones de manejo del cultivo (rotaciones y labranzas), porque se ha demostrado que no existe efecto de las labranzas y de las rotaciones sobre *C. kikuchii* (Ivancovich, 1987).

Severidad del tizón foliar por Cercospora (TFC)

Para el tizón foliar por *Cercospora* (TFC) se utilizó una escala propuesta por Lavilla & Ivancovich (2016). Debido a que en las enfermedades foliares la incidencia es del 100 %, el parámetro que se utiliza para evaluarlas es la SEV, la cual se define como el área de tejido enfermo (AE) sobre el área total evaluada (ATE) por $[(AE/ATE) \times 100]$ (Agrios, 2005).

Evaluación de la difusión (prevalencia) y de la incidencia de la mancha púrpura de la semilla (MSP) en diferentes regiones de Argentina

La difusión e incidencia de la mancha púrpura de la semilla (MPS) se evaluó en los mismos lotes de soja en donde se determinó la difusión y severidad del TFC. La metodología para evaluar la difusión de la MPS fue la misma que se describió en el punto 1 para el TFC.

Se analizaron cuatrocientos semillas de las muestras cosechadas a mano a partir de vainas de soja elegidas al azar de los tercios medio y superior de las plantas. Posteriormente, se desinfectaron con 3 % de hipoclorito de sodio durante 3 min (Mattio et al., 2008) y se enjuagaron durante 1 min con agua destilada estéril. A continuación, las semillas se incubaron en placas de Petri con medio de cultivo V8, durante siete días en una cámara de crecimiento a $24 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2$, y oscuridad continua.

Para determinar la incidencia (I) de MPS se cuantificaron el número de semillas con signos (SCS) visuales de *C. kikuchii* a los siete días de siembra en placas de Petri, dividido entre el número total de semillas sembradas (ST; 400 semillas) multiplicando ese valor por 100 (I: $[SCS/ST] \times 100$) (Agrios, 2005; Ivancovich et al., 1998).

Evaluar la relación entre la severidad de los síntomas de la enfermedad en hoja con la incidencia de la enfermedad en las semillas

Con los datos de severidad del TFC y los datos de la incidencia de la de la MPS, se realizó la asociación de la severidad del TFC en hoja con la incidencia de la MPS, con base en una regresión lineal (Rice, 1995).

Resultados

Evaluación de la difusión (prevalencia) y severidad del tizón foliar por *Cercospora* (TFC) en diferentes regiones de Argentina

Los resultados de esta investigación, realizada durante los años 2015 y 2016, demostraron que el tizón foliar por *Cercospora* (TFC) se encuentra difundido en toda la región sojera de Argentina, o sea, con PREV del 100 %, ya que todos los lotes evaluados presentaban síntomas en los folíolos y en los pecíolos. La identidad de *C. kikuchii* como causante del TFC y la MPS en cada lote y en cada año, se corroboró morfológicamente a través de técnicas clásicas de caracterización macroscópica y microscópica de cada aislamiento. Se realizó un análisis molecular de 96 aislamientos con ocho secuencias blanco, las cuales se detallan a continuación: espaciadores transcritos internos (its), b- tubulina 1 (tub), histona H3 (his), proteína facilitadora de la cercosporina (cfp), actina (act), calmodulina (cal) y el citocromo b mitocondrial (cyb). Las secuencias obtenidas de cada aislamiento y secuencia blanco tuvieron una identidad mayor al 95 % con las secuencias publicadas en el *GenBank* para la especie *C. kikuchii*.

Los valores promedios de SEV TFC en 2016 fueron superiores a los observados en 2015 en las regiones estudiadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de severidad (%) del tizón foliar por *Cercospora kikuchii* en hoja (STFCH) de soja (*Glycine max*) por regiones (Norte, Pampa Norte y Pampa Sur) y años (2015 - 2016) en Argentina.

Table 1. Severity percentage (%) of leaf blight by *Cercospora kikuchii* (STFCH) on soybean (*Glycine max*) by regions (North, North Pampa and South Pampa) and years (2015 - 2016) in Argentina.

