



Aislamiento, identificación y daños asociados al síndrome de la muerte súbita en el cultivo de soja en Argentina

María Mercedes Scandiani^{1,2}, Marcelo Aníbal Carmona³, Alicia Graciela Luque², Kedma da Silva Matos⁴, Lisandro Lenzi⁵, Ángela Norma Formento⁶, Cristina Valeria Martínez⁷, Mónica Raquel Ferri¹, Melina Lo Piccolo², Mirta Tartabini², Diego Alvarez⁸ & Francisco Sautua³

¹Laboratorio Agrícola Río Paraná, 2930, San Pedro, Argentina; ²Centro de Referencia de Micología-CEREMIC, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina; ³Cátedra de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina; ⁴Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil; ⁵INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina; ⁶INTA, EEA Paraná, Entre Ríos, Argentina; ⁷EAAOC, Tucumán, Argentina; ⁸Lares SRL, Pergamino, Buenos Aires

Autor para correspondencia: María Mercedes Scandiani, e-mail: labagricola@sanpedro.com.ar

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron aislar e identificar los agentes causales del síndrome de la muerte súbita (SMS) en muestras provenientes de diferentes localidades de Argentina, y cuantificar la incidencia de la enfermedad y los daños causados a campo en el rendimiento. Se analizaron 215 raíces provenientes de plantas con síntoma foliares típicos de SMS para el aislamiento e identificación de los agentes causales. Para realizar las pruebas de patogenicidad se efectuaron dos bioensayos en invernáculo. Los daños fueron estimados en un ensayo a campo situado en Pergamino a través de la cuantificación del rendimiento de muestras apareadas. El 36% (78 raíces) de las raíces presentó signos de *Fusarium*, compatibles con los causantes de SMS. Los estudios morfológicos realizados permitieron identificar 35 aislamientos como *F. tucumaniae* y 18, como *F. virguliforme*. Otros ocho aislamientos no pudieron identificarse. Todos los aislamientos inoculados reprodujeron los síntomas foliares típicos de SMS. Se observaron diferencias entre el peso de mil granos de plantas sanas y de plantas enfermas y entre el rendimiento potencial y el real ($p < 0,05$). Los daños promedio fueron de 1514 kg/ha (rango 192-3770 kg/ha). Los resultados obtenidos corroboraron la distribución y predominio de *F. tucumaniae* y *F. virguliforme* en el área estudiada y su potencial destructivo.

Palabras clave: *Glycine max*, *Fusarium tucumaniae*, *Fusarium virguliforme*, SMS.

ABSTRACT

Isolation, identification and yield losses associated with sudden death syndrome in soybeans in Argentina

The main objectives of this work were to isolate and identify the causal agents of sudden death syndrome (SDS) from samples collected in different Argentinean localities, to quantify its incidence, and to estimate yield losses. Two hundred and fifteen roots from plants with typical SDS foliar symptoms were analyzed. In order to perform pathogenicity tests, two bioassays were conducted in the greenhouse. Yield losses were estimated in a field trial located in Pergamino by quantification and comparison of yield of paired samples. Thirty-six percent of total roots (78 roots) presented signs of *Fusarium*, compatible with signs caused by SDS. Morphological studies allowed the identification of 35 isolates as *F. tucumaniae* and 18 as *F. virguliforme*. Other eight isolates could not be identified. All isolates that were inoculated reproduced typical SDS foliar symptoms. Significant differences were observed between healthy and diseased plants for 1000-grain weight and between potential and real yield ($p < 0.05$). Average yield loss was 1514 kg/ha (range 192-3770 kg/ha). These results corroborated the distribution and predominance of *F. tucumaniae* and *F. virguliforme* in the area under study and its destructive potential.

Key words: *Glycine max*, *Fusarium tucumaniae*, *Fusarium virguliforme*, SDS.

