

Efecto del síndrome de la muerte súbita sobre el rendimiento de plantas de soja

Lenzi¹, Lisandro; Godoy², J.; Scandiani³, M.; Distéfano¹, Silvia; Salines¹, Luis
¹INTA EEA Marcos Juárez. ²Universidad Nacional de Villa María. ³Laboratorio Río Paraná
INTA - EEA Marcos Juárez, Córdoba
llenzi@mjuarez.inta.gov.ar

Palabras-clave: *Glycine max*, *Fusarium tucumaniae*, rendimiento, síndrome de la muerte súbita.

Introducción

El síndrome de la muerte súbita (SMS) es una enfermedad fúngica que afecta a la soja [*Glycine max* (L.) Merr.] en los principales países productores (Wrather et al. 2001). En Argentina se detectó por primera vez en la campaña 1991/92 en la provincia de Buenos Aires (Ivancovich et al. 1992) y actualmente está presente en las principales regiones sojeras (Distéfano et al. 2006). Es causado por cuatro especies diferentes del género *Fusarium*, anteriormente denominadas indistintamente como *F. solani f.sp. glycines* (Aoki et al. 2005) En Argentina, de un total de 187 aislamientos causantes de SMS, el 87% fue identificado como *F. tucumaniae*, el 8% como *F. virguliforme*, el 4% como *F. sp.* y el 0,5% como *F. brasiliense* (O'Donnell et al. 2010). Estos hongos son habitantes del suelo e infectan sólo las raíces, pero generan toxinas que son trasladadas al follaje y pueden causar clorosis y necrosis internerval, defoliación prematura y muerte de las plantas. El SMS es afectado por diversos factores ambientales y generalmente se presenta en manchones en los lotes, debido principalmente a la distribución desuniforme del patógeno. El manejo de esta enfermedad se basa en la utilización de cultivares parcialmente resistentes, ya que no hay genotipos con resistencia completa, ni fungicidas o prácticas de control cultural que sean siempre efectivas para su control (Roy et al. 1997; Westphal et al. 2008).

Las pérdidas de rendimiento en lotes de producción asociadas con el SMS, en general son del orden del 5 al 15%, aunque en casos puntuales se han informado pérdidas superiores al 80% (Ploper 1993; Roy et al. 1997). El efecto del SMS sobre el rendimiento depende de la severidad y el momento de la expresión de la enfermedad en relación al estado de desarrollo de la planta. Si se presenta en estadios reproductivos tempranos puede producir aborto de flores y de vainas, mientras que en estadios más tardíos puede causar la disminución del número de granos por vaina y el peso de los granos (Roy et al. 1997). La distribución en manchones de la enfermedad y la ausencia de fungicidas para su control, dificultan la estimación del efecto del SMS sobre el rendimiento en condiciones de campo con infestación natural del patógeno. La técnica de plantas apareadas, que consiste en comparar pares compuestos por una planta con síntomas de la enfermedad y una planta sin síntomas, de porte similar y muy próximas entre si para que compartan un mismo microambiente aéreo-edáfico, permite disminuir el efecto de otros factores distintos a la enfermedad en las diferencias de rendimiento entre plantas sanas y enfermas. Con esta técnica, 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 SMS 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 SMS 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.

Durante la campaña 2010/11, se utilizó la técnica de plantas apareadas con el objetivo de cuantificar el efecto del SMS sobre algunas variables relacionadas con el rendimiento, en tres lotes de producción de distintas localidades del Dpto. Marcos Juárez, Córdoba, sembrados con distintos cultivares de soja.

Materiales y Métodos

Se establecieron ensayos en tres lotes de producción de distintas localidades del Dpto. Marcos Juárez. Un lote está situado 9 km al sur de la localidad de Leones (Lote Leones) y fue sembrado con el cultivar de GM IV NA4990 RG, el 20/10/10. Otro lote se encuentra en el extremo oeste de la localidad de Marcos Juárez (Lote Marcos Juárez), y fue sembrado con el cultivar de GM V NA5009 RG el 30/11/10. El tercer lote está 7 km al sur de la localidad de Inrville (Lote Inrville) y fue sembrado con el cultivar NA5009 RG el 24/11/10.

En cada uno de los lotes, en el estadio fenológico R5 del cultivo, se marcaron 50 pares de plantas, compuestos por una planta con síntomas foliares del SMS: planta enferma (PE), y una planta sin síntomas: planta sana (PS), de porte similar y adyacentes o distanciadas a menos de un metro entre sí. Cada par de plantas se consideró una repetición de los tratamientos PS y PE. Las PE presentaban más del 50% del área foliar con síntomas de SMS. En el mismo momento se recolectaron plantas con síntomas foliares y radicales para realizar el aislamiento del agente causal, y se realizó la estimación de la incidencia de la enfermedad (porcentaje de plantas del lote con síntomas foliares).

