



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Comportamiento de cultivares de soja frente al síndrome de la muerte súbita. Actualización campañas 2015/16 a 2020/21

Lenzi, Lisandro; Conde, Maria B; Fuentes, Francisco; Vissani, Cristian; Gadban, Laura;
Carrio, Alejandro;

INTA EEA Marcos Juárez. Correo electrónico: lenzi.lisandro@inta.gob.ar

Palabras clave: soja - enfermedades – muerte súbita

Introducción

El síndrome de la muerte súbita (SMS), es una enfermedad presente en los principales países productores de soja (Wrather *et al.*, 2001). En Argentina se encuentra actualmente en todas las regiones sojeras (Distéfano *et al.*, 2006). Se identificaron, hasta el momento, cuatro especies de hongos del género *Fusarium* causantes de esta enfermedad. En nuestro país, la especie predominante es *F. tucumanie*, seguida por *F. virguliforme*, aunque también se detectaron *F. crassistipitatum* y *F. brasiliense* (O'Donnell *et al.*, 2010). Estos hongos habitan el suelo donde sobreviven como micelio en restos de raíces o rastrojos, o en forma de clamidosporas por varios años. Infectan únicamente las raíces, pero generan 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 estadios reproductivos del cultivo y la enfermedad comúnmente se presenta en manchones, debido principalmente a la distribución desuniforme del hongo en el terreno. El SMS es muy afectado por las condiciones ambientales. Se considera que es favorecido, entre otros factores, por alta humedad edáfica y temperaturas moderadas, y por la presencia del nemátodo del quiste (*Heterodera glycines*). Suele ser más severa en siembras tempranas, en años frescos y lluviosos, en lotes con riego, y en suelos compactados o mal drenados. Las pérdidas de rendimiento en lotes de producción con alta incidencia de esta enfermedad en general son del orden del 5 al 15%, aunque se han informado pérdidas superiores al 80% en casos puntuales (Roy *et al.*, 1997; Scherm *et al.*, 1998; Westphal *et al.*, 2008).

En Argentina, no hay fungicidas disponibles para el control del SMS, aunque se están evaluando productos promisorios, y las rotaciones de corto plazo no son efectivas. En lotes severamente afectados se recomienda mejorar el drenaje, 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 SMS 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 SMS 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)

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento frente al SMS de los cultivares participantes en las últimas seis campañas de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO).

Materiales y métodos

Durante las campañas 2015/16 a 2020/21, se evaluó el comportamiento frente al SMS de los cultivares participantes de la RECSO, en un lote con infestación de *F. tucumaniae* del Dpto. Marcos Juárez, Córdoba, situado 7 km al sur de la localidad de Inrville (Lat. S 33°00' y Long. O 62°12'). Los cultivares se distribuyeron en siete grupos de acuerdo con su grupo de madurez (GM): III, IV corto, IV largo, V corto, V largo, VI y VII-VIII. Cada uno de estos grupos se consideró un experimento diferente, por lo que los resultados son válidos para comparar sólo materiales de un mismo grupo.

El diseño experimental fue de bloques incompletos con 3 repeticiones. En cada campaña las unidades experimentales fueron parcelas de 2 surcos a 0,52m por 3m. Los ensayos se implantaron en siembra directa, sobre soja como cultivo antecesor. Las fechas de siembra fueron 16/11/15, 06/11/16, 01/11/17, 21/11/18, 09/11/19 y 02/11/20 (GM III a Vc) y 13/11/20 (GM V L a VIII).

La variable utilizada para comparar los cultivares fue el índice de enfermedad (IE) en el estadio fenológico R6:

IE: (incidencia x severidad) / 5, siendo la **incidencia** el porcentaje de plantas de la parcela con síntomas foliares de SMS, y la **severidad** el porcentaje de área foliar de cada planta afectado por SMS, que se estimó con una escala visual de 1 a 5, siendo 1 hasta el 25 % del área foliar con síntomas, 2 entre 26 y 50 %, 3 entre 51 y 75 %, 4 más del 76 % y 5 100% del área foliar con síntomas (planta muerta por SMS).

En cada campaña se realizó el análisis de variancia con el IE transformado a Logaritmo ($\ln$) de $(IE+0,5)$, y la media de cada cultivar se ajustó utilizando un modelo mixto con ajuste espacial entre parcelas, las cuales no se consideraron homogéneas dentro de cada bloque, debido a la distribución desuniforme del patógeno.

Los cultivares participantes de la RECSO se renuevan anualmente, por lo que no todos fueron evaluados en las seis campañas. En este trabajo se presenta la comparación del IE promedio considerando las seis campañas, de los cultivares evaluados al menos en tres años, o en dos años si participaron en la campaña 2020/21. Las medias ajustadas de $\ln(IE+0,5)$ obtenidas en cada año se consideraron repeticiones de cada cultivar, y se realizó el análisis de variancia conjunto con datos desbalanceados, utilizando un modelo mixto con el que se estimaron las medias de los cultivares por el método de mínimos cuadrados. Las medias de los cultivares se compararon con el test de las diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher ($\alpha=5\%$).