El síndrome de la muerte súbita (SMS) es una importante enfermedad fúngica de la soja [*Glycine max* (L.) Merr.]. En la Argentina fue identificada por primera vez en la región pampeana norte, durante la campaña 1991/92, y en el noroeste argentino (NOA) en la campaña siguiente (Ploper, 1993). Progresivamente, se convirtió en una de las patologías de mayor importancia con daños en variedades muy susceptibles con un rango de 15% y 90%, en el centro y norte del país, respectivamente (Ploper, 1993). Los primeros síntomas generalmente

se manifiestan a partir de floración, aunque pueden observarse en etapas vegetativas, y consisten en clorosis con posterior necrosis internerval, pudiendo aparecer en estados vegetativos tempranos como V4 (Rupe & Hartman, 1999). Frecuentemente, se produce la caída de los folíolos, quedando los pecíolos adheridos al tallo. El sistema radicular es afectado, exhibiendo pigmentación rojiza en algunas ocasiones, en forma externa y basal, observándose menor desarrollo y podredumbre de raíces. Las plantas se marchitan, mueren en forma aislada, pero

más comúnmente en grupos, o a veces distribuidas por todo el campo.

El agente causal del SMS era conocido como *Fusarium solani* f. sp. *glycines* antes de realizarse los estudios filogenéticos moleculares, los que conjuntamente con estudios morfológicos y patogénicos realizados desde 2003 demostraron que el SMS es causado por cuatro especies de *Fusarium*, habitantes del suelo, muy relacionadas entre sí (*F. virguliforme* O'Donnell & T. Aoki, *F. tucumaniae* T. Aoki, O'Donnell, Yos. Homma & Lattanzi, *F. brasiliense* T. Aoki & O'Donnell, y una especie nueva: *Fusarium crassistipitatum* Scandiani, T. Aoki & O'Donnell, sp. nov. (Aoki et al., 2005, 2012). Se determinó en Argentina la existencia de los cuatro agentes causales, con prevalencia de *F. tucumaniae*, seguido por *F. virguliforme*, siendo esta última la especie dominante en Estados Unidos (Scandiani et al., 2004; O'Donnell et al., 2010; Aoki et al., 2012). En Brasil, estudios efectuados con pocos aislamientos, demostraron que al menos se encuentran presentes: *F. tucumaniae*, *F. brasiliense* y *F. crassistipitatum* sp. nov. (Arruda et al., 2005; O'Donnell et al., 2010; Aoki et al., 2012). En 2006 se demostró la ocurrencia de la forma sexual (peritecios) de *F. tucumaniae* mediante cruzamientos en condiciones de laboratorio (Covert et al., 2007) y en 2010 se la encontró en la naturaleza (en forma sexual, cerca de Pergamino, en Fontezuela, 33°55'53.13''S; 60°28'11.19''O, WGS084) (Scandiani et al., 2011).

El objetivo del trabajo fue realizar el aislamiento, identificación y pruebas de patogenicidad de los agentes causales del SMS en muestras de raíces provenientes de diferentes localidades de la Pradera Pampeña Argentina; y al mismo tiempo efectuar la cuantificación de la incidencia de la enfermedad y la estimación de los daños causados en el rendimiento de soja en un ensayo bajo condiciones de infección severa, durante la campaña 2010/2011.

Para el relevamiento, se tomaron muestras provenientes de diversas regiones donde la enfermedad es endémica. Las mismas fueron analizadas observándose 215 raíces de plantas de soja con síntoma foliares típicos de SMS. Éstas, se incubaron en cámara a 10°C, envueltas individualmente en papel húmedo, para estimular la producción de signos de *Fusarium*.

