

Evaluación de las mermas de rendimiento del cultivo de Soja (*Glycine max* L.) causadas por enfermedades de raíz y tallo en el partido de Pergamino, Buenos Aires.

Trabajo Final de Grado
del alumno



**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

Pergamino, 03 de Mayo de 2021.

EVALUACIÓN DE MERMAS DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SOJA (*Glycine max* L.) CAUSADAS POR ENFERMEDADES DE RAÍZ Y TALLO EN EL PARTIDO DE PERGAMINO, BUENOS AIRES.

Trabajo Final de Grado

del alumno

MACARENA RIZZI

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador



Miguel Ángel Lavilla
Co-Director

(Nombre y Apellido)
Evaluador



Antonio Ivancovich
Director

(Nombre y Apellido)
Evaluador

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Pergamino, 03 de Mayo del 2021.

INDICE

1. Resumen.....	4
2. Introducción.....	5
3. Descripción de las principales enfermedades de raíz y tallo que afectan al cultivo de soja en la localidad de Pergamino.....	7
3.1. Síndrome de la muerte repentina.....	7
3.2. Cancro del tallo.....	9
3.3. Podredumbre carbonosa.....	10
3.4. Podredumbre seca.....	11
4. Palabras claves.....	12
5. Hipótesis.....	12
6. Objetivo general.....	12
7. Objetivos específicos.....	12
8. Materiales y métodos.....	13
8.1. Relevamiento del número de lotes con presencia de enfermedades de raíz y tallo en soja (Prevalencia/difusión) en el partido de Pergamino.....	13
8.2. Determinación la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo de soja en los diferentes lotes del partido de Pergamino.....	13
8.3. Asociación entre la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo con los componentes numéricos y subcomponentes del rendimiento de soja.....	14
9. Resultados y discusión.....	14
9.1. Relevamiento del número de lotes con presencia de enfermedades de raíz y tallo en soja (Prevalencia/difusión) en el partido de Pergamino.....	14
9.2. Determinación la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo de soja en los diferentes lotes del partido de Pergamino.....	15
9.3. Asociación entre la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo con los componentes numéricos y subcomponentes del rendimiento de soja.....	19
10. Conclusiones.....	22
11. Bibliografía.....	23

INDICE DE ABREVIATURAS

Abreviaturas	Significado
CTS	Cancro del tallo en soja
EFC	Enfermedades de fin de ciclo
IAF	Indice de área foliar
GM	Grupo de madurez
LCS	Lotes con síntomas
LM	Labranza mínima
LT	Lotes totales evaluados
PC	Podredumbre carbonosa
PS	Podredumbre seca
PE	Planta enferma
PS	Planta sana
SD	Siembra directa
SMR	Síndrome de la muerte repentina

RESUMEN

La soja, es actualmente el principal cultivo agrícola de la zona pampeana y el más importante rubro de exportación en Argentina tanto por la producción como también por la superficie utilizada para dicha cosecha. Los factores que limitan la productividad de la soja están relacionados, entre otros, con el manejo de suelo y cultivo, condiciones de ambiente desfavorables y con factores bióticos, como malezas, plagas y enfermedades. A nivel mundial se estima que las pérdidas de rendimiento ocasionadas por las enfermedades oscilan entre el 10 y 15%. En Argentina, los daños causados por las enfermedades de soja alcanzan del 8 al 10% del total de la producción. Entre las enfermedades que afectan a la soja se destacan por su prevalencia, severidad y los daños que ocasionan, las enfermedades conocidas como de fin de ciclo (EFC), que afectan a las hojas, tallos, vainas y semillas. Ello significa que cualquier situación de stress en esa etapa, afectará el número final de vainas y granos, con efecto negativo sobre el rendimiento. A causa de lo anterior, en este trabajo, se evaluó la prevalencia y la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo y las reducciones en el rendimiento en los lotes de soja en el partido de Pergamino, haciendo hincapié en algunas de las EFC tales son el cancro del tallo (CTS) causado por

Diaporthe cauliniora, el síndrome de la muerte repentina (SMR) causada por *Fusarium tucumaniae*, podredumbre seca (PS) causada por *Fusarium spp* y podredumbre carbonosa (PC) causada por *Macrophomina phaseolina*. En 30 lotes del partido de Pergamino, se recolectaron 30 pares de plantas en cada uno de ellos, mediante el método de plantas apareadas el cual consiste en recolectar y comparar pares compuestos por una planta con síntomas de la enfermedad (planta enferma: PE) y una planta sin síntomas (planta sana: PS), de tamaños semejantes. Cada par de plantas se considera una repetición de los tratamientos PS y PE. Los pares de plantas fueron recolectados en el estado fenológico de R₆. La recolección de los pares de planta se realizó de forma manual evaluando los componentes y subcomponentes numéricos del rendimiento de soja de cada tratamiento. Las comparaciones de medias de los tratamientos fueron realizadas a través de la prueba t pareada ($p \leq 0,05$). Los análisis estadísticos se realizaron con los programas Infostat y Statsoft. Mediante las pruebas de t pareada realizadas para las variables del rendimiento y su relación con las enfermedades relevadas, se puede aceptar la hipótesis que señala a éstas enfermedades como causantes de las pérdidas de rendimiento en el cultivo de soja. En este trabajo se analizaron también, prevalencia e incidencia de cada una de las enfermedades estudiadas obteniendo resultados significativos en cuanto a su efecto en el cultivo. Así también se evaluó la relación de la incidencia con las variables del rendimiento, dando diferencias significativas en gran mayoría de los casos.

Evaluación de mermas de rendimiento del cultivo de Soja (*Glycine max L.*), causada por enfermedades de raíz y tallo en el partido de Pergamino, Buenos Aires.

INTRODUCCIÓN:

La soja (*Glycine max L. Merr.*) es actualmente, el principal cultivo agrícola de la zona pampeana y el más importante rubro de exportación en Argentina tanto por la producción como también por la superficie utilizada para dicha cosecha. Actualmente representa el 55% de los casi 37 millones de hectáreas que se siembran anualmente en nuestro país, escoltada muy de lejos por los cultivos de maíz y trigo, que sumados alcanzan un 26% (menos de la mitad). En la campaña 2015/16 los datos relevados fueron de 20.300 millones de Hectáreas sembradas, 19.500 millones de Hectáreas cosechadas, 58.500 millones de Toneladas de producción y un rendimiento de 3000 Kg por Hectárea. (Camasta, 2017).

Argentina es el tercer país productor de soja en el mundo, luego de EE. UU y Brasil; siendo el tercer exportador mundial de poroto de soja y el primer exportador de aceite de soja y de harinas de soja. (Ivancovich, 2011).

