

5

Situación y Evaluación Sanitaria

5a. Manejo químico de las enfermedades en el cultivo de la soja durante la campaña 2016/2017

5b. Evaluación del comportamiento de genotipos de soja frente a la mancha anillada en el noroeste argentino durante la campaña 2016/2017

5c. Estrategias para la prevención de la resistencia de insectos en soja Bt: manejo de plagas en el refugio

5d. Manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo de soja

5e. Manejo químico de maíz (*Zea mays* L.) guacho resistente a glifosato en el Noroeste Argentino



Manejo químico de las enfermedades en el cultivo de la soja durante la campaña 2016/2017 en Tucumán

De Lisi, Vicente*, Sebastián Reznikov*, Eduardo N. Gómez Ponce*, María P. Claps*, Gabriel Devani*, Martina Pereyra*, Virginia Paredes**, Victoria González* y Leonardo D. Ploper*

*Sección Fitopatología; **Sección Economía y Estadísticas, EEAOC. E-mail: vdelisi@eeaoc.org.ar

Introducción

En la República Argentina, la soja [*Glycine max* (L.) Merrill] es el principal cultivo del país, en superficie sembrada, producción e ingresos de divisas. A fines de la década de 1990, prácticamente todas las zonas donde el cultivo ya estaba instalado experimentaron un período de gran crecimiento, debido a la implementación de cultivares resistentes a glifosato, desplazando a otros tales como el girasol, algodón, maíz, poroto, arroz, etc. (González *et al.*, 2013). En la actualidad, la Argentina es el tercer productor mundial, detrás de EE.UU. y Brasil y el primer exportador de aceite y harina de soja (Ploper, 2011).

Sin embargo, uno de los factores limitantes más importantes en la producción de granos es el estrés biótico originado por distintos organismos patógenos, tanto biotrofos, hemibiotrofos como necrotrofos. Las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades se deben principalmente a la disminución en la producción, rendimiento

y/o calidad de las semillas. También, otros factores a tener en cuenta son el costo elevado que representa el manejo de las enfermedades mediante agroquímicos y el impacto ambiental negativo de su utilización (Agrios, 2005). Se calcula que las pérdidas promedio atribuibles a enfermedades oscilan entre 10 y 20 % a nivel mundial. En Argentina, las pérdidas por las enfermedades de la soja superan las 900.000 toneladas por año, causando un perjuicio de más de 250 millones de dólares (Oerke, 2006; Ploper *et al.*, 2001; Ploper, 2004; Wrather *et al.*, 2006; 2010). Por lo tanto, es necesario considerar aquellas variables que puedan afectar la productividad, tales como la ocurrencia e intensidad de enfermedades que limitan la producción del cultivo (Hartman *et al.*, 2015).

Entre las enfermedades de la soja, se destacan las que afectan las partes aéreas de las plantas (tallos, hojas, vainas y semillas). Se incluyen aquí a las denominadas enfermedades de fin de ciclo (EFC), que son aquellas de origen fúngico que se

manifiestan con mayor intensidad en los estados reproductivos intermedios a avanzados del cultivo (De Lisi *et al.*, 2015). Una característica distintiva de este complejo de enfermedades es que presentan prolongados periodos de latencia e incubación. Estas causan disminución del área foliar sana y defoliación, madurez anticipada del cultivo y reducción del rendimiento. Muchas de ellas afectan también la calidad de la semilla producida.

Las principales EFC son: **tizón de la hoja y mancha púrpura** (causado por *Cercospora kikuchii* T. Matsu & Tomoyasu Gardner), **antracnosis**, (*Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrews & WD Moore), **mancha marrón** (*Septoria glycines* Hemmi), **tizón de la vaina y tallo** (*Phomopsis sojae* Lehman), **mildiú** (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd: Gäum), **mancha anillada** (*Corynespora cassiicola* (Berk&Curt.) Wei y **mancha foliar por Alternaria** (*Alternarias* pp.). Otras importantes enfermedades foliares son la **mancha ojo de rana** (*Cercospora sojina* Hara) y la **roya asiática de la soja** (*Phakopsora*

pachyrhizi). A estas se agregan además la pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines* (Nakano) Dye.) y el **tizón bacteriano** (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*) (Coerper) Young, Dye & Wilkie.

Las principales estrategias para el control de las EFC incluyen el uso de cultivares resistentes, el tratamiento con fungicidas curasemillas, la aplicación de fungicidas foliares y el uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, fechas de siembra, densidad de plantas, etc.). A pesar de que implica aumentos en los costos de producción y riesgo de contaminación ambiental (Reis *et al.*, 2002, 2010), el control químico foliar ha sido la herramienta recomendada para el control de las EFC y la roya asiática, debido a la falta de genotipos resistentes a la mayoría de estas patologías y a la insuficiente rotación de cultivos (Ploper *et al.*, 2006, 2008).

Evaluación de fungicidas foliares durante la campaña 2016/2017

Durante la campaña 2016/2017, se realizó un ensayo a campo con el objetivo de evaluar la eficacia y el momento oportuno de aplicación de diferentes fungicidas químicos registrados para el manejo de EFC y roya asiática de la soja. Este se sembró el 16 de enero en un lote ubicado en la localidad La Cruz, departamento Burruyacú (Tucumán), con el genotipo CZ 7905 IPRO, grupo VIII de madurez, resistente a glifosato y algunos lepidópteros. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los fungicidas testeados se presentan en la

Tabla 1.