Los aislamientos se obtuvieron mediante la técnica de cultivo directo de macroconidios. Los pasos seguidos para cumplir con este objetivo fueron: a) localización de signos compatibles con *Fusarium* causantes de SMS (colores: azul, verde, amarillo) bajo lupa estereoscópica 40X; b) transferencia de macroconidios con aguja histológica estéril a un portaobjetos esterilizado conteniendo una gota de agua destilada estéril; c) confirmación de la presencia de macroconidios compatibles con los de las especies causantes de SMS, al microscopio 100 a 200X; d) siembra por estrías con ansa bacteriológica estéril en placas de 90 mm conteniendo agar papa glucosa más estreptomina (APDS). Este procedimiento se realizó hasta el descarte de la raíz cuando

se obtuvieron los cultivos o por alta contaminación; e) incubación de las placas invertidas durante 4 días a 25°C bajo 12 horas de luz; f) observación de las estrías y transferencia de todas las colonias sospechosas de ser *Fusarium* causantes de SMS (crecimiento lento), en forma individual a placas de 60 mm con APDS.

Una vez obtenidos los cultivos puros se realizó la identificación mediante el estudio de características morfológicas. Se seleccionaron aquellos cultivos que presentaron velocidad de crecimiento lenta (colonia menor a 2 cm de diámetro a los cuatro días de cultivo en las condiciones anteriormente descriptas), los que sumaron un total de 61 aislamientos. Posteriormente, se determinó la longitud y ancho promedio de los macroconidios, así como la presencia de microconidios en forma de coma (Scandiani et al., 2011).

Para realizar las pruebas de patogenicidad se realizaron dos bioensayos; en uno, se evaluaron tres aislamientos, dos identificados como *F. tucumaniae* y uno, no identificado, inoculados por el método de la capa, utilizando granos de sorgo como sustrato (Scandiani et al., 2011). Por otro lado, se evaluaron otros cuatro aislamientos de *F. tucumaniae*, inoculados mediante riego con una suspensión de 10^5 conidios/mL, de acuerdo a lo descrito por Gongora & Leandro (2011). Se registró la incidencia de plantas (IP) con síntomas foliares de SMS, a los 30 días mediante la fórmula $IP (\%) = \text{número Pe} / \text{Tp} \times 100$ (Pe = plantas enfermas, Tp = total de plantas). La severidad de los síntomas foliares (% de área foliar necrosada y clorótica) se evaluó mediante una escala de 1 a 5, donde 1 = planta sana y 5 = planta muerta (Aoki et al., 2005; Scandiani et al., 2011), y se determinó el peso fresco de la parte aérea según Li et al. (2009). En el primer ensayo se incluyó como testigo un aislamiento de *F. tucumaniae*, y en el segundo ensayo, uno de *F. virguliforme*. En ambos ensayos se dejaron testigos absolutos, con sustrato no infestado. Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA y la separación de las medias por el test de las Diferencias Mínimas Significativas (DMS) al 5%.

Para estimar daños se realizó un ensayo a campo sobre un lote sembrado con la variedad de soja DM 4670 en la localidad de Fontezuela, partido de Pergamino (Buenos Aires). El sistema de producción fue el de siembra directa con antecesor maíz.

Para cuantificar la enfermedad y los daños se demarcaron sobre un lote severamente infectado, seis líneas de siembra de 10 m cada una constituyendo un total de seis repeticiones. Cada una de estas líneas de siembra estaba separada aproximadamente 20 m entre sí. La incidencia de la SMS fue determinada a través del porcentaje de plantas que presentaban síntomas foliares típicos visibles al estadio R3 respecto al número total de plantas. Para ello se procedió a marcar en la base del tallo con precintos azules, las plantas enfermas y con rojos, a las sanas y se calculó la incidencia con la siguiente fórmula: $IP (\%) = \text{número Pe} / \text{Tp} \times 100$ (donde: Pe=plantas enfermas, Tp=total de plantas).