Resultados

En los cuadros 1 a 7 se presentan los valores de índice de enfermedad (IE) en cada una de las campañas, la comparación del IE promedio de las seis campañas de cada cultivar, y los valores de IE mínimos y máximos de cada cultivar considerando todas las repeticiones de las campañas en que fueron evaluados.

En cada GM se pueden diferenciar al menos tres grupos de cultivares en base al test estadístico de comparación de medias: los cultivares que no se diferenciaron significativamente del de menor IE, que pueden considerarse de mejor comportamiento frente al SMS; los cultivares que no se diferenciaron del de mayor IE, que pueden considerarse de

mayor susceptibilidad al SMS; y un grupo de cultivares que se diferenciaron tanto del cultivar de menor IE como del de mayor IE, de comportamiento intermedio.

El SMS está asociado con diversos factores del suelo, principalmente a la presencia de fuentes de inóculo de distribución heterogénea en el lote, pero también con otras variables químicas, físicas y biológicas (Roy *et al.*, 1997; Scherm *et al.*, 1998). Estos factores pueden haber contribuido a la variabilidad observada entre repeticiones en un mismo año y, junto con las diferencias en las condiciones climáticas y en las fechas de siembra, a la variabilidad entre años. Algunos cultivares pueden haber presentado bajos valores de IE en alguna campaña, por ocupar sectores del lote sin inóculo, con menor densidad del mismo, o con otras características desfavorables para el desarrollo de la enfermedad. Por otro lado, la resistencia al SMS depende de varios genes. Los genotipos que acumulan más genes de resistencia en general son más estables en distintos ambientes (Njiti *et al.*, 1996; Iqbal *et al.*, 2001). Las posibles diferencias en el número de genes de resistencia al SMS presentes en los cultivares evaluados, también pudo haber contribuido a la mayor o menor variabilidad en distintas condiciones.

El promedio de IE, en general, fue mayor entre los cultivares de los GM V a VIII, respecto a los de los GM III y IV. En todas las campañas los síntomas foliares se detectaron al mismo tiempo en cultivares de todos los GM (entre los 75 y los 100 días después de la siembra dependiendo del año), en estadios reproductivos, y el IE se incrementó en el tiempo hasta alcanzar los máximos valores en R6. La duración del ciclo puede actuar como limitante para la enfermedad al disminuir el periodo de tiempo disponible para que se produzcan los procesos necesarios para la manifestación de los síntomas foliares y/o para que ocurran condiciones climáticas favorables para su desarrollo. El efecto de las diferencias en la duración del ciclo puede causar diferencias en el comportamiento frente al SMS no relacionadas con la resistencia genética, por lo que se compararon entre sí únicamente cultivares de GM similar. Esto también puede estar relacionado con las diferencias del comportamiento de algunos cultivares en distintas localidades. Por ejemplo, entre las campañas 2006/07 a 2009/10, A8000RG fue uno de los cultivares más afectados en Marcos Juárez (Lenzi *et al.*, 2010), mientras que, en evaluaciones realizadas previamente en Tucumán, donde su ciclo se acorta respecto a Marcos Juárez por la diferencia de latitud, presentó baja incidencia del SMS (Gonzales *et al.*, 2003). Por el contrario, cultivares de GM más cortos, con bajo IE en Marcos Juárez, pueden presentar valores mayores en latitudes más altas.

Debido a la variación en el desarrollo de la enfermedad causada por la interacción de los diversos factores involucrados en este patosistema, no es posible establecer valores fijos de niveles de síntomas foliares para caracterizar la resistencia o susceptibilidad de los genotipos de soja. Los valores de IE deben considerarse en forma relativa y no en forma absoluta, ya que con condiciones más o menos favorables para la enfermedad pueden variar en forma importante. Por ejemplo, cultivares con IE promedio entre las campañas 2006/07 y 2010/11 de 0,4 y 5,6 presentaron IE promedio de 1,7 y de 37,0 con pérdidas de rendimiento estimadas de 2% y 30% respectivamente, en un ensayo realizado en la campaña 2006/07 (Lenzi *et al.*, 2007).

Los resultados de este trabajo corroboran el importante efecto del ambiente sobre el desarrollo del SMS. Los cultivares incluidos en la RECSO por primera vez en la campaña 2020/21 deben evaluarse nuevamente para confirmar su comportamiento. El resto de los cultivares fueron evaluados entre dos y seis campañas. Deben considerarse más “confiables” los datos correspondientes a los cultivares con más años de evaluación.