Los parámetros evaluados fueron severidad (% de tejido foliar afectado), área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y eficacia de control para mancha marrón, mancha anillada,

tizón de la hoja y roya asiática de la soja. También se evaluó el porcentaje de defoliación en R7 para los diferentes tratamientos y posterior a la cosecha se determinó el rendimiento (kg/ha) y el beneficio económico (kg/ha). El ABCPE, es una medida de

Tabla 1. Tratamientos, momentos y dosis de fungicidas aplicados en el ensayo realizado en La Cruz, Burruyacú, Tucumán. Campaña 2016/2017.

Variedad	Principios activos	Momento de aplic.	Dosis (cm ³ /ha)
Testigo sin tratar o absoluto			
Orquesta® Ultra	Pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapyroxad	R3*+ R5	800
Orquesta® Ultra	Pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapyroxad	R3	800
Opera®	Pyraclostrobin + epoxiconazole	R3	500
Miravis™Duo + Nimbus®	Pydiflumetofen + difenoconazole	R3	600 + 500
Amistar Xtra® + Nimbus®	Azoxistrobina + cyproconazole	R3	300 + 500
Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupyr	R3	250 g/ha
Orquesta® Ultra	Pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapyroxad	R5	800
Opera®	Pyraclostrobin + epoxiconazole	R5	500
Miravis™Duo + Nimbus®	Pydiflumetofen + difenoconazole	R5	600 + 500
Amistar Xtra® + Nimbus®	Azoxistrobina + cyproconazole	R5	300 + 500
Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupyr	R5	250 g/ha

Tabla 2. Severidad en porcentaje de área foliar afectada, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y eficacia de control de mancha marrón (MM). La Cruz, departamento Burruyacú, Tucumán. Campaña 2016/2017.

Tratamientos	Momento de aplic.	*MM	MM ABCPE	MM Eficacia (%)
Testigo sin tratar		30,0 E	508,5 F	0 A
Orquesta® Ultra	R3 + R5	12,5 AB	208,7 A	59,0 F
Orquesta® Ultra	R3	15,0 BC	224,0 AB	56,0 EF
Opera®	R3	17,5 CD	287,5 CD	43,5 CD
Miravis™Duo + Nimbus®	R3	10,0 A	187,5 A	63,5 F
Amistar Xtra® + Nimbus®	R3	17,5 CD	323,7 DE	36,5 BC
Elatus®	R3	20,0 D	345,0 E	32,0 B
Orquesta® Ultra	R5	10,0 A	332,5 DE	34,5 BC
Opera®	R5	15,0 BC	332,7 DE	34,5 BC
Miravis™Duo + Nimbus®	R5	10,0 A	260,0 BC	48,5 DE
Amistar Xtra® + Nimbus®	R5	15,0 BC	353,7 E	30,0 B
Elatus®	R5	17,5 CD	323,7 DE	36,5 BC
CV		12,9	7,3	11,4
p-valor		<0,0001	<0,0001	<0,0001

*MM: severidad máxima de mancha marrón (19 de abril de 2017 - Estadio fenológico R6).

la cantidad total de enfermedad durante un periodo de tiempo y se calcula integrando los rectángulos formados por el punto medio de la intensidad de la enfermedad (severidad) alcanzada entre los diferentes tiempos en que se monitoreó. La eficacia se calculó de acuerdo a la fórmula de Abbot, en la que:

$$\text{Eficacia} = \frac{(\text{Eficacia testigo} - \text{Eficacia tratamiento})}{\text{Eficacia testigo}} \times 100$$

El beneficio económico se calculó teniendo en cuenta el precio de la soja y el costo de cada tratamiento (precio del fungicida + costo de aplicación terrestre), de acuerdo a los valores del día 4 de julio 2017 (Bolsa de Cereales de Rosario, 2017).

Para la determinación de los estados de desarrollo de la soja, se utilizó la escala de Fehr y Caviness (1971). Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través del análisis de la varianza y del test de comparación de medias de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) con el programa INFOSTAT (Balzarini *et al.*, 2008).

Para evaluar la eficacia de los fungicidas frente a la mancha marrón se realizaron tres evaluaciones de severidad a campo, los días 20 de marzo (R4), 1 de abril (R5.4) y 19 de abril de 2017 (R6). En la Tabla 2, se presentan los valores de severidad de mancha marrón para cada tratamiento, el ABCPE y la eficacia de control. En la evaluación realizada el 19 de abril (R6), todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo sin tratar. Tanto para la variable área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), como para eficacia de control, todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticas con respecto al testigo.

Para el caso de la mancha anillada y el tizón de la hoja, se realizaron tres evaluaciones de severidad, el 1 de abril (R5.4), el 18 de abril (R6) y el 26 de abril de 2017 (R6). Para mancha anillada (Tabla 3), los tratamientos que se

diferenciaron estadísticamente del testigo absoluto fueron Orquesta®Ultra (R3, R5 y R3 + R5), Opera® (R3), Miravis™Duo + Nimbus® (R3) y Amistar Xtra® + Nimbus® (R3). Para las variables ABCPE de mancha anillada y

Tabla 3. Severidad en porcentaje de área foliar afectada, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y eficacia de control de mancha anillada(MA) en soja. La Cruz, departamento Burruyacú, Tucumán. Campaña 2016/