Región	Año	STFCH (%) ^{ΔΔΔ}
Norte	2015	67,4 C
Norte	2016	75,9 D
Pampa Norte	2015	43,1 B
Pampa Norte	2016	65,7 C
Pampa Sur	2015	25,0 A
Pampa Sur	2016	28,0 A
Región	**	
Año	*	
Región*año	*	
DMS	7,68995	
CV	22,10	

**Diferencias altamente significativas; * Diferencias significativas; DMS: diferencia mínima significativa; CV: coeficiente de variación. ^{ΔΔΔ} Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). / ** Highly significant differences; * Significant differences; DMS: minimum significant difference; CV: variation coefficient. ^{ΔΔΔ}Averages with a common letter are not significantly different ($p \leq 0,05$).

Con el ANAVA se pudo corroborar que hubo una interacción significativa ($p \leq 0,05$) entre región y años. En tal sentido la SEV del TFC fue variable en una misma región, dependiendo las condiciones climáticas del año.

Evaluación de la incidencia de la mancha púrpura de la semilla en diferentes regiones de Argentina

Los resultados de esta investigación demostraron que la PREV de la MPS fue del 100 % en las diferentes regiones sojeras de Argentina. Asimismo, los valores de la incidencia de la MPS, en las diferentes regiones y años evaluados no se diferenciaron estadísticamente ($p \leq 0,05$) entre ellas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de incidencia (%) de la mancha púrpura de la semilla (IMPS) en soja (*Glycine max*) por regiones (Norte, Pampa Norte y Pampa Sur) y años (2015 – 2016) en Argentina.

Table 2. Incidence percentage (%) of the purple seed stain (IMPS) in soybean (*Glycine max*) by region (North, North Pampa, and South Pampa) and years (2015 - 2016) in Argentina.

Región	Año	IMPS (%) ^{AAA}
Norte	2015	18,19 A
Norte	2016	23,49 A
Pampa Norte	2015	19,30 A
Pampa Norte	2016	23,56 A
Pampa Sur	2015	16,00 A
Pampa Sur	2016	30,00 A
Región	n.s.	
Año	n.s.	
Región*año	n.s.	
DMS	7,69715	
CV	67,10	

n.s.: diferencia no significativa, DMS: diferencia mínima significativa; CV: coeficiente de variación. ^{AAA} Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). / n.s.: not significant difference; DMS: minimum significant difference; CV: variation coefficient. ^{AAA}Averages with a common letter are not significantly different ($p \leq 0,05$).

Evaluación de la relación entre la severidad del TFC en hoja con la incidencia de la MPS en las semillas

En este estudio pudo corroborarse que no existió una relación significativa ($p=0,7889$) entre la severidad del TFC en hoja con la incidencia de la MPS en las semillas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Regresión lineal simple de la severidad del tizón foliar por *Cercospora kikuchii* (STFC) en hoja y su relación con incidencia de la mancha púrpura de la semilla (IMPS) de soja (*Glycine max*); ambas enfermedades causadas por *C. kikuchii* en Argentina en 2015 y 2016.

Table 3. Simple linear regression of the severity of leaf blight by *Cercospora kikuchii* (STFC) on the leaf and its relationship with the incidence of purple seed stain (IMPS) of soybean (*Glycine max*); both diseases caused by *C. kikuchii* in Argentina in 2015 and 2016.

VD	VI	N	R ²	Estimaciones de coeficientes		T	p- valor
IMPS	STFC	264	0,0003	Pendiente	22,06	7,28	<0,0001
				Constante	-0,01	-0,27	0,7889

VD: Variable dependiente; VI: variable independiente; N: número de datos; R²: coeficiente de determinación; T: prueba de T. / VD: dependent variable; VI: independent variable; N: number of data; R²: coefficient of determination; T: test T.