Los factores que limitan la productividad de la soja están relacionados, entre otros, con el manejo de suelo y cultivo, condiciones de ambiente desfavorables y con factores bióticos, como malezas, plagas y enfermedades. (Ivancovich, 2011).

A nivel mundial se estima que las pérdidas de rendimiento ocasionadas por las enfermedades oscilan entre el 10 y 15%. En Argentina, los daños causados por las enfermedades de soja alcanzan del 8 al 10% del total de la producción. (Wrather *et al.*, 1997; Ivancovich, 2011).

Diversos factores pueden ocasionar la reducción de la producción y de la calidad del grano de soja, entre ellos, el manejo del suelo y del cultivo, las condiciones ambientales desfavorables, el cambio climático con períodos de alternancia de excesivas precipitaciones y períodos de stress hídrico y los agentes bióticos y abióticos (fitotoxicidad, granizo). Entre las limitantes más importantes del cultivo en todas las regiones del país se destacan las enfermedades las cuales afectan los rendimientos y la calidad de la producción obtenida. En este sentido, cabe mencionar que las condiciones climáticas y edáficas de la amplia zona que abarca el cultivo de esta oleaginosa influyen en el desarrollo y prevalencia de distintas enfermedades que varían según las subregiones de cultivo, así como de la susceptibilidad del cultivar utilizado (Giorda, 1997). Los daños ocasionados por las enfermedades que afectan a la soja reducen los rendimientos potenciales de un cultivar elegido debido a que interfieren en sus funciones fisiológicas normales. En este sentido, podría considerarse que la reducción de los rendimientos ocasionada por las enfermedades representa la diferencia entre la producción obtenida a campo en toneladas y la que potencialmente sería alcanzable por el cultivar en ausencia de la enfermedad (Carmona, 2004). Existen más de 40 enfermedades que afectan el cultivo de soja, algunas de las cuales son ocasionadas por patógenos necrotróficos, quienes sobreviven en tejidos muertos (rastrojos) y por biótrofos, que necesitan tejido vivo para subsistir como por ejemplo plantas guachas, malezas u otras especies susceptibles.

Entre las enfermedades que afectan a la soja se destacan por su prevalencia, severidad y los daños que ocasionan a las enfermedades conocidas como de fin de ciclo (EFC), que afectan a las hojas, tallos, vainas y semillas de la soja (Díaz *et al.*, 2005; Formento *et al.*, 2009; Carmona, 2014). Las EFC se caracterizan por presentar síntomas más conspicuos

en los estadios reproductivos intermedios y avanzados ocasionando anticipación de la maduración de las plantas, reducción en los rendimientos y/o calidad de los granos, sin embargo la mayoría de los patógenos causantes de estas enfermedades están generalmente presentes en etapas vegetativas. De acuerdo a Borrás *et al.* (2004) las EFC reducen el área foliar fotosintéticamente activa disminuyendo de esta manera la cantidad de radiación absorbida en la etapa más crítica del cultivo, afectando consecuentemente el rendimiento. Las enfermedades foliares afectan la generación del rendimiento debido a que los patógenos utilizan la energía producida por el cultivo (carbohidratos y nutrientes producidos o de reserva) convirtiéndose en destino, la cual podría haber sido destinada a los órganos reproductivos. A su vez, las enfermedades disminuyen la eficiencia de la intercepción de la radiación por disminución del índice de área foliar (IAF) y su duración debido a que ocasionan senescencia temprana y defoliación, disminuyendo de esta manera la generación de biomasa con su consecuente efecto en los rendimientos y en la calidad del grano (Carmona, 2005; Díaz *et al.*, 2005).

Debido a que la mayoría de los patógenos causantes de las EFC sobrevive en el rastrojo, y a que en la actualidad la casi totalidad del cultivo de soja se realiza bajo siembra directa y en monocultivo, sumado a la difusión de cultivares susceptibles, es posible esperar que estas enfermedades continúen en aumento, por lo que es importante conocer, por un lado, los requerimientos del cultivo a lo largo de su ciclo y su relación con los componentes el rendimiento. Las EFC disminuyen el área foliar fotosintetizadora, disminuyendo la radiación interceptada lo cual genera senescencia anticipada, adelantando la maduración y afectan finalmente el rendimiento. Asimismo, las EFC acortan el período crítico de la soja, comprendido entre los estadios R4.5 y R5.5 momento en el cual la capacidad de compensación del cultivo se reduce debido a que la floración casi ha finalizado y las vainas y semillas más jóvenes son más propensas a abortar en condiciones de stress (Baigorri, 1997). Ello significa que cualquier situación de stress en esa etapa, tal como déficit hídrico o de nutrientes, efecto de plagas, enfermedades foliares, granizo, etc., afectará el número final de vainas y granos, con efecto negativo sobre el rendimiento. (Toledo, 2015).

Entre las EFC, en este trabajo se hizo hincapié en algunas de ellas tales son el cancro del tallo (CTS) causado por *Diaporthe caulinivora*, el síndrome de la muerte repentina (SMR) causada por *Fusarium tucumaniae*, podredumbre seca (PS) causada por *Fusarium spp* y podredumbre carbonosa (PC) causada por *Macrophomina phaseolina* (Backman *et al.*, 1989; Yorinori, 1996; Wrather *et al.*, 1997).

Descripción de las principales enfermedades de raíz y tallo que afectan al cultivo de soja en la localidad de Pergamino

Síndrome de la muerte repentina (SMR):

Agente causal: *Fusarium tucumaniae*

Signo: Esporodoquios (estructura reproductiva asexual) de color azulados en la corteza de la raíz. *F. tucumaniae* es un habitante del suelo, donde sobrevive como micelio en restos de raíces o rastrojos, o por varios años en forma de clamidosporas (Roy *et al.*, 1997; Scherm *et al.*, 1998; Westphal *et al.*, 2008)

Síntomas: moteado clorótico, arrugamiento de hojas jóvenes, y el síntoma denominado “carijó” o abigarrado (Scandiani 2011, Stewart y Rodriguez 2013). Las raíces, que es el órgano donde se produce infección, presentan una podredumbre con abundantes masas de macroconidios de color azul, verde o crema, en algunos casos presentan coloración externa rojiza y la médula se mantiene blanca (Lenzi *et al.* s.f., Scandiani, citado por Scandiani 2011). *F. tucumaniae* produce toxinas que al ser traslocadas a las hojas pueden ocasionar clorosis y necrosis internerval, defoliación prematura y muerte de las plantas. Los síntomas foliares generalmente se observan en los estados reproductivos hasta R6 desuniforme del hongo en el terreno (Ivancovich, 2011).