Conclusiones

Se identificaron cultivares con distinto comportamiento frente al SMS, algunos de los cuales se diferenciaron entre sí en forma consistente a través de las campañas estudiadas. Esta información es de utilidad para la elección de cultivares en lotes con presencia de la enfermedad; sin embargo, se debe tener en cuenta que el comportamiento de los mismos puede variar entre campañas y/o localidades, según las condiciones ambientales o por diferencias patogénicas entre poblaciones de las distintas especies causantes del SMS.

Bibliografía

- DISTÉFANO S, GADBAN L (2006) Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la campaña 2005 – 2006. Informe de actualización técnica nº 3. EEA Marcos Juárez INTA:13-18.
- GIBSON PT, SHENAUT MA, SUTTNER RJ, NJITI VN, MYERS JR O (1994) Soybean varietal response to sudden death syndrome. In: Wikinson D (ed) Proc 24th Soybean seed Res Conf, Chicago, Illinois, 6-7 Dec, Am Seed Trade Assoc, Washington, D.C.:20 – 40
- GONZÁLEZ, V., DEVANI, M. R., PLOPER, D., ZAMORANO, M., GÁLVEZ, R., JALDO, H. E., DÍAZ, C. G. 2003. Evaluation of commercial soyabean varieties for their response to sudden death syndrome (*Fusarium solani* f. sp. *glycines*) in Tucuman. Avance Agroindustrial, 2003 (Vol. 24) (No. 4) 8-14).
- IQBAL MJ, MEKSEM K, NJITI VN, KASSEM M AND LIGHTFOOT (2001) Microsatellite markers identify three additional quantitative trait loci for resistance to soybean sudden death syndrome (SDS). In Essex X ForrestRILs. Theor. Appl. Genet 102:187-192.
- 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, 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. Información de actualización técnica N° 7 EEA Marcos Juárez INTA.
- LENZI, L; MASIERO, B; FUENTES, F; DISTÉFANO, S; SALINES, L. (2010) Comportamiento de cultivares de soja frente al síndrome de la muerte repentina. Campañas 2006/07 a 2009/10. Informe de Actualización Técnica N°17. Soja. Actualización 2010:31-40
- 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
- O'DONNELL K, SINK S, SCANDIANI M, LUQUE A, COLLETO 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
- ROY KW, RUPE JC, HERSHMAN DE, ABNEY TS (1997) Sudden death syndrome of soybean. Plant Dis 81:1100–1111
- SCHERM H, YANG X, LUNDEEN P (1998) Soil variables associated with sudden death syndrome in soybean fields in Iowa. Plant Dis. 82:1152-1157

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.

Cuadro 1. Comportamiento de cultivares de soja del GM III frente al síndrome de la muerte súbita en las campañas 2015/16 a 2020/21 en lote con infestación de *F. tucumaniae* de Inrville.

CULTIVAR	IE 15-16	IE 16-17	IE 17-18	IE 18-19	IE 19-20	IE 20-21	IE Promedio 2015/2021*	Min**	Max**
33MS01	.	.	2,6	0,5	1,7	7,2	1,7 ^{AB}	0,0	12,0
FN3.85	1,3	0,5	2,9	0,7	1,5	6,7	1,7 ^A	0,0	28,0
NS 3821 STS	.	.	.	.	1,6	4,5	1,5 ^{ABCD}	1,2	8,0
DM3810	1,5	0,3	6,1	0,9	0,9	1,8	1,4 ^{ABC}	0,0	32,0
ACA 3838 GR	.	.	3,5	0,2	0,8	.	1,2 ^{ABCDE}	0,0	6,0
NS3220	0,5	0,3	1,7	0,6	0,9	8,1	1,2 ^{ABCDE}	0,0	42,0
BIOCERES3.41	.	0,4	1,8	.	0,7	3,9	1,0 ^{ABCDEF}	0,0	20,0
SRM3571	.	0,2	1,1	0,7	.	.	1,0 ^{ABCDEF}	0,0	3,0
SRM3410	1,2	0,1	1,4	.	.	.	0,9 ^{ABCDEF}	0,0	4,8
ACA3535GR	0,5	0,1	1,1	0,1	1,7	5,5	0,9 ^{CDEF}	0,0	36,0
LG 3840 STS	.	.	.	.	1,1	2,8	0,9 ^{ABCDEFG}	0,4	6,0
LDC3.7	0,9	0,8	0,4	0,0	1,5	.	0,9 ^{CDEF}	0,0	6,0
SP3x1RR	0,5	0,3	1,4	.	.	.	0,8 ^{BCDEF}	0,0	12,0
DM3815	0,6	0,3	1,1	0,2	0,9	.	0,8 ^{CDEF}	0,0	2,0
SY3x7RR	0,6	0,6	1,5	0,2	0,3	.	0,8 ^{CDEF}	0,0	2,8
SRM3988	0,6	0,3	1,2	0,3	0,6	.	0,8 ^{CDEF}	0,0	2,0
SY3x5	0,6	0,2	1,3	.	.	.	0,8 ^{CDEFG}	0,0	2,0
DM3312RSF	.	0,1	0,7	0,2	0,9	4,1	0,7 ^{DEFG}	0,0	7,2
37MS01	.	.	.	0,5	0,6	1,1	0,5 ^{EFG}	0,0	2,0
INTAMJ42STS	0,3	0,0	.	0,0	.	.	0,4 ^{FG}	0,0	1,2
Rosana INTA 3.9 STS	.	0,0	0,3	.	.	1,7	0,2 ^G	0,0	2,0
ACA 3737 GRTS	.	.	.	.	.	9,5		4,2	10,0
CZ 3621 STS	.	.	.	.	.	7,1		2,0	20,0
AW 3920 IPRO	.	.	.	.	.	2,2		0,8	4,0
ID 13-241	.	.	.	.	.	1,5		0,0	6,0
BS ID 37-370	.	.	.	.	.	1,3		0,0	16,0