Discusión

El tizón foliar por *Cercospora* (TFC) se encuentra difundido (PREV del 100 %) en todas las regiones geográficas de Argentina en donde se produce soja. La SEV del TFC, en términos generales, tuvo los mayores porcentajes en la región norte de Argentina y en los años con mayores precipitaciones en estados fenológicos avanzados. Las causas de este fenómeno pueden ser el uso de cultivares susceptibles a la enfermedad, las condiciones ambientales predisponentes para la evolución de la enfermedad, el monocultivo de soja (inóculo en rastrojo) y a la propagación del patógeno, ya sea por aire (conidios livianos) o por semillas.

El TFC fue evaluado y diagnosticado por diferentes investigadores en las distintas regiones sojeras de Argentina, en la región norte por Ploper (2014), en la región pampa norte por Botta & Ivancovich (1996), y en la región pampa sur por Montoya (2016). Sin embargo, este es el primer relevamiento del TFC durante dos años consecutivos en todas las regiones sojeras de Argentina.

La MPS presentó valores de incidencia similares en todas las localidades sojeras de las regiones evaluadas, como entre los años. Las infecciones en semillas, por parte del patógeno, se vieron favorecidas por elevadas precipitaciones (más 200 mm en el período de llenado de granos en el cultivo de soja) y temperaturas (23 °C – 27 °C), en estados fenológicos de R_5 a R_8 (Fehr et al., 1971) del cultivo.

En términos generales, en la región norte las temperaturas y la humedad relativa son propicias para el desarrollo de ambas enfermedades. Las temperaturas en promedio en la región norte oscilan entre 28 °C y 30 °C en los meses de febrero, marzo y mediados de abril (Ivancovich, 2011a). La combinación de las temperaturas y los períodos prolongados de humedad relativa superior al 80 % propician el ambiente ideal para el desarrollo del TFC y la MPS. Asimismo, en el año 2016 hubo varios días de humedad relativa superiores al 80 %, por causa de un temporal en las regiones norte y pampa norte de Argentina (Martin, 2018). Este fenómeno podría explicar los mayores valores SEV del TFC e I de la MPS en el año 2016. Sin embargo, los valores de I de la MPS no tuvieron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los años 2015 y 2016, en donde se llevó a cabo este estudio.

En los años 2015 y 2016, la SEV del TFC en la región pampa sur fue estadísticamente inferior a la SEV del TFC observada en las regiones norte y pampa norte, esto podría deberse a que la humedad relativa promedio, en ambos años en la etapa reproductiva R_6 , fue inferior al 50 % y las temperaturas promedio menores a 25 °C (Martin, 2018).

La SEV del TFC en el follaje no se asoció con la I de la MPS. Los datos obtenidos en esta investigación coinciden con los de Orth (1994), en donde se informó que la I de la MPS en diecisiete cultivares de soja, no se relacionó con la SEV del TFC.

La presencia de *C. kikuchii*, en ambos órganos, es importante para la patogénesis del hongo, sin embargo, no hay una relación cuantitativa entre la SEV del TFC con la I de la MPS. Se comprobó que la tasa de transmisión de la planta a la semilla es muy baja y que el mayor índice de infección por *C. kikuchii* en la semilla era de 2,12 % (Henning, 2005). Marinelli et al. (2011) obtuvieron valores similares, ya que la presencia de este patógeno en la semilla fue de 1,45 % en promedio. Los resultados de esta investigación demostraron que no existe una relación entre la SEV del TFC y la I de la MPS. Los valores de la I de la MPS observados fueron superiores (21,18 %) a los reportados por Marinelli et al. (2011) (2,12 %). Posiblemente, esa diferencia se debió a que en esta experiencia solo se recolectaron semillas del tercio medio y superior de las plantas de soja en los diferentes lotes de Argentina.

Conclusiones

El tizón foliar por *Cercospora* y la mancha púrpura de la semilla se encuentran difundidas en todas las regiones sojeras de Argentina.

La región norte presentó los mayores niveles de severidad del tizón foliar por *Cercospora*.