Condiciones predisponentes: Las condiciones climáticas y disponibilidad de nutrientes que favorecen el crecimiento y posterior desarrollo de las plantas hasta floración, son propicias para el desarrollo de la enfermedad.

- Temperaturas moderadas (20-25°C).
- Suelos productivos fértiles y húmedos.
- Siembra directa con muchos años sin rotación.
- La severidad es mayor con tiempo fresco, húmedo y suelos compactados con drenaje deficiente.
- Posterior a la manifestación de los primeros síntomas se acelera la muerte repentina bajo condiciones que favorecen el marchitamiento, las cuales son alta temperatura ambiente (superior a 30°C) y baja humedad del suelo. (Ivancovich, 2011).

Manejo de la enfermedad:

En lotes severamente afectados se recomienda mejorar el drenaje de los lotes, disminuir la compactación, controlar el nematodo del quiste, y atrasar la fecha de siembra para evitar sembrar en suelos frescos y muy húmedos, pero la principal herramienta para el manejo

del SMR es el uso de cultivares de soja parcialmente resistentes, ya que no hay genotipos con resistencia completa (Gibson *et al.*, 1994; Roy *et al.*, 1997; Westphal *et al.*, 2008). En los cultivares parcialmente resistentes, se manifiestan los síntomas, pero con menor incidencia y/o severidad que en los más susceptibles. La caracterización del comportamiento de los genotipos es dificultosa dado que su respuesta al SMR puede variar entre localidades y/o años, el desarrollo de los síntomas foliares es muy afectado por las condiciones ambientales y el patógeno presenta distribución agregada en los lotes, por lo que es necesario realizar evaluaciones en distintos ambientes (Gibson *et al.*, 1994; Njiti *et al.*, 1996; Iqbal *et al.*, 2001).

Antecedentes de la enfermedad:

En la campaña 2012/13, la disminución del peso de mil granos fue del 16,6% y la reducción del rendimiento alcanzó un 28,6%. La pérdida estimada para un lote de Pergamino fue de 1.546 kg ha⁻¹ según Scandiani *et al.*, 2012.

Cancro del tallo (CTS):

Agente causal: *Diaphorte phaseolorum* var. *caulivora* - cancro del tallo del sur

Signo: El hongo sobrevive en los rastrojos mediante sus estructuras sexuales (peritecios). A partir de ellos se forman ascosporas, que necesitan del humedecimiento y del impacto de las gotas de lluvia para ser liberadas. De esa forma quedan a disposición del viento para que las lleve a cortas o largas distancias. Esto constituye parte del inóculo potencial para la ocurrencia del cancro del tallo de la soja. (Grijalba, 2018).

Síntomas: Los síntomas iniciales se visualizan a partir de los primeros estados reproductivos de la planta. Los síntomas foliares, clorosis y necrosis internerval, son similares a los del síndrome de la muerte repentina y de la podredumbre parda del tallo. Sin embargo, el cancro del tallo se caracteriza por la presencia de lesiones necróticas formando cancros de bordes pardo-rojizos, localizados a lo largo de todo el tallo, especialmente hacia la base del mismo (suele confundirse con la podredumbre por *Phytophthora*) en el cancro del sur (var. *caulivora*). (Ivancovich, 2011).

Condiciones predisponentes: Temperaturas medias diarias de aproximadamente 21°C y abundantes lluvias. Las condiciones de estrés térmico e hídrico aceleran el proceso de marchitamiento de las plantas. Esas condiciones se agravan en suelos compactados y determinan que la distribución (manchones) de las plantas afectadas coincida con los sectores del lote donde se presenta esa condición. (Ivancovich, 2011).

Manejo:

- Utilizar fechas de siembra que determinen que estados fenológicos críticos de la planta, previos a la floración, no coincidan con elevadas temperaturas y humedad relativa ambiente.
- Rotación de cultivos, ya que el monocultivo ha demostrado aumentar la incidencia de la enfermedad.
- Siembra de cultivares resistentes.
- Tratamiento de semillas con fungicidas, para evitar la introducción del inóculo desde otras zonas infectadas.
- La aplicación de fungicidas foliares no resulta práctica, debido a la existencia de cultivares resistentes. (Ivancovich, 2011).

Antecedentes de la enfermedad:

En el 2018 se observaron en el norte de la provincia de Buenos Aires lotes afectados por *Diaphorte caulinora* con una prevalencia del 50% y una incidencia promedio de 5%, con un rango del 2 al 8% (Ivancovich y Lavilla, 2018). En cada lote se realizó un estudio de plantas apareadas que determinó una reducción del 24% del peso de los granos por planta. (Ivancovich *et al.*, 2018).

Podredumbre carbonosa (PC):

Agente causal: *Macrophomina phaseolina*.

Signo: Se manifiesta en las raíces (una vez que la planta se marchita completamente) con la presencia de microesclerocitos sub epidérmicos que se forman en la raíz principal (que se descorteza fácilmente) y le dan el aspecto carbonoso a las mismas que origina el nombre de la enfermedad.

Síntomas: Los síntomas de la PC se manifiestan como una podredumbre de raíces que provoca un marchitamiento acelerado de la planta, quedando las hojas adheridas a la misma. También se observan estrías o líneas de color negro, en los tejidos internos de la base del tallo y la raíz principal. (Ivancovich *et al.*, 2016)

Condiciones predisponentes: La infección es favorecida por condiciones que producen el estrés en las plantas, tales como temperaturas superiores a 30°C y baja humedad relativa ambiente o sequía, especialmente durante los períodos reproductivos de las mismas. (Ivancovich, 2011)

Alta relación carbono - nitrógeno favorece la acción del agente causal de esta enfermedad. Esta situación se ve favorecida en los cultivos de soja de segunda precedidos por trigo, avena o cebada, que aportan rastrojo a esos lotes. (Ivancovich, 2011)

La podredumbre carbonosa se observa en los lotes en forma de manchones, en algunos casos asociados a las cabeceras del cultivo donde se ha producido una mayor circulación de la maquinaria que significa mayor compactación del suelo, y/o por presencia de cortinas de árboles con la consiguiente menor humedad del suelo en su adyacencia. (Ivancovich, et al. 2016)

Manejo de la enfermedad:

- Prácticas culturales que favorezcan el escape del cultivo a las condiciones predisponentes a la enfermedad (fecha de siembra, riego, etc.).
- Evitar la rotación con los cultivos susceptibles a la enfermedad (maíz, girasol, maní, etc.).
- Evitar siembras de soja de segunda, después de trigo, avena o cebada, en lotes con historia de presencia del patógeno, ya que los rastros de esos cultivos antecesores incrementan la relación carbono - nitrógeno, que favorece a la enfermedad. (Ivancovich, 2011).