* IE=Índice de la enfermedad; IE Promedio= IE estimado de las seis campañas (2015/16 a 2020/21). Letras distintas indican diferencias significativas entre cultivares. Test LSD 5 % para Ln(IE+0,5)

** Min: valor mínimo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Max: valor máximo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Cuadro 2. Comportamiento de cultivares de soja del GM IVcorto frente al síndrome de la muerte súbita en las campañas 2015/16 a 2020/21, en lote con infestación de *F. tucumaniae* de Inrville.

CULTIVAR	IE 15-16	IE 16-17	IE 17-18	IE 18-19	IE 19-20	IE 20-21	IE Promedio 2015/2021*	Min**	Max**
FN4.35	3,6	0,7	5,2	0,8	.	11,1	2,7 ^A	0,0	32,0
SRM4370	2,5	0,6	4,5	1,8	1,6	8,4	2,5 ^A	0,4	42,0
BIOCERES4.11	1,5	0,4	2,5	0,8	3,2	12,8	2,1 ^A	0,0	14,0
CZ4306	3,3	0,7	1,4	1,2	1,3	.	2,0 ^A	0,4	6,0
NS4309	0,8	0,1	1,0	0,4	1,5	6,3	1,1 ^B	0,0	24,0
DM40R16STS	0,5	0,4	0,8	0,3	0,7	6,0	0,9 ^B	0,0	28,0
AW4326IPRO	.	0,5	1,4	0,3	0,1	.	0,8 ^{BC}	0,0	2,0
SY 4x1 RR	.	.	.	0,4	0,4	2,0	0,6 ^{BCD}	0,0	4,0
MS4.0IPRO	0,6	0,2	0,3	.	.	.	0,5 ^{BCD}	0,0	6,0
ACA4220IPRO	0,4	0,1	0,5	0,1	0,0	.	0,4 ^{CD}	0,0	2,4
ACA4221 GR	.	.	.	0,1	0,3	0,9	0,2 ^D	0,0	1,2
CZ 4021 STS	.	.	.	.	.	12,7		6,0	36,0
AW 4320 IPRO	.	.	.	.	.	5,0		1,2	24,0
BIO 4,12	.	.	.	.	.	2,0		0,4	16,0
DM 40i21 STS	.	.	.	.	.	1,8		0,8	4,8
41MS01 STS	.	.	.	.	.	1,6		0,4	6,0
LG 4082	.	.	.	.	.	1,2		0,6	1,2
DM 40R21 STS	.	.	.	.	.	0,3		0,0	2,0

* IE=Índice de la enfermedad; IE Promedio=IE estimado de las seis campañas (2015/16 a 2020/21). Letras distintas indican diferencias significativas entre cultivares. Test LSD 5 % para Ln(IE+0,5)

** Min: valor mínimo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Max: valor máximo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Cuadro 3. Comportamiento de cultivares de soja del GM IV largo frente al síndrome de la muerte súbita en las campañas 2015/16 a 2020/21, en lote con infestación de *F. tucumaniae* de Inrville.