Cada repetición fue cosechada separadamente, determinando el rendimiento expresado en gramos y posteriormente transformado a kg/ha y el peso de 1000 granos. La humedad fue previamente corregida al 13%. La cuantificación de daños fue realizada mediante la metodología adaptada de Reis et al (1996): 1) Cálculo del rendimiento potencial (RENDPOT) que es el rendimiento que se hubiera obtenido si no se hubiese presentado la enfermedad. Para su estimación se consideró el rendimiento de las plantas sanas de cada línea y se lo ajustó de acuerdo al número total de plantas de cada línea. 2) Cálculo del rendimiento real (RENDREAL), que es el rendimiento cosechado en cada una de las líneas del ensayo. Para su estimación se sumaron el rendimiento de las plantas sanas y el rendimiento de las plantas enfermas. 3) Los daños se estimaron a través de la diferencia de RENDPOT - RENDREAL. Se aplicó el test t de Student para diferencias entre muestras apareadas a un nivel de 5% de probabilidad.

El 36% (78 raíces) de las raíces estudiadas presentó signos de *Fusarium*, compatibles con los producidos por las especies causantes de SMS, en la primera observación y se realizaron los aislamientos según la metodología descripta. El porcentaje de eficiencia de los aislamientos, considerando las raíces con signos en la primera observación, fue del 92%. Cuando las raíces presentan un largo período de almacenamiento (20 días o más) entre el papel, éste se seca y aumentan los saprófitos, dificultando el aislamiento. Las raíces sin signos, si se encontraban en buen estado de conservación, se incubaron nuevamente o se descartaron cuando presentaron alto grado de descomposición.

Los aislamientos de *Fusarium* causantes de SMS obtenidos presentaron la siguiente distribución geográfica: 31% de Santa Fe, 33% de Buenos Aires, 29% de Córdoba y 7% de Entre Ríos.

Los estudios morfológicos realizados permitieron identificar 35 aislamientos como *F. tucumaniae* y 18 como *F. virguliforme*. Otros ocho aislamientos de *Fusarium* causantes de SMS no pudieron identificarse en base a sus caracteres micromorfológicos, lo que pone de manifiesto lo difícil que es la clasificación taxonómica de estos hongos.

En todas las provincias mencionadas anteriormente predominaron los aislamientos de *F. tucumaniae*, a excepción de Buenos Aires donde el 55% de los mismos correspondió a *F. virguliforme*.

Las pruebas de patogenicidad permitieron comprobar que todos los aislamientos seleccionados, reprodujeron los síntomas foliares típicos de SMS por ambos métodos de inoculación. Todos los aislamientos causaron elevadas incidencias de plantas con síntomas foliares de SMS, y severidades mayores a 3, indicando que las plantas presentaban síntomas de clorosis y necrosis internerval. Todas las plantas infectadas presentaron menor desarrollo, que se vio reflejado en el peso fresco significativamente menor obtenido en las plantas inoculadas con respecto a los testigos correspondientes (Tablas 1 y 2).

La enfermedad se presentó en el lote en el cual se realizó el ensayo en forma generalizada y distribuida al azar. Por ello, el diseño establecido en líneas de siembras de 10 m resultó adecuado. Mediante el aislamiento de plantas enfermas, se determinó la coexistencia en el lote de las especies predominantes en Argentina, *F. virguliforme* y *F. tucumaniae*. Los patógenos aislados de las plantas enfermas correspondieron a *F. virguliforme* (55%), *F. tucumaniae* (22%) y los no identificados, que correspondieron a *Fusarium* spp. de crecimiento lento (22%). Como se ha mencionado en trabajos previos, la identificación en base a la morfología de los aislamientos causantes del SMS de la soja es una tarea compleja. Los conidios en forma de coma no siempre se observan en los cultivos de *F. virguliforme*. El tamaño de los macroconidios de *F. virguliforme* y de *F. tucumaniae* observados en Argentina, en algunas ocasiones, no presentan las diferencias tan notables como las descriptas en la bibliografía (Aoki et al., 2005). Además, en Argentina existen *F. brasiliense* y *F. crassispitatum* causales también de SMS, lo que dificulta aún más la identificación por métodos clásicos.