Antecedentes de la enfermedad:

En el verano de 2016 en muchas regiones de Argentina el cultivo de soja estuvo expuesto (por cortos o largos períodos) a situaciones de estrés hídrico y térmico, que favorecieron el desarrollo de la PC. Ivancovich, Flores y Lavilla en relevamientos realizados en las provincias de Jujuy y Salta detectaron la enfermedad en un 30% de los lotes observados, con mayor incidencia y severidad en las cercanías de Tartagal. Lavilla e Ivancovich observaron una incidencia de entre 5 y 10% en las provincias de Tucumán, Santiago del Estero y en el norte de la provincia de Santa Fe, y del 5% en el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de la provincia de Santa Fe. (Ivancovich et al., 2016).

Podredumbre seca (PS):

Agente causal: *Fusarium spp.*

Signo: El micelio característico es algodonoso y según la especie involucrada, presenta coloración blanca, naranja pálido o tonalidades desde el rosado claro hasta el púrpura. (Litardo, 2014).

Síntomas: Similares a los ocasionados por la podredumbre carbonosa, con amarillento anticipado de las hojas, que se secan y quedan adheridas por mucho tiempo a la planta. Se observa marchitamiento de la planta, y la raíz principal se descorteza fácilmente, observándose sobre la misma una típica coloración rojiza del hongo. (Ivancovich, 2011)

Condiciones predisponentes:

Las infecciones son favorecidas por condiciones de estrés en las plantas, ocasionadas por temperaturas superiores a 30°C y baja humedad relativa ambiente o sequía, especialmente durante los períodos reproductivos de las mismas. (Ivancovich, 2011).

Manejo de la enfermedad:

- Prácticas culturales, como fecha de siembra, riego, etc., que posibiliten el escape del cultivo a las condiciones predisponentes para la enfermedad. (Ivancovich, 2011).

PALABRAS CLAVE: Síndrome de la muerte repentina; Cancro del tallo; Podredumbre carbonosa; Podredumbre seca; rendimiento; Soja

HIPÓTESIS

Las enfermedades de raíz y tallo causan pérdidas de rendimiento en el cultivo de soja.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la prevalencia y la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo y las reducciones en el rendimiento en los lotes de soja en el partido de Pergamino

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Relevar el número de lotes con presencia de enfermedades de raíz y tallo (Prevalencia) en el partido de Pergamino.
- Determinar la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo en los diferentes lotes de soja en el partido de Pergamino.
- Analizar la Asociación de la incidencia de las enfermedades con los subcomponentes y componentes numéricos del rendimiento de soja.

MATERIALES Y MÉTODOS:

En 30 lotes del partido de Pergamino, durante la campaña 2017/2018 se recolectaron 30 pares de plantas en cada uno de ellos; 900 pares de plantas. El método de plantas apareadas consiste en comparar pares compuestos por una planta con síntomas de la enfermedad (planta enferma: PE) y una planta sin síntomas (planta sana: PS), de tamaños). Cada par de plantas se considera una repetición de los tratamientos PS y PE. Los pares de plantas fueron recolectados en el estado fenológico de R₆ (Fehr y Caviness, 1971). La recolección de los pares de planta se realizó de forma manual evaluando los siguientes componentes y subcomponentes numéricos del rendimiento de soja de cada tratamiento: número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos y peso total de los granos de cada planta. Las comparaciones de medias de los tratamientos fueron realizadas a través de la prueba t apareada entre pares de plantas ($p \leq 0,05$). Los análisis estadísticos se realizaron con los programas Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011) y Statsoft (StatSoft, 2005).

Relevamiento del número de lotes con presencia de enfermedades de raíz y tallo en soja (Prevalencia/difusión) en el partido de Pergamino.

El relevamiento de lotes con presencia de la enfermedad se determinó con la prevalencia (P), definida como el porcentaje de lotes con presencia de la enfermedad sobre el total de lotes relevados (Ivancovich *et al.*, 1998), se expresa como la cantidad de lotes con síntomas (LCS) dividido por el total de lotes evaluados (LT) por región multiplicado por 100 ($[LCS/LT] * 100$) (Ivancovich *et al.*, 2016). Cabe aclarar que la totalidad de lotes estudiados fue de 30, pero no en todos ellos se encontraron plantas con síntomas.

Determinación la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo de soja en los diferentes lotes del partido de Pergamino.

La incidencia (I), se determinó mediante el cociente entre el número de plantas con presencia del patógeno y el número total de plantas evaluadas en el lote. En el total de los 30 lotes, se evaluaron 30 pares de plantas en laboratorio bajo condiciones controladas. El diagnóstico de las diferentes enfermedades a campo fue confirmado en el laboratorio de Fitopatología de la UNNOBA, bajo microscopio estereoscópico y óptico y en casos necesarios se procedió a incubar las muestras previamente desinfectadas en cámara húmeda a $24^{\circ}\text{C} \pm 2$ (Ivancovich *et al.*, 2021).

Asociación entre la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo con los componentes numéricos y subcomponentes del rendimiento de soja.

Utilizando el modelo de regresión lineal simple se estudió, la asociación entre los subcomponentes y componentes numéricos del rendimiento de soja y la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo de soja para cada lote evaluado. (Di Rienzo *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien se estudiaron 30 lotes, no en todos se encontraron con presencia de las enfermedades estudiadas. Cada valor de los componentes de rendimiento utilizado en la prueba de t es el promedio de los 30 pares de plantas por lotes, es decir, que el promedio del rendimiento en el lote deriva de los datos obtenidos de los 30 pares de planta de ese lote.

Relevamiento del número de lotes con presencia de enfermedades de raíz y tallo en soja (Prevalencia/difusión) en el partido de Pergamino:

En este relevamiento la prevalencia de CTC fue de un 30% (9/30), de PC y SMR fue de un 17% (5/30) y de PS fue de un 13% (4/30). En 2006/07 un relevamiento en el sudeste bonaerense indicó una prevalencia de Cancro del Tallo del 94%. (Lago, *et al.*, 2007).