CULTIVAR	IE 15-16	IE 16-17	IE 17-18	IE 18-19	IE 19-20	IE 20-21	E Promedio 2015/2021*	Min**	Max**
NA4990RG	5,6	2,5	9,2	.	.	.	5,8 ^A	0,6	35,0
NA4613RG	5,6	2,2	6,3	5,2	5,0	16,7	5,8 ^A	0,8	42,0
RA4458	8,2	2,0	10,0	1,6	2,9	21,2	5,2 ^A	0,6	20,0
VT4994	.	2,2	4,8	3,1	5,7	.	5,1 ^{AB}	1,2	9,0
SY4x6IPRO	5,4	1,1	9,0	.	.	.	4,6 ^{ABC}	0,4	24,0
BIOSOJA4.91	3,2	1,2	7,0	3,3	2,8	22,8	4,4 ^{ABC}	0,2	28,0
DM4915IPRO	7,8	1,8	2,6	.	.	.	3,9 ^{ABCD}	0,4	9,0
CZ4505STS	3,4	1,5	2,5	2,5	1,8	.	2,9 ^{CDE}	0,4	9,6
49X20 IPRO STS	.	.	.	.	1,5	12,0	2,7 ^{BCDEF}	0,8	20,0
AW 4927 IPRO	.	.	4,1	1,4	0,9	.	2,3 ^{DEFG}	0,4	9,0
ACA4990GR	4,0	0,7	2,0	1,1	1,2	.	2,0 ^{EFG}	0,0	12,0
NS4619IPRO	1,5	1,6	1,2	0,7	.	.	1,6 ^{FGH}	0,0	6,0
SY4x9RR	1,3	0,6	2,5	0,9	0,8	.	1,5 ^{FGH}	0,0	3,0
BIOSOJA4.51	1,5	0,9	2,4	0,1	1,3	4,3	1,4 ^{GHI}	0,0	4,8
NS4955	0,9	1,0	1,4	1,2	0,6	.	1,4 ^{GHI}	0,2	12,0
AW4736IPRO	.	0,7	1,2	0,5	1,3	.	1,3 ^{GHIJ}	0,0	3,0
DM4612RSF	1,8	0,4	1,6	0,6	1,2	3,9	1,3 ^{GHI}	0,4	12,0
CZ4.97	1,6	0,3	1,6	0,5	1,2	.	1,3 ^{GHIJK}	0,0	6,0
DM4615STS	1,0	0,8	1,2	.	.	.	1,2 ^{GHIJKL}	0,4	2,0
Ho4919IPRO	1,3	0,2	1,6	0,2	.	.	0,9 ^{HIJKLM}	0,0	2,8
DM4670	0,7	0,2	1,1	0,4	0,7	.	0,8 ^{IJKLMN}	0,0	4,0
HO47147	.	.	.	.	0,6	3,3	0,8 ^{HIJKLMN}	0,4	4,8
ACA4660GR	0,6	0,4	0,7	0,3	0,9	.	0,8 ^{IJKLMN}	0,0	2,0
4x5 SYN RR	.	.	.	0,1	0,3	5,2	0,7 ^{IJKLMN}	0,0	24,0
DM46i20 IPRO STS	.	.	.	.	0,5	3,1	0,7 ^{HIJKLMN}	0,4	20,0
DM46 R 18	.	.	0,3	0,1	0,9	4,2	0,7 ^{KLMN}	0,0	6,0
ACA4949IPRO	0,4	0,3	0,7	.	.	.	0,6 ^{LMN}	0,0	1,2
DM49R19 STS	.	.	.	.	0,6	2,0	0,6 ^{JKLMN}	0,4	2,0
47MS01 STS	.	.	1,1	0,1	0,7	1,3	0,6 ^{LMN}	0,0	2,0
46MS01 STS	.	.	.	.	0,4	2,4	0,6 ^{JKLMN}	0,2	18,0
DM46i17	.	0,2	0,5	0,2	0,2	.	0,5 ^{MN}	0,0	1,6
SPS4x4RR	0,3	0,3	0,9	0,1	0,3	1,1	0,4 ^N	0,0	2,0
IS 46.5 RR1 STS	.	.	.	.	0,3	2,0	0,4 ^{MN}	0,0	4,8
NS 4621 IPRO STS	.	.	.	.	.	15,0		4,8	36,0
LG 4735 STS	.	.	.	.	.	10,1		2,8	28,0
LG 4893	.	.	.	.	.	5,2		2,8	10,0
CZ 4721 STS	.	.	.	.	.	3,6		3,0	4,0
ID 16-279	.	.	.	.	.	2,8		1,6	6,0
ID 15-163	.	.	.	.	.	2,8		2,0	4,0
ID 13-146	.	.	.	.	.	1,8		1,2	2,8
AW 4610 IPRO	.	.	.	.	.	1,1		1,0	2,8

* IE=Índice de la enfermedad; IE Promedio= IE estimado de las seis campañas (2015/16 a 2020/21). Letras distintas indican diferencias significativas entre cultivares. Test LSD 5 % para Ln(IE+0,5)

** Min: valor mínimo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Max: valor máximo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Cuadro 4. Comportamiento de cultivares de soja del GM V corto frente al síndrome de la muerte súbita en las campañas 2015/16 a 2020/21, en lote con infestación de *F. tucumaniae* de Inrville.