Los valores de la incidencia de la mancha púrpura de la semilla, en las diferentes regiones y años evaluados, no se diferenciaron estadísticamente entre sí.

No existió una relación cuantitativa entre la severidad de los síntomas del tizón foliar por *Cercospora* en hojas con la incidencia de la mancha púrpura de la semilla.

Referencias

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology (English Edition)* (5th Ed.). Academic Press.
- Botta, G., & Ivancovich, A. (1996). *Guía para su identificación a campo* (Vol. 1). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Boyette, C. D., & Walker, H. L. (1985). Production and storage of inoculum of *Cercospora kikuchii* for field studies. *Phytopathology*, 75(2), Article 183. <https://doi.org/10.1094/phyto-75-183>
- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmood, D. T., & Pennington, J. S. (1971). Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill 1. *Crop Science*, 11(6), 929–931. <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183x00110006051x>
- Groenewald, J. Z., Nakashima, C., Nishikawa, J., Shin, H. -D., Park, J. -H., Jama, A. N., Groenewald, M., Braun, U., & Crous, P. W. (2013). Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. *Studies in Mycology*, 75, 115–170. <https://doi.org/10.3114/sim0012>
- Guillin, E. A., de Oliveira, L. O., Grijalba, P. E., & Gottlieb, A. M. (2017). Genetic entanglement between *Cercospora* species associating soybean purple seed stain. *Mycological Progress*, 16(6), 593–603. <https://doi.org/10.1007/s11557-017-1289-x>
- Guan, J., Yang, X. B., Ivancovich, A., & Nutter, F. W. (2004, June 25–27). *Using high-resolution satellite images to assess soybean yield losses caused by leaf blight in Argentina* [abstract]. APS Annual Meeting, Anaheim, CA, United States. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.2004.94.6.S156>
- Hartman, P. E., Dixon, W. J., Dahl, T. A., & Daub, M. E. (1988). Multiple modes of photodynamic action by cercosporin. *Photochemistry and Photobiology*, 47(5), 699–703. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1988.tb02767.x>
- Henning, A. (2005). *Patologia e tratamento de sementes noções gerais* (2^a Ed.). EMBRAPA soja.
- Ivancovich, A. (1987). *Soybean diseases in a long-term rotation and tillage system* (Master Thesis, not published) Purdue University.
- Ivancovich, A. (2003, 15 agosto). *Enfermedades de la soja* [ponencia]. Curso de actualización, Bolsa de Comercio de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Ivancovich, A. (2011a). *Diagnóstico y manejo de enfermedades de soja* (1^a Ed., Vol. 2). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Ivancovich, A. (2011b). *Enfermedades de soja: diagnóstico y manejo*. Buenos Aires (1^a Ed., Vol. 2). Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria.
- Ivancovich, A., Botta, G., Ploper, D. A., Laguna, L., & Annone, J. G. (1998, 15 abril). *Diagnóstico y manejo de enfermedades en soja* [Conferencia]. IV Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Pergamino, Argentina.