La demarcación de las plantas enfermas versus sanas en cada una de las seis líneas de siembra, resultó sencilla por el diagnóstico visual de los síntomas foliares causados por la enfermedad. La incidencia promedio fue del 51% con

TABLA 1 - Valores de incidencia y severidad foliar del síndrome de la muerte súbita y peso fresco de la parte aérea por planta, registrados en el cv. de soja NA4613RG registrados a los 30 días después de inoculados (inóculo en grano de sorgo)

Aislamiento CCC ¹	Incidencia (%)	Severidad (1-5) ²	Peso fresco por planta (parte aérea) (g)
<i>Fusarium tucumaniae</i> CCC 126-02	100,00 a	3,62 b	1,437 c
<i>Fusarium tucumaniae</i> CCC 132-11	94,79 a	3,91 ab	0,754 e
<i>Fusarium tucumaniae</i> CCC 130-11	93,42 ab	4,09 ab	0,897 de
<i>Fusarium</i> spp. CCC 131-11	100,00 a	4,70 a	0,517 e
Testigo	0,00 c	1,00 c	2,988 ab
CV%	8,52	10,68	20,19

Letras iguales dentro de cada columna indican diferencias no significativas según DMS 5%.

¹CCC: Colección de Cultivos del CEREMIC (Centro de Referencia de Micología), Fac. de Cs. Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR, Rosario, Argentina.

²Escala de 1 a 5 donde 1 = planta sana, y 5 = planta muerta.

TABLA 2 - Valores de incidencia y severidad foliar del síndrome de la muerte súbita y peso fresco de la parte aérea por planta, registrados en el cv. de soja NA4613RG registrados a los 30 días después de inoculados (suspensión conidial)

Aislamiento CCC ¹	Incidencia (%)	Severidad (1-5) ²	Peso fresco por planta (parte aérea) (g)
<i>Fusarium tucumaniae</i> CCC 128-11	100,00 a	5,00 a	1,332 ef
<i>Fusarium tucumaniae</i> CCC 129-11	100,00 a	3,88 b	1,955 de
<i>Fusarium tucumaniae</i> CCC 134-11	100,00 a	5,00 a	1,009 f
<i>Fusarium tucumaniae</i> CCC 133 11	100,00 a	2,78 d	3,020 bc
<i>Fusarium virguliforme</i> CCC 101-03	100,00 a	3,32 c	2,907 c
Testigo	0,00 b	1,00 e	4,509 a
CV%	0,00	4,04	18,42

Letras iguales dentro de cada columna indican diferencias no significativas según DMS 5%.

¹CCC: Colección de Cultivos del CEREMIC.

²Escala de 1 a 5 donde 1 = planta sana, y 5 = planta muerta.

un rango de 36-75%, indicando la variación de la incidencia de la enfermedad en las diferentes repeticiones.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el peso de 1000 granos de plantas sanas y de plantas enfermas y entre el rendimiento potencial y el real ($p < 0,05$). Los daños promedio fueron de 1514 kg/ha (rango 192-3770 kg/ha) lo que significa una pérdida promedio de 22% (rango 4-46%). Estas fueron similares a las obtenidas por Freitas et al. (2004), donde en parcelas de ensayos informaron pérdidas de 1423 kg/ha. Asimismo, los resultados del presente trabajo fueron semejantes a lo informado por Bird et al. (2010), de la Universidad de Wisconsin, con registros entre 20 y 50%, y con los determinados en 2009 en Michigan (EEUU), que redujeron en forma significativa el rendimiento (Chilvers, 2011). Otros investigadores como Hartman et al. (1995) observaron una disminución en el rendimiento de hasta 46,2% en parcelas con alta incidencia (mayor del 50%). De igual forma, disminuciones de rendimiento de hasta un 80% se informaron en regiones de un lote y de hasta 40% en lotes completos en Indiana (Shaner et al., 1998). En Argentina, sobre la variedad A 6445 RG se observó una reducción del 7% en el peso de 1000 semillas y una disminución de rendimiento por planta del 60% en un cultivar precoz (Colleto et al., 2008). El 75% de los lotes relevados en el área de Marcos Juárez, en la campaña 2005/06, presentaron incidencias que variaron entre 1 y 20 % (Distéfano & Gadbán, 2006), con un 14% de disminución del rendimiento en un lote comercial y hasta de 41,9% en parcelas inoculadas versus sin inocular (Lenzi et al., 2007).