CULTIVAR	IE 15-16	IE 16-17	IE 17-18	IE 18-19	IE 19-20	IE 20-21	IE Promedio 2015/2021*	Min**	Max**
NS5419IPRO	10,3	3,6	21,2	6,5	4,0	21,0	8,8 ^A	1,6	48,0
NS 5028 STS	.	.	.	4,3	2,2	23,2	6,4 ^{AB}	1,0	42,0
BIOCERES5.21	5,1	1,6	19,8	.	3,4	9,7	5,3 ^{ABC}	0,6	40,0
LG 5365 STS	.	.	.	.	3,2	7,4	4,2 ^{BCD}	1,6	12,0
NA5009RG	1,8	2,3	7,3	2,1	.	.	3,1 ^{CDEF}	0,0	34,0
DM53i53	4,4	2,1	2,8	1,3	1,8	10,7	3,0 ^{DE}	0,0	18,0
NS 5030 IPRO STS	.	.	.	.	1,2	8,8	2,9 ^{BCDEFG}	0,4	14,0
CZ 5407 IPRO	.	.	3,7	2,0	2,1	6,4	2,9 ^{DEF}	1,2	12,0
50MS01 STS	.	.	8,7	0,8	1,6	.	2,9 ^{CDEFG}	0,2	15,0
DM5351	3,7	1,7	1,9	1,8	0,9	.	2,2 ^{DEFGH}	0,6	9,6
HO50135	.	.	.	.	2,0	3,0	2,1 ^{DEFGHIJ}	0,6	6,0
LDC5.3	1,5	1,1	3,1	1,9	0,8	.	1,9 ^{EFGHI}	0,0	18,0
VT5335	.	0,6	2,0	2,4	1,0	.	1,8 ^{EFGHIJ}	0,0	5,6
ACA 5020 IPRO	.	.	.	0,8	0,7	6,8	1,8 ^{DEFGHIJ}	0,0	6,0
SY5x1RR	2,6	1,3	4,0	1,5	0,5	2,1	1,8 ^{FGHIJ}	0,4	6,0
BIOCERES5.11	2,5	0,5	3,2	.	.	.	1,7 ^{EFGHIJ}	0,2	4,2
BIOSOJA5.40	1,6	1,2	2,9	0,8	.	.	1,6 ^{EFGHIJ}	0,4	9,0
53MS02 STS	.	.	.	.	1,3	2,9	1,6 ^{EFGHIJ}	0,8	3,0
ACA5350GR	3,8	0,5	0,9	1,1	0,8	.	1,4 ^{GHIJ}	0,0	7,2
SRM5037	1,9	0,5	1,4	.	.	.	1,1 ^{HIJK}	0,2	2,8
53MS01IPRO	.	0,7	1,1	0,9	0,5	.	1,1 ^{IJK}	0,2	4,0
NS5258	0,5	0,3	2,1	0,5	0,8	.	0,9 ^{JK}	0,0	5,6
DM50i17	.	0,5	0,6	0,0	0,4	2,0	0,6 ^K	0,0	4,0
AW 5021 IPRO	.	.	.	.	.	12,0		6,0	30,0
NK 52x21 STS	.	.	.	.	.	11,9		4,8	16,0
DM 52R19	.	.	.	.	.	9,3		6,0	18,0
ID 16-287	.	.	.	.	.	5,2		4,0	12,0
NS 5421 STS	.	.	.	.	.	2,9		1,2	8,0
IS 52.0 RR1 STS	.	.	.	.	.	2,7		1,6	2,8
CZ 4918	.	.	.	.	.	2,5		2,0	4,0

* IE=Índice de la enfermedad; IE Promedio= IE estimado de las seis campañas (2015/16 a 2020/21). Letras distintas indican diferencias significativas entre cultivares. Test LSD 5 % para Ln(IE+0,5)

** Min: valor mínimo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Max: valor máximo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Cuadro 5. Comportamiento de cultivares de soja del GM V largo frente al síndrome de la muerte súbita en las campañas 2015/16 a 2020/21, en lote con infestación de *F. tucumaniae* de Inrville.

CULTIVAR	IE 15-16	IE 16-17	IE 17-18	IE 18-19	IE 19-20	IE 20-21	IE Promedio 2015/2021*	Min**	Max**
CZ 5907 IPRO	.	.	22,9	5,5	3,4	17,0	8,0 ^A	1,2	30,0
ACA5825 IPRO	.	.	15,4	4,2	3,3	.	6,1 ^{ABC}	1,2	24,0
SRM5835IPRO	3,9	3,5	20,5	4,7	.	.	6,0 ^{AB}	0,4	28,0
DM5958IPRO	4,6	3,1	19,4	8,0	1,3	.	5,9 ^{AB}	0,0	24,0
RA5715IPRO	3,4	2,7	15,1	7,3	1,5	.	5,1 ^{ABCD}	0,8	24,0
AW5815IPRO	4,3	2,2	20,3	3,0	1,5	.	4,6 ^{BCD}	0,4	28,0
NA5909RG	3,3	3,2	.	3,6	.	.	4,5 ^{ABCD}	2,0	20,0
RA 569	.	.	9,5	6,2	1,2	.	4,4 ^{BCDE}	0,2	12,0
BIOCERES5.92	.	.	8,5	2,2	2,6	8,9	3,9 ^{BCDEF}	0,8	20,0
AW5714IPRO	4,1	3,6	6,1	2,6	1,3	.	3,7 ^{BCDEF}	0,8	9,0
59MS01IPROSTS	1,8	0,7	12,8	3,7	2,1	.	3,3 ^{DEF}	0,8	15,0
BIOCERES5.61	1,9	2,6	8,4	.	.	.	3,2 ^{CDEF}	1,2	12,0
HO 59136 IPRO	.	.	9,9	2,9	0,8	5,6	3,0 ^{DEF}	0,4	16,0
ACA5725GR	2,6	1,7	3,4	.	1,1	.	2,4 ^{EFG}	0,8	6,0
SRM5951	2,2	1,3	5,0	.	.	.	2,2 ^{EFG}	0,8	6,0
LDC5.9STS	3,1	.	.	0,8	1,0	.	2,2 ^{FG}	0,0	16,0
DM55R20 STS	.	.	.	.	0,7	2,0	1,3 ^{GH}	0,2	2,0
CZ5905	0,8	0,6	2,4	.	.	.	1,0 ^H	0,2	3,0
ACA5785 GRTS	.	.	1,4	0,1	0,3	1,9	0,5 ^H	0,0	2,8
AW 5920 IPRO	.	.	.	.	.	16,7		12,0	24,0
LG 5836 STS	.	.	.	.	.	14,3		8,0	30,0