En 2018 se observaron en el norte de la provincia de Buenos Aires lotes afectados por CTC con una prevalencia del 50% y una incidencia promedio de 5%, con un rango del 2 al 8%. En cada lote se realizó un estudio de plantas apareadas que determinó una reducción del 24% del peso de los granos por planta. (Ivancovich *et al* 2018) En cuanto a SMR anualmente se registra un aumento de la prevalencia del SMR en diversas áreas de Argentina, entre ellas Entre Ríos, Noroeste de Buenos Aires, Sudeste de Córdoba y Sur de Santa Fe. La prevalencia del SMR fue del 33% en el Centro Norte y superior al 43% en el Centro Oeste de Entre Ríos, con un 34% de lotes con labranza mínima y el 66%, en siembra directa sin efecto sobre la manifestación de la enfermedad (8 lotes enfermos en SD y 7 lotes en LM). El 47% de los lotes con SMS tenían como antecesor inmediato soja, y el 33%, la secuencia soja/trigo y el resto, maíz o sorgo. La intensidad de la enfermedad fue variable, lotes con pocas plantas enfermas aisladas o grandes sectores afectados en “manchones”. (Formento *et al.*, 2015).

Con respecto a la Podredumbre carbonosa, trabajos realizados por el personal de la Sección Fitopatológica de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) demuestran un alto valor de prevalencia de la enfermedad en el Noroeste Argentino, con valores que han llegado al 100%. (Reznikov *et al.*, 2013).

Determinación la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo de soja en los diferentes lotes del partido de Pergamino:

La incidencia para cada una de las cuatro enfermedades evaluadas tuvo un rango variable entre 1% y 10%.

Con respecto a SMR en el Noroeste argentino, bajo estudios realizados en Marcos Juárez y Leones, campaña 2006, el 75% de los lotes relevados presentaron incidencias que variaron entre 1 y 20 %, con un 14% de estimación de pérdida de rendimiento en un lote comercial (Lenzi *et al.*, 2006).

El alto grado de dispersión encontrado y los altos valores de incidencia por lote (10 a 56 %) confirmaron la relevancia del CTC en el centro-sudeste de la provincia de Buenos Aires. (Lago *et al.*, 2007). Grijalba y Guillín (Grijalba *et al.*, 2007) determinaron la presencia de la enfermedad en un lote de Necochea con una incidencia de 35 %.

En cuanto a Podredumbre carbonosa, en el verano de 2016 en muchas regiones de Argentina el cultivo de soja estuvo expuesto (por cortos o largos períodos) a situaciones de estrés hídrico y térmico, que favorecieron el desarrollo de la PC. Ivancovich, Flores y Lavilla en relevamientos realizados en las provincias de Jujuy y Salta detectaron la enfermedad en un 30% de los lotes observados, con mayor incidencia y severidad en las cercanías de Tartagal. Lavilla e Ivancovich observaron una incidencia de entre 5 y 10% en las provincias de Tucumán, Santiago del Estero y en el norte de la provincia de Santa Fe, y del 5% en el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de la provincia de Santa Fe. (Ivancovich *et al.*, 2016).

Efecto de las enfermedades sobre el rendimiento por planta en el cultivo de soja

Para CTC, se observaron diferencias significativas para los tres componentes del rendimiento estudiados. En el número de vainas por plantas con una magnitud de 7 vainas por planta enferma, en el peso total de granos por plantas con una magnitud de 4 gramos en el peso total de plantas enfermas y de 4 gramos en el peso de 100 granos en las plantas enfermas (Tabla 1)

En aquellos lotes con presencia de PC, se observaron diferencias significativas en el peso total de los granos en la planta con una disminución de 14 gramos en plantas enfermas y en el peso de 100 granos con una diferencia de 4 gramos entre plantas sanas y enfermas pero no en el número de vainas por planta. (Tabla 1)

En lotes con presencia de PS, las diferencias fueron significativas para las tres variables del rendimiento estudiadas. La diferencia entre las medias de plantas sanas y enfermas fue de 18 para el número de vainas por planta, de 5 gramos para el peso total de los granos por planta y de 8 gramos para el peso de los 100 granos. (Tabla 1).

En presencia de SMR, se observaron diferencias significativas para las tres variables de rendimiento estudiadas, con una reducción de 12 vainas por planta en plantas enfermas, de 3 gramos en el peso total de granos por planta y de 3 gramos en el peso de los 100 granos. (Tabla 1).

Tabla 1. Prueba de t pareada para las variables del rendimiento y su relación con las enfermedades relevadas

	Cancro del tallo en soja						
Planta enferma (1)	Planta sana (2)	N	Media(dif)	Media(1)	Media(2)	p-valor	Magnitud de pérdidas
Nº vaina por planta	Nº vaina por planta	9	-7,04	32,79	39,83	0,0183	18%
Peso total (g) de los granos en la planta	Peso total (g) de los granos en la planta	9	-3,83	4,83	8,66	0,0026	44%
Peso 100 granos (g)	Peso 100 granos (g)	9	-4,1	7,93	12,03	0,0025	34%
	Podredumbre carbonosa						
Planta enferma (1)	Planta sana (2)	N	Media(dif)	Media(1)	Media(2)	Bilateral	
Nº vaina por planta	Nº vaina por planta	5	-22,48	23,48	45,96	0,113	No significativa
Peso total (g) de los granos en la planta	Peso total (g) de los granos en la planta	5	-13,64	7,8	21,44	0,0076	63%
Peso 100 granos (g)	Peso 100 granos (g)	5	-4,22	7,46	11,68	0,0153	36%
	Podredumbre seca						
Planta enferma (1)	Planta sana (1)	N	Media(dif)	Media(1)	Media(2)	Bilateral	
Nº vaina por planta	Nº vaina por planta	4	-17,94	9,8	27,74	0,0182	65%
Peso total (g) de los granos en la planta	Peso total (g) de los granos en la planta	4	-5,15	2,64	7,79	0,0233	34%
Peso 100 granos (g)	Peso 100 granos (g)	4	-8,48	9,54	18,01	0,0055	47%
	Síndrome de la muerte repentina						
Planta enferma (1)	Planta sana (1)	N	Media(dif)	Media(1)	Media(2)	Bilateral	
Nº vainas por planta	Nº vainas por planta	5	-12,37	39,94	52,31	0,0067	24%
Peso total granos por pl...	Peso total granos por pl...	5	-2,97	6,87	9,84	0,0104	30%
Peso 100 granos	Peso 100 granos	5	-2,84	4,99	7,83	0,0078	36%

Diferencias mínimas significativas con un p-valor <0,05.

N: Tamaño de la muestra

Media (dif): media diferencial

DE (dif): desviación diferencial

LI: Límite inferior

LS: Límite superior

T: Valor t

Bilateral: Contraste bilateral, sitúa la región de rechazo en los dos extremos (colas) de la distribución muestral

En 2003/04 se ha observado un aumento progresivo de CTC en lotes de producción de soja, registrándose en el sur de la provincia de Buenos Aires pérdidas de rendimiento del 20 al 40%. (Lago *et al.*, 2007).