Para el peso de 1000 granos, las diferencias entre plantas enfermas versus sanas provenientes del presente ensayo también fueron significativas, del 17,3%. De esta manera se confirma que el peso es uno de los componentes del rendimiento afectados por esta enfermedad.

Los daños en el rendimiento son variables y dependientes del genotipo, ambiente, condiciones edáficas, fecha de siembra, disponibilidad de K, macroporosidad y pH del suelo, biotipos presentes del/los patógenos y posiblemente de otros factores también involucrados

(Estevez de Jensen et al., 2001; Ames et al., 2000; Sanogo et al., 2001; Shaner et al., 1998; Chong et al., 2005). Los resultados de este trabajo confirman que el SMS es una enfermedad que genera significativos daños y que *F. virguliforme* y *F. tucumaniae* son los agentes causales más frecuentes en la Región Pampeana.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a J. Alloatti, R. Wright, B. Ferrari, E. Reinhold por el aporte de muestras de trabajo.

REFERENCIAS

- Ames KA, Ebelhar SE, Barker KL, Pedersen WL (2000) Effect of chloride from potassium chloride fertilizers on *Rhizoctonia* root and stem rot and sudden death syndrome of soybean. *Phytopathology* 90:S3.
- Aoki T, O'Donnell KL, Scandiani MM (2005) Sudden death syndrome of soybean in South America is caused by four species of *Fusarium*: *Fusarium brasiliense* sp. nov., *Fusarium cuneirostrum* sp. nov., *Fusarium tucumaniae* and *Fusarium virguliforme*. *Mycoscience* 46:162-183.
- Aoki T, Scandiani MM, O'Donnell KL (2011). Phenotypic, molecular phylogenetic and pathogenic characterization of *Fusarium crassistipitatum* sp. nov. *Mycoscience*. 53:167-186.
- Arruda GMT, Miller RNG, Ferreira MASV, Cafê-Filho AC (2005) Morphological and molecular characterization of the sudden-death syndrome pathogen of soybean in Brazil. *Plant Pathology* 54:53-65.
- Bird G, Bond J, Cianzio S, Conley S, Diers B, Esker P, Leandro L, Malvick, Pedersen P, Yang XB (2010) Soybean sudden death syndrome. Available at: http://www.planthealth.info/pdf_docs/SDS_Update_2010.pdf. Acceso en: 22/12/2011.
- Chilvers M (2011) Soybean sudden death syndrome (SDS) - *Fusarium virguliforme*. Available at: <http://ipmnews.msu.edu/fieldcrop/fieldcrop/tabid/56/articleType/ArticleView/articleId/3030/Soybean-suddendeath-syndrome-SDS-Fusarium-virguliforme.aspx>. Acceso en: 29/07/2010
- Chong SK, Hildebranda KK, Luob Y, Myers O, Indorantec SJ,