* IE=Índice de la enfermedad; IE Promedio= IE estimado de las seis campañas (2015/16 a 2020/21). Letras distintas indican diferencias significativas entre cultivares. Test LSD 5 % para Ln(IE+0,5)

** Min: valor mínimo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Max: valor máximo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Cuadro 6. Comportamiento de cultivares de soja del GM VI frente al síndrome de la muerte súbita en las campañas 2015/16 a 2020/21 en lote con infestación de *F. tucumaniae* de Inrville.

CULTIVAR	IE 15-16	IE 16-17	IE 17-18	IE 18-19	IE 19-20	IE 20-21	IE Promedio 2015/2021*	Min**	Max**
SRM6256	21,0	6,7	30,5	4,5	.	.	11,8 ^A	0,0	64,0
NS6248	5,4	8,0	32,7	8,8	5,8	.	10,1 ^{AB}	1,8	48,0
RA659	10,5	5,8	14,7	15,8	2,8	.	9,0 ^{ABC}	0,8	24,0
CZ6806IPRO	.	3,9	18,0	10,4	6,7	10,8	9,0 ^{ABC}	3,0	32,0
DM 67 i 70 RSF IPRO	.	.	14,4	10,8	4,1	11,0	8,2 ^{ABCD}	2,0	32,0
66MS01	.	.	.	.	5,2	10,9	7,7 ^{ABCDE}	4,0	20,0
DM60i62IPRO	.	5,5	17,3	5,3	4,2	11,3	7,7 ^{ABCDE}	1,6	32,0
M6410IPRO	6,0	2,7	21,2	7,3	5,1	.	7,2 ^{ABCDEG}	1,2	24,0
DM6.8i	.	3,0	8,2	8,3	6,7	.	6,7 ^{ABCDE}	1,0	50,0
NS6859IPRO	.	3,0	8,9	9,9	4,6	.	6,6 ^{ABCDE}	1,2	20,0
RA652	.	3,6	9,9	5,7	6,1	.	6,6 ^{ABCDE}	2,0	28,0
DM63i64	.	3,2	15,5	4,8	4,0	11,1	6,5 ^{BCDE}	0,8	28,0
ACA6513IPRO	6,0	4,6	7,0	9,4	4,2	.	6,4 ^{BCDE}	1,2	16,0
SY6x8IPRO	4,8	2,6	6,0	12,7	2,5	8,7	5,3 ^{CDEFH}	0,6	20,0
RA6615IPRO	3,2	.	10,8	6,0	.	.	5,0 ^{CDEFHI}	1,2	12,0
SYN 1561 IPRO	.	.	.	7,5	3,1	5,3	5,0 ^{CDEFHI}	0,8	16,0
62MS01 IPRO STS	.	.	.	.	2,5	9,0	4,9 ^{BCDEFHIJ}	0,8	16,0
MS6.3IPRO	5,1	3,6	7,0	6,7	2,0	.	4,8 ^{DEFHI}	0,8	40,0
SY7x1IPRO	.	3,3	1,6	10,6	3,2	8,4	4,5 ^{EFHI}	0,4	24,0
AW6211IPRO	8,2	2,7	6,2	2,9	3,0	.	4,5 ^{EFHI}	0,4	12,0
CZ6205	5,1	1,7	.	5,8	.	.	4,3 ^{DEFHIJK}	0,4	8,0
62R63 RSF	3,2	1,9	8,8	3,9	3,3	5,4	4,0 ^{FHIJ}	0,6	16,0
BIOCERES 6.21	.	.	.	3,3	4,8	3,4	3,8 ^{FGHIJKL}	1,6	12,0
NS6483	5,9	5,0	3,1	2,8	1,1	.	3,4 ^{HIJKL}	0,4	8,0
DM 66 R 69 RSF	.	.	.	1,7	4,7	4,1	3,2 ^{HIJKL}	0,2	10,0
BIOCERES 6.51	.	.	.	.	2,2	2,8	2,5 ^{HIJKL}	0,4	6,0
RA 655	.	.	3,7	2,3	2,1	.	2,5 ^{IJKL}	0,8	6,0
MS6.9IPRO	2,5	1,7	2,6	3,4	1,1	.	2,3 ^{JKL}	0,0	12,0
60MS01 STS	.	.	4,7	0,7	2,7	3,1	2,1 ^{KL}	0,0	16,0
CZ6505	2,5	1,3	2,3	1,5	1,7	4,0	2,1 ^L	0,4	15,0
HO6620IPRO	.	0,9	1,9	3,2	.	.	1,8 ^L	0,4	6,0
ACA 6720 IPRO TS	.	.	.	.	.	22,6		15,0	32,0
NK 60x21 IPRO STS	.	.	.	.	.	15,5		4,2	42,0
NS 6721 IPRO STS	.	.	.	.	.	9,1		4,0	15,0
IS 62.1 IPRO STS	.	.	.	.	.	7,5		2,8	12,0
HO 68126	.	.	.	.	.	6,7		4,0	12,0
NS 6120 IPRO	.	.	.	.	.	5,8		4,0	10,0
AW 6320 IPRO	.	.	.	.	.	5,3		3,0	8,0
LG 6009	.	.	.	.	.	2,1		1,6	2,8