En el cultivo de soja, el estado R4 marca el inicio del período más crítico en el desarrollo de la planta, en términos de rendimiento en grano. La ocurrencia de estrés (hídrico, luz, deficiencias nutricionales, helada, vuelco o defoliación) entre R4 y R6 reducirá el rendimiento más que el mismo estrés en cualquier otro período del desarrollo. El período R4.5 a R5.5 es el especialmente crítico, ya que la capacidad de compensación se reduce porque la floración casi ha finalizado y porque al aborto floral se agrega el de las vainas pequeñas, que son más susceptibles a abortar que las más grandes.

Las pérdidas de rendimiento en esta etapa resultan de reducciones en el número de vainas por planta, con menores reducciones de semillas por vaina y peso de semillas. El peso de semilla puede compensar algo, si las condiciones son favorables después de R5.5. Por lo tanto, la planta tiene una limitada habilidad para compensar el estrés que provoca aborto entre R4.5 y R5.5.

El rendimiento depende de la tasa y la duración del llenado de granos. Lo que más varía es la duración de la etapa. El estrés puede afectar tanto la tasa como la duración del llenado de granos.

Condiciones de estrés entre los estados R5.5 y R6 pueden causar grandes pérdidas de rendimiento, por reducciones en el número de vainas por planta y semillas por vaina y, en menor medida, por peso de semilla.

Pese a que las vainas en estado avanzado de llenado de granos en general no abortan, bajo condiciones de estrés se puede acortar el período de rápida acumulación de peso seco y reducir el peso de la semilla y el rendimiento.

Entre R6 y R6.5 el estrés puede causar grandes pérdidas de rendimiento, en especial por reducción del tamaño de la semilla y escasa reducción del número de vainas por planta y de semillas por vaina.

Entre R6.5 y R7 las pérdidas de rendimiento por estrés son menores, ya que las semillas han alcanzado la mayor parte de su peso seco. El estrés en R7 o con posterioridad no tiene efecto sobre el rendimiento.

Estas consideraciones sobre el período crítico del cultivo de soja, son válidas para CV de ciclo medio a largo a cualquier latitud. No obstante, en la medida que se reduce la longitud del ciclo de los CV en uso, se adelanta el inicio del período crítico; por ejemplo con CV de GM III y IV corto en la zona núcleo de Argentina, que cuentan con menor tiempo para acumular una adecuada cantidad de biomasa vegetativa, el período crítico puede comenzar en el estado R2 o R3, de acuerdo a las condiciones ambientales. (Syngenta, 2020).

Asociación entre la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo con los componentes numéricos y subcomponentes del rendimiento de soja.

Utilizando el modelo de regresión lineal simple se estudió la asociación entre los subcomponentes y componentes numéricos del rendimiento de soja y la incidencia de las enfermedades de raíz y tallo de soja (Di Rienzo *et al.*, 2011).

Tabla 2.1. Regresiones lineales simples entre la incidencia del Cancro del Tallo y los componentes y subcomponentes del rendimiento de soja.

Variable independiente	Enfermedad	N	Variable dependiente	Estimación de Coeficientes		p-valor	R ²
Incidencia	CTC		NVP	Pendiente	-3,98	0,0002	0,85
				Constante	53,59	<0,0001	
			PTP	Pendiente	-0,3	0,2449	0,19
				Constante	6,42	0,0029	
			P100granos	Pendiente	0,06	0,8741	0,0038
				Constante	7,63	0,0081	

Diferencias mínimas significativas con un p-valor <0,05.

NVP: número de vainas por planta.

PTP: Peso total de los granos por planta.

P100granos: Peso de los 100 granos.

R²: Coeficiente de determinación lineal.

Observando la tabla 2.1, se puede decir que existe una relación significativa entre la incidencia del CTC y el número de vainas por plantas enfermas, con un p-valor para la pendiente menor a 0,05 y un R² de 0,85, lo que significa que en presencia de dicha enfermedad, la disminución en el rendimiento del cultivo de soja se debe al menor número de vainas por planta. Cabe aclarar que las mermas en el rendimiento pueden estar regidas por las condiciones climáticas y no sólo deberse al efecto de la enfermedad presente.

Tabla 2.2. Regresiones lineales simples entre la incidencia de la Podredumbre carbonosa y los componentes y subcomponentes del rendimiento de soja.

Variable independiente	Enfermedad	Variable dependiente	Estimación de Coeficientes		p-valor	R ²
Incidencia	PC	NVP	Pendiente	-4,06	0,0109	0,91
			Constante	46,21	0,002	
		PTP	Pendiente	-0,74	0,0097	0,92
			Constante	11,94	0,0006	
		P100granos	Pendiente	-0,74	0,0172	0,88
			Constante	11,61	0,0013	

Diferencias mínimas significativas con un p-valor <0,05.

NVP: número de vainas por planta.

PTP: Peso total de los granos por planta.

P100granos: Peso de los 100 granos.

R²: Coeficiente de determinación lineal.

Para Podredumbre carbonosa, las tres variables del rendimiento presentaron relación significativa con la incidencia de la enfermedad, con pendientes menores a 0,05 y R² mayor al 80%. Se puede decir que esta enfermedad tiene un efecto importante en la disminución del rendimiento del cultivo de soja, ya que ha reducido los tres componentes del rendimiento estudiados, con un R² que nos indica un buen ajuste del modelo a los datos obtenidos. (Tabla 2.2)

Tabla 2.3. Regresiones lineales simples entre la incidencia de la Podredumbre seca y los componentes y subcomponentes del rendimiento de soja.

Variable independiente	Enfermedad	Variable dependiente	Estimación de Coeficientes		p-valor	R ²
Incidencia	PS	NVP	Pendiente	-0,85	0,1849	0,66
			Constante	14,45	0,0321	
		PTP	Pendiente	-0,41	0,0352	0,93
			Constante	4,92	0,0101	
		P100granos	Pendiente	-1,16	0,0917	0,83
			Constante	15,68	0,0219	

Diferencias mínimas significativas con un p-valor <0,05.

NVP: número de vainas por planta.

PTP: Peso total de los granos por planta.

P100granos: Peso de los 100 granos.

R²: Coeficiente de determinación lineal.

En cuanto a Podredumbre seca, su incidencia presento una relación significativa con el peso total de granos por planta, con un p-valor en la pendiente de 0,0353 ($<0,05$) y un R^2 del 93% pero no se encontró relación con el número de vainas por plantas y el peso de los 100 granos. (Tabla 2.3)

Tabla 2.4. Regresiones lineales simples entre la incidencia del Síndrome de la muerte repentina y los componentes y subcomponentes del rendimiento de soja.