- Kuyama, S., & Tamura, T. (1957). Cercosporin. A pigment of *Cercosporina kikuchii* Matsumoto et Tomoyasu. II. Physical and chemical properties of cercosporin and its derivatives. *Journal of the American Chemical Society*, 79(21), 5726–5729. <https://doi.org/10.1021/ja01578a039>
- Lavilla, M., & Ivancovich, A. (2016, agosto). *Propuestas de escalas para la evaluación, a campo y en laboratorio, del “tizón foliar” y la “mancha púrpura de la semilla”, causadas por Cercospora kikuchii, en soja.* (N° 1). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_propuestas_de_escalas_para_la_evaluacion_a_campo_y_en_laboratorio_del_tizon_foliar_y_la_mancha_purpura_de_la_semilla_en_soja.pdf
- Lavilla, M., Ivancovich, A., Diaz Paleo, A., Sosa, C., Cauda, N., Izaguirre, S., Delorensi, V., & Simón J. (Ed.). (2018). *Estudios patométricos del tizón foliar por Cercospora causado por Cercospora kikuchii en soja en el norte de la provincia de Buenos Aires.* Universidad Nacional de Tucumán.
- Marinelli, A., Mainardi, A., March, G., Oddino C., & García, J. (2011, 14-16 de septiembre). *Transmisión de Cercospora kikuchii (tizón de la hoja, mancha púrpura de la semilla) y su detección temprana en el cultivo* [resumen]. 5° congreso de la soja del Mercosur. Primer foro de la soja Asia-Mercosur, Rosario, Argentina.
- Martin, N. (2018, 1 marzo). *SIGA - Sistema de información y gestión agrometeorológica.* <http://siga.inta.gob.ar/#/>
- Matsumoto, T., & Tomoyasu, R. (1925). Studies on purple speck of soybean seed. *Japanese Journal of Phytopathology*, 1(6), 1-14-1. https://doi.org/10.3186/jjphytopath.1.6_1
- Mattio, M. C., Turino, L., González, A. M., Di Conza, J. A., Latorre Rapela, M. G., Vaccari, M. C., Iacona, V. A., & Lurá, M. C. (2008). Cercospora patógenas de soja: Influencia de factores ambientales sobre su desarrollo. Degradación Biológica de Cercosporina. *Revista FABICIB*, 12, 25–32. <https://doi.org/10.14409/fabicib.v12i1.815>
- Montoya, M. (2016). *Enfermedades de fin de ciclo en soja.* INTA Balcarce.
- Orth, C. E. (1994). Resistance of 17 soybean cultivars to foliar, latent, and seed Infection by *Cercospora kikuchii*. *Plant Disease*, 78(7), Article 661. <https://doi.org/10.1094/pd-78-0661>
- Pathan, M. A. (1989). Effects of *Cercospora kikuchii* on soybean seed germination and quality. *Plant Disease*, 73(9), Article 720. <https://doi.org/10.1094/pd-73-0720>
- Ploper, L. D. (Ed.). (2014). *Importancia de las enfermedades que afectan las partes áreas de las plantas de soja en la República Argentina.* Asociación Argentina de Fitopatología.
- Rice, J. A. (1995). *Mathematical Statistics and Data Analysis* (2nd Ed.). Duxbury Pres.
- Soares, A. P. G., Guillin, E. A., Borges, L. L., Silva, A. C. T., Almeida, Á. M. R., Grijalba, P. E., Gottlieb, A. M., Bluhm, B. H., & Oliveira, L. O. (2015). More *Cercospora* species infect soybeans across the americas than meets the eye. *PLOS ONE*, 10(8), Article e0133495. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133495>
- Turino, L. (2007). *Cercospora kikuchii aislada en la provincia de Santa Fe: diversidad genética de los aislamientos. Producción de cercosporina. Inactivación de la toxina por sistemas biológicos* [Tesina de grado no publicada], Universidad Nacional del Litoral.
- Upchurch, R. G., Walker, D. C., Rollins, J. A., Ehrenshaft, M., & Daub, M. E. (1991). Mutants of *Cercospora kikuchii* Altered in Cercosporin Synthesis and Pathogenicity. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(10), 2940–2945. <https://doi.org/10.1128/aem.57.10.2940-2945.1991>

- Velicheti, R. K. (1994). Production of cercosporin and colonization of soybean seed coats by *Cercospora kikuchii*. *Plant Disease*, 78(4), Article 342. <https://doi.org/10.1094/pd-78-0342>
- Walters, H. J. (1980). Soybean leaf blight caused by *Cercospora kikuchii*. *Plant Disease*, 64(10), Article 961. <https://doi.org/10.1094/pd-64-961>
- Yeh, C. C. (1980). Sporulation and Variation in Size of Conidia and Conidiophores Among Five Isolates of *Cercospora kikuchii*. *Plant Disease*, 64(4), Article 373. <https://doi.org/10.1094/pd-64-373>