* IE=Índice de la enfermedad; IE Promedio= IE estimado de las seis campañas (2015/16 a 2020/21). Letras distintas indican diferencias significativas entre cultivares. Test LSD 5 % para Ln(IE+0,5)

** Min: valor mínimo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Max: valor máximo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Cuadro 7. Comportamiento de cultivares de soja del GM VII y VIII frente al síndrome de la muerte súbita en las campañas 2015/16 a 2020/21 en lote con infestación de *F. tucumaniae* de Inrville.

CULTIVAR	IE 15-16	IE 16-17	IE 17-18	IE 18-19	IE 19-20	IE 20-21	IE Promedio 2015/2021*	Min**	Max**
80X20 IPRO STS	.	.	.	.	4,2	15,3	8,5 ^{AB}	3,0	20,0
NS7809	12,1	4,0	6,9	10,9	.	.	7,6 ^A	2,0	20,0
M6210IPRO	5,6	2,8	15,4	7,3	4,1	.	6,4 ^{ABC}	1,0	16,0
DM7976	5,3	3,2	8,7	9,4	5,3	.	6,4 ^{ABC}	0,8	24,0
NS7709IPRO	7,7	5,6	5,3	5,0	3,7	.	5,7 ^{ABC}	1,6	12,0
NS8282	7,7	2,9	8,7	4,8	.	.	5,4 ^{ABCD}	0,8	24,0
DM75i75 RSF IPRO	.	.	.	9,9	1,7	9,3	5,3 ^{ABCD}	1,2	28,0
RA750	3,9	1,8	9,7	8,4	.	.	4,9 ^{ABCD}	0,8	12,0
78MS01 IPRO	.	.	12,9	7,0	1,2	6,6	4,9 ^{ABCD}	0,8	12,0
HO74134	.	.	.	.	3,3	6,1	4,7 ^{ABCDE}	2,0	8,0
DM8473	4,8	4,4	3,1	6,7	4,6	5,3	4,7 ^{ABCD}	0,8	20,0
NS 8018 IPRO STS	.	.	.	6,8	2,7	5,8	4,5 ^{ABCDE}	1,6	16,0
CZ7905IPRO	3,7	3,5	6,8	3,3	4,2	5,0	4,3 ^{CD}	2,0	16,0
DM8277IPRO	3,7	2,9	6,3	3,2	2,7	6,1	3,9 ^{CDE}	0,8	16,0
CZ7.55	3,0	1,4	.	.	.	.	2,6 ^{DEF}	0,2	4,0
NS8288STS	2,9	1,2	3,9	2,3	1,9	.	2,5 ^{EF}	0,4	6,0
ACA 7890 IPRO	.	.	1,7	2,2	1,1	2,5	1,6 ^F	0,5	5,6
AW 7720 IPRO	.	.	.	.	.	12,0		9,0	16,0
CZ 7521 IPRO	.	.	.	.	.	7,7		6,0	9,6

* IE=Índice de la enfermedad; IE Promedio= IE estimado de las seis campañas (2015/16 a 2020/21). Letras distintas indican diferencias significativas entre cultivares. Test LSD 5 % para Ln(IE+0,5)

** Min: valor mínimo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas

Max: valor máximo de IE del cultivar en todas las repeticiones de las campañas evaluadas