Variable independiente	Enfermedad	Variable dependiente	Estimación de Coeficientes		p-valor	R^2
Incidencia	SMR	NVP	Pendiente	-4,19	0,0001	0,99
			Constante	63,39	$<0,0001$	
		PTP	Pendiente	-1	0,0711	0,72
			Constante	12,5	0,0125	
		P100granos	Pendiente	-0,66	0,0047	0,95
			Constante	8,69	0,0006	

Diferencias mínimas significativas con un p-valor $<0,05$.

NVP: número de vainas por planta.

PTP: Peso total de los granos por planta.

P100granos: Peso de los 100 granos.

R^2 : Coeficiente de determinación lineal.

La incidencia del SMR, presento una relación significativa con el número de vainas (p-valor 0,0001 y R^2 0,99) por planta y con el peso de 100 granos (p-valor 0,0047 y R^2 0,95) pero no así con el peso total de granos por planta. (Tabla 2.4)

Mediante la técnica de plantas apareadas, en un lote de la localidad de Los Molinos, Sta. Fe, Scandiani (2004) informó una reducción del orden del 60% en el rendimiento de plantas con síntomas foliares del SMR respecto a las plantas sanas para un cultivar de GM IV, siendo afectados en forma significativa el número de vainas pero no el número de granos/vaina ni el peso de 1000 granos, mientras que un cultivar del GM VI se redujo únicamente el peso de 1000 granos. En un lote de Leones, Córdoba, Lenzi *et al.*, (2006) determinaron para otro cultivar del GM IV una disminución del 67% en el rendimiento por planta, siendo afectados el número de vainas, el número de granos/vaina y el peso de 1000 granos. Las diferencias en el efecto del SMR sobre las distintas variables analizadas en los trabajos mencionados, pueden deberse a diferencias ambientales, pero también indicarían que el impacto de la enfermedad no es igual en todos los cultivares.

Con los resultados obtenidos se puede confirmar que las enfermedades de raíz y tallo causan pérdidas de rendimiento en el cultivo de soja. Este tipo de enfermedades no se presenta todos los años, sin embargo bajo condiciones climáticas predisponentes producen importantes pérdidas, que pueden llegar al 100% (Backman *et al.*, 1989; Yorinori, 1996; Wrather *et al.*, 1997).

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en esta investigación se acepta la hipótesis que las enfermedades de raíz y tallo causan pérdidas de rendimiento en el cultivo de soja.

En este relevamiento la prevalencia de CTC fue de un 30% (9/30), de PC y SMR fue de un 17% (5/30) y de PS fue de un 13% (4/30).

La incidencia para cada una de las cuatro enfermedades evaluadas tuvo un rango variable entre 1% y 10%

Para CTC, se observaron pérdidas de un 18% en el número de vainas por planta, de un 44% en el peso total (g) de granos por planta y de un 34% en el peso (g) de los 100 granos.

Para PC, no se registraron pérdidas significativas en el número de vainas por planta mientras que para el peso total (g) de granos por planta fueron de un 63% y para el peso (g) de los 100 granos de un 36%.

En presencia de PS, las pérdidas fueron de un 65% en el número de vainas por plantas, de un 34% en el peso (g) de los granos por planta y de 47% en el peso (g) de los 100 granos.

Para SMR se registraron pérdidas de un 24% en el número de vainas por planta, de 30% en el peso (g) total de granos por planta y de un 36% en el peso (g) de los 100 granos.

Las pérdidas de rendimiento en esta etapa resultan de reducciones en el número de vainas por planta, con menores reducciones de semillas por vaina y peso de semillas. El peso de semilla puede compensar algo, si las condiciones son favorables después de R5.5. Por lo tanto, la planta tiene una limitada habilidad para compensar el estrés que provoca aborto entre R4.5 y R5.5.

BIBLIOGRAFÍA

- Backman, P.A.; M.C. Gee, D.C.; Morgan-Jones, G. 1989. Stem Canker. In: Compendium of soybean Diseases. Third Edition. The American Phytopathological Society, APS Press, St Paul, Minnesota, USA. pp. 41-43.
- Baigorri, H.E.J. 1997. Ecofisiología del cultivo. En: El cultivo de la soja en la Argentina. L.M. Giorda y H.E.J. Baigorri (Eds.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Pp. 29-50.
- Borrás L.; Slafer, G.A.; Otegui, M.E. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research* 86: 131-146.
- Camasta, J.A. 2017. Informe estadístico de la producción y exportación de la Soja en Argentina. Disponible en: <http://blog.elinsignia.com/2017/11/25/informe-estadistico-de-la-produccion-y-exportacion-de-la-soja-en-argentina/>
- Carmona M. 2004. Manejo integrado de enfermedades de Trigo. Nuestra oportunidad para asegurar la sustentabilidad del cultivo de trigo. Actas de Congreso a Todo Trigo 13 y 14 de Mayo Mar del Plata Buenos Aires Argentina. Pp. 33-42.
- Carmona, M. 2005. Enfermedades de fin de ciclo y roa asiática de la soja. Un análisis de sus daños y el uso estratégico de fungicidas. Primera jornada regional de fungicidas y tecnología de aplicación del Conosur. 13-14 de septiembre. Bolsa de Comercio de Rosario, Santa Fe. Pp. 49-64
- Carmona, M. 2014. Enfermedades de fin de ciclo y mancha en ojo de rana en el cultivo de la soja. Desarrollo y validación de un sistema de puntuación y determinación del umbral de control. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.
- Díaz, C.G.; Plopper, L.D.; Galvez, M.R.; Gonzalez, V.; Zamorano, M.A.; Jaldo, H.E.; López, C.; Ramallo, J.C. 2005. Efecto de las enfermedades de fin de ciclo en el crecimiento de distintos genotipos de soja relacionado a la fecha de siembra. *Agriscientia* 2005, VOL. 22: 1-7.
- Di Renzo, J.A.; Casanoves, F; Balzarini M. G; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo C.W. 2011. InfoStat versión 2011.
- Formento, A.; Luque, A.; Sortino, M; Tartabini, M; Ramadan, S; Biasoli, M; Scandiani, M., 2015. Prevalencia y especies de Fusarium causales del síndrome de la muerte súbita de la soja en Entre Ríos. XV Jornadas Fitossanitarias Argentinas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad nacional del Litoral. At: Santa Fe –

Argentina.