- Kazakeviciusand A, Russin J (2005) Mapping soybean sudden death syndrome as related to yield and soil/site properties. *Soil and Tillage Research* 84:101-107.
- Colletto A, Luque A, Salas G, González V, Ploper D, Ruberti D, Biasoli M, Scandiani MM (2008) Identificación de cepas de *Fusarium* causantes del síndrome de la muerte súbita de la soja en Tucumán y Salta. *Avance Agroindustrial* 29:26-30.
- Covert S, Aoki T, O'Donnell K, Starkey D, Holliday A, Geiser DM, Cheung F, Town A, Strom J, Juba J, Scandiani M, Yang XB (2007) Sexual reproduction in the Sudden Death Syndrome pathogen *Fusarium tucumaniae*. *Fungal Genetics and Biology* 44:799-807.
- Distéfano S, Gadbán L (2006) Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la campaña 2005-2006. Soja actualización 2006. Informe de Actualización Técnica N° 3. Marcos Juárez Argentina. INTA EEA.
- Estevez de Jensen C, Kurlle JE, Percich JA (2001) The effect of chisel and mollboard tillage on dry bean and soybean root rot caused by *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* and *Rhizoctonia solani* in Minnesota. *Phytopathology* 91:S27.
- Freitasi TMQ, Meneghettiii RC, Balardin RS (2004) Dano devido à podridão vermelha da raiz na cultura da soja. *Ciência Rural* 34:991-996.
- Gongora-Canul CC, Leandro LFS (2011) Plant age affects root infection and development of foliar symptoms of soybean sudden death syndrome. *Plant Disease* 95:242-247.
- Hartman GL, Noel GR, Gray LE (1995) Occurrence of sudden death syndrome in east-central Illinois and associated yield losses. *Plant Disease* 79:314-318.
- Lenzi L, Distéfano S, Salines L (2007) Comportamiento de cultivares de soja frente al Síndrome de la Muerte Repentina con infestación artificial en condiciones de campo. Soja actualización 2007. Informe de actualización técnica N°10. EEA Marcos Juárez INTA.
- Li S, Hartman GL, Chen Y (2009) Evaluation of aggressiveness of *Fusarium virguliforme* isolates that cause soybean sudden death syndrome. *Journal of Plant Pathology* 91:77-86.
- O'Donnell K, Sink S, Scandiani M, Luque A, Colletto A, Biasoli M, Lenzi M, Salas G, González V, Ploper LD, Formento AN, Pioli RN, Aoki T, Yang X B, Sarver BAJ (2010) Soybean sudden death syndrome species diversity within North and South America revealed by multilocus genotyping. *Phytopathology* 100:58-71.
- Ploper LD (1993) Síndrome de la muerte súbita: nueva enfermedad de la soja en el noroeste argentino. *Avance Agroindustrial* 13:5-9.
- Reis EM, Blum MMC, Casa RT, Medeiros CA (1996) Grain losses caused by infection of wheat heads by *Gibberella zeae* in Southern Brazil, from 1984 to 1994. *Summa Phytopathologica* 22:134-137.
- Rupe JC, Hartman GL (1999) Sudden death syndrome. In: Hartman GL, Sinclair JC, Rupe JC (Eds.) *Compendium of Soybean Diseases*. 4° ed. St. Paul MN. APS Press. pp. 37-39.
- Sanogo S, Yang XB (2001) Relation of sand content, pH, and potassium and phosphorous nutrition to the development of sudden death syndrome in soybean. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 23:174-180
- Scandiani MM, Ruberti D, O'Donnell K, Aoki T, Pioli R, Giorda L, Luque A, Biasoli M (2004) Recent outbreak of soybean sudden death syndrome caused by *Fusarium virguliforme* and *Fusarium tucumaniae* in Argentina. *Plant Disease* 88:1044.
- Scandiani MM, Ruberti D, Giorda L, Pioli R, Luque A, Bottai H, Ivancovich JJ, Aoki T, O'Donnell K (2011) Comparison of inoculation methods for characterizing relative aggressiveness of two soybean sudden-death syndrome pathogens: *Fusarium virguliforme* and *F. tucumaniae*. *Tropical Plant Pathology* 36:133-140.
- Shaner GE, Scott DH, Abney DT (1998) Sudden death syndrome in soybeans. West Lafayette IN. Purdue University Cooperative Extension Service.

TPP 512 - Recibido 10 Febrero 2012 - Aceptado 10 Agosto 2012
 Editor de Sección: Luis Rogelio Conci