Los pares de plantas de cada lote se recolectaron en R8. Cada una de las plantas se trilló en forma manual y se evaluaron las siguientes variables: número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 1000 granos, y rendimiento (peso total de los granos de cada planta). Se realizó el análisis de variancia y la comparación de medias con el test de las diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher ($\alpha=5\%$), para analizar el efecto de los tratamientos (PS y PE) y de las localidades sobre las variables.

Resultados y Conclusiones

En las tres localidades, a partir de las raíces de plantas con síntomas de SMS, se obtuvieron aislamientos de *F. tucumaniae*.

El efecto de los tratamientos (PS y PE) y el de las localidades fue significativo para todas las variables analizadas (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen del análisis de la variancia para el efecto de los tratamientos (PS y PE) y de las localidades (Leones, Marcos Juárez e Inrville) sobre las variables evaluadas.

Fuente de variación	Nº de Vainas			Nº de granos/vaina			Peso de 1000 granos			Rendimiento		
	GL	F	Prob	GL	F	Prob	GL	F	Prob	GL	F	Prob
Tratamiento	1	32,6	*	1	36,4	*	1	179,9	**	1	1660,7	**
Localidad	2	11,9	**	2	31,3	**	2	39,1	**	2	8,9	**
Tratamiento *Localidad	2	3,3	*	2	1,6	NS	2	1,7	NS	2	0,2	NS

GL: grados de libertad

NS: no significativo; *: significativo $p < 0,05$; **: significativo $p < 0,01$

El efecto de las localidades puede atribuirse a las distintas fechas de siembra, al cultivar sembrado en cada caso y a factores ambientales particulares de cada lote. Sin embargo, no se detectó interacción tratamiento*localidad para el número de granos/vaina, el peso de 1000 granos, ni el rendimiento de cada planta, lo que indica que el efecto del SMS sobre estas variables puede considerarse similar en las 3

localidades. El número de vainas fue la única variable en la que se detectó interacción tratamiento*localidad significativa (Tabla 1).

En las tres localidades, todas las variables analizadas disminuyeron en forma significativa en las PE respecto a las plantas sanas PS (Tabla 2). El rendimiento en las PE disminuyó en promedio aproximadamente 9 g en cada lote, lo que representó una disminución respecto a las PS del 47% en Marcos Juárez, del 54% en Leones, y del 58% en Inrville. En las tres localidades, en forma coincidente con lo informado en otros trabajos (Njiti et al. 1998; Queiroz Freitas et al. 2004; Scandiani 2004; Lenzi et al. 2006), la variable proporcionalmente menos afectada en las PE fue el número de granos/vaina, que disminuyó aproximadamente 7% en Marcos Juárez y 12% en las otras localidades. La disminución en el peso de 1000 granos en las PE fue de 26% en Inrville, 22% en Marcos Juárez y 32% en Leones. El número de vainas en las PE disminuyó 41% en Inrville, 28% en Marcos Juárez y 22% en Leones.

Tabla 2. Valores de las variables evaluadas en plantas con síntomas foliares del SMS (Plantas enfermas) y en plantas sin síntomas (Plantas sanas), y diferencia y disminución proporcional en las plantas enfermas respecto a las plantas sanas, en lotes de producción de las localidades Leones, Inrville y Marcos Juárez.

	Nº de vainas	Nº de granos/vaina	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento (g)
Leones				
Plantas Sanas	45,66	2,37	153	17,01
Plantas Enfermas	35,56	2,08	104	7,76
Diferencia	10,10	0,29	49	9,25
Disminución proporcional	22,1%	12,2%	32,1%	54,4%
Inrville				
Plantas Sanas	46,46	2,05	175	16,76
Plantas Enfermas	27,56	1,81	130	6,95
Diferencia	18,90	0,24	45	9,81
Disminución proporcional	40,7%	11,7%	25,9%	58,5%
Marcos Juárez				
Plantas Sanas	52,69	2,13	171	19,11
Plantas Enfermas	38,06	1,97	133	10,07
Diferencia	14,63	0,16	38	9,04
Disminución proporcional	27,8%	7,5%	22,1%	47,3%
DMS*	4,79	0,11	8,63	1,91

* DMS: diferencia mínima significativa para todas las combinaciones de tratamientos (Plantas sanas y Plantas enfermas) y localidades (Leones, Inrville y Marcos Juárez). Test LSD ($p < 0.05$)