- Formento A.N.; Schutt de Varini, L.S.; Velázquez, J.C. 2009. Enfermedades de fin de ciclo (EFC), roya asiática (RAS) y emergentes en el cultivo de soja en Entre Ríos. Boletín Fitopatológico. Cultivo de Soja. Año V, N°52.
- Gibson PT, Shenaut MA, Suttner RJ, Njiti VN, Myers JR O. 1994. Soybean varietal response to sudden death syndrome. In: Wilkinson D (ed) Proc 24ht Soybean Seed Res Conf, Chicago, Illinois, 6-7 Dec, Am Seed Trade Assoc, Washington, D.C.:20 – 40.
- Giorda, L. M. 1997. La soja en Argentina. En: El cultivo de la soja en la Argentina. L.M. Giorda y H.E.J. Baigorri (Eds.). Instituto Nacional de Tecnología AgropecuariaSecretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Pp. 11-26.
- Grijalba, Pablo; Carmona, Marcelo. 2010. Cancro del tallo de la Soja. Disponible en: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/02/cancro-del-tallo-en-soja.pdf>
- Grijalba, Pablo. 2018. Peritecios de Diaphorte phaseolorum var. Caulivora. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/noticias/node/74>
- Grijalba, P.E.; Guillen, E. 2007. Occurrence of soybean stem canker caused by Diaporthe phaseolorum var. caulinora in the southern part of Buenos Aires province, Argentina. Australas. Plant Dis. Notes. 2:65-66
- InfoStat, 2008. Softward estadístico. Manual del usuario. Versión 2008.
- Iqbal MJ; Meksem K; Njiti VN; Kassem M; Lightfoot 2001. Microsatellite markers identify three additional quantitative trait loci for resistance to soybean sudden death syndrome (SDS). In Essex X Forrest RILs. Theor. Appl. Genet 102:187-192.
- Ivancovich, Antonio. 2011. Diagnóstico y manejo de enfermedades de Soja. INTA EEA Pergamino. Primera edición. Pp: 100.
- Ivancovich, A; Flores, C; Lavilla, M. 2016. Podredumbre carbonosa de la soja, causada por Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid., un hongo oportunista muy dependiente del estrés hídrico y térmico.
- Ivancovich, A; Díaz Paleo, A; Lavilla, M.A. 2016. Prevalencia y severidad de tizón foliar por Cercospora en diferentes regiones sojeras de Argentina.
- Ivancovich, A., Botta, G., Ploper, D.A., Laguna, I., Annone, J.G. 1998. IV Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. Pergamino, Buenos Aires,

Argentina. EEA INTA Pergamino. 54 p.

- Ivancovich, A; Lavilla, M. 2018. Panorama sanitario de soja en el norte de la provincia de Buenos Aires. Aires.
<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/panorama-sanitario-soja-zona-t41897.htm>
- Ivancovich, A; Lavilla, M; Formento, A.N. 2018. Antecedentes del cáncer del tallo en soja causado por *diaphorthe caulivora* en Argentina.
- Ivancovich, A; Lavilla, M. 2021. Relación entre enfermedades y rendimiento de granos de soja. Agronomía Mesoamericana. 479-486.
<https://doi.org/10.15517/am.v32i2.44057>
- Lago, M.E.; Ridao; Adelc; Sanmartino, S., 2007. Prevalencia e incidencia del tallo de la soja en el SE de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Fitopatología Brasileira. 32: 311.
- Lenzi L.; Distefano S.; Scandiani M.M, 2006. Estimación de pérdida de rendimiento asociadas al síndrome de la muerte repentina de soja durante la campaña 2005/06. In: ACSOJA, (Ed.). Resúmenes Congreso Mercosoja 2006. ACSOJA. Rosario. 438 441.
- Litardo, M.C. 2014. Enfermedades en semilla de soja. Disponible en:
<http://www.patologiavegetal.unlu.edu.ar/?q=node/46>
- Njiti VN, Shenaut MA, Suttner RJ, Schmidt ME, Gibson PT. 1996. Soybean response to soybean sudden death syndrome: inheritance influenced by cyst nematode resistance in PyramidxDouglas progenies. Crop Sci 36:1165-1170.
- Reznikov, S ; De Lisi, V; Stegmayer, C. A; Jalil, A.C.; Alarcón, P.; Martínez, M.J; González, V.; Vellicce, G.; Castagnaro, A.P.; Ploper, L.D., 2013. Importancia de la podredumbre carbonosa de la soja en el noroeste argentino durante las campañas 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013. Publicación Especial EEAOC. 47; 10-2013; 181-186.
- Roy KW, Rupe JC, Hershman DE, Abney TS. 1997. Sudden death syndrome of soybean. Plant Dis 81:1100–1111
- Scandiani M. 2004. Caracterización de la interacción Glycine max (L.) Merr. – *Fusarium solani* f. sp. *glycines* sensu lato, causante del síndrome de la muerte repentina de la soja (SMR), en la zona núcleo de producción en Argentina. Tesis Doctoral: Fac. de Cs. Agrarias. Universidad Nacional de Rosario, Argentina. 223

Pág.

- Scandiani, M. M. 2011. Síndrome de la muerte repentina de la soja o síndrome de la muerte súbita (*Fusarium solani*). In: Sillon, M. R.; Muñoz, R. eds. Las enfermedades de la soja y su importancia en los países del Mercosur. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp. 79-85.
- Scandiani M., Carmona M., Luque A., da Silva Matos K., Lenzi L., Formento N., Martínez CV., Ferri M., Lo Piccolo M., Tartabini M., Alvarez D. y F.Sautua. 2012. Aislamiento, identificación y daños asociados al Síndrome de la Muerte Súbita en el cultivo de soja en Argentina. Tropical Plant Pathology vol.37, n.5, pp. 358-362.
- Scherm H, Yang X, Lundein P. 1998. Soil variables associated with sudden death syndrome in soybean fields in Iowa. Plant Dis. 82:1152-1157
- Syngenta. 2020. Determinantes del rendimiento.
- StatSoft, Inc. 2005. Statistica (data analysis software system), version 7.1. Disponible en: www.statsoft.com.
- Stewart, Silvina; Rodríguez, Marcelo. 2013. Manual de identificación de enfermedades de la Soja. INIA. Boletín 104. pp: 1-104
- Toledo Rubén. E. 2015. Principios básicos de ecofisiología y manejo de soja. Catedra de cereales y oleaginosas. FCA-UNC.
- Wrather, J.A.; Anderson, T.R.; Arsyad, D.M.; Gai, J.; Ploper, L.D.; Portapuglia, A.; Ram, H.H.; Yorinori, J.T. 1997. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. Plant Disease. 81(1): 107-110.
- Westphal A, Abney TS, Xing LJ, Shaner GE. 2008. Sudden Death Syndrome of Soybean. The Plant Health Instructor. DOI:10.1094/PHI-I-2008-0102-01.
- Yorinori, J.T. 1996. Cancro da haste da soja: Epidemiología e Controle. EMBRAPA-Soja. Londrina, Paraná, Brasil. Circular Técnica 14. 75 p.