La menor diferencia en el número de vainas entre PS y PE en Leones respecto a las otras localidades (Tabla 2), puede asociarse con el estado de desarrollo del cultivo en cada lote en el momento en que se manifestó la enfermedad, aunque también pueden haber influido otros factores del cultivar y/o ambientales. Entre el 24/01/11 y el 08/02/11 se registraron precipitaciones abundantes (mayores a 30 mm) en toda la zona, favorables para la aparición y el desarrollo de los síntomas foliares del SMS (Roy et al. 1997; Farias Neto et al. 2006). En ese momento, el cultivar NA4990 RG en el lote de Leones, por ser de ciclo más corto y estar sembrado aproximadamente un mes antes, se encontraba en estadios reproductivos más avanzados que el cultivar NA5009 RG sembrado en las otras localidades, por lo que el efecto del SMS sobre el número de vainas fue menor que en Inrville y Marcos Juárez.

El rendimiento y el número de vainas, tanto en las PS como en las PE, fue mayor en el lote de Marcos Juárez que en el de Inrville (Tabla 2), aunque en ambos se sembró el mismo cultivar y en fechas similares. Esto puede reflejar diferencias de

manejo y fertilidad de los lotes, pero también puede asociarse a las diferencias en las precipitaciones entre ambas localidades. Durante el período comprendido entre el 19/12/10 y el 24/01/11 (36 días) no llovió en Inrville, mientras que se registraron cinco precipitaciones de entre 2,5 mm y 30 mm (60 mm en total) en Marcos Juárez, donde el máximo período sin lluvias fue de 13 días. La falta de precipitaciones en Inrville durante el período mencionado, pudo haber causado condiciones de estrés que provocaron aborto de flores y vainas, y una disminución de rendimiento respecto a Marcos Juárez.

La incidencia del SMS estimada en los lotes fue del 15% en Leones y en Marcos Juárez, y del 20% en Inrville. Considerando los niveles de incidencia y la disminución proporcional del rendimiento en las PE respecto a las PS en cada localidad, pueden estimarse pérdidas de aproximadamente el 8% en el lote de Leones, el 7% en el lote de Marcos Juárez, y el 12% en el lote de Inrville, asociadas con el SMS, durante el ciclo del cultivo 2010/11.

Bibliografía

- AOKI T, O'DONNELL K, SCANDIANI M (2005) Sudden death syndrome of soybean in South America is caused by four species of *Fusarium*: *Fusarium brasiliense* sp. nov., *F. cuneirostrum* sp. nov., *Fusarium tucumaniae*, and *Fusarium virguliforme*. *Mycoscience* 46:162-183.
- DISTÉFANO S, GADBAN L (2006) Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la campaña 2005 – 2006. Informe de actualización técnica n° 3. EEA Marcos Juárez INTA:13-18.
- FARIAS NETO A, HARTMAN G, PEDERSEN W, LI S, BOLLERO G, DIERS B (2006) Irrigation and inoculation treatments that increases the severity of sudden death syndrome in the field. *Crop Sci.* 46:2547-2554
- IVANCOVICH A, BOTTA G, ANNONE J (1992) Síndrome de la muerte repentina en cultivos de soja en el área de la EEA Pergamino, Carpeta de Producción Vegetal. Información N° 94. Tomo XI, Soja
- LENZI L, DISTÉFANO S, SCANDIANI M (2006) Estimación de pérdidas de rendimiento asociadas al Síndrome de la muerte repentina de la soja durante la campaña 2005/06. Resúmenes del 3º congreso de soja del MERCOSUR:438-441.
- NJITI VN, SHENAUT MA, SUTTNER RJ, SCHMIDT ME, GIBSON PT (1998) Relationship between soybean sudden death syndrome disease measures and yield components in F6-derived line. *Crop Sci.* 38:673-678
- O'DONNELL K, SINK S, SCANDIANI M, LUQUE A, COLLETTA A, BIASOLI M, LENZI L, SALAS G, GONZÁLEZ V, PLOPER LD, FORMENTO N, PIOLI R, AOKI T; YANG XB, BRICE AJ (2010) Soybean Sudden Death Syndrome Species Diversity within North and South America Revealed by Multilocus Genotyping. *Phytopathology* 100:58-71
- QUEIROZ FREITAS T, MENEGHETTI R, BALARDIN, R (2004) Dano devido a podridao vermelha da raiz na cultura da soja. *Ciencia Rural*. Santa Maria, V34, n. 4: 991-996.
- 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.
- 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
- WRATHER JA, ANDERSON TR, ARSYAD DM, GAI J, PLOPER LD, PORTA PUGLIA A, RAM HH, YORINORI JT (2001) Soybean disease loss estimates for the top ten soybean production countries in 1998. *Plant Pathol.*23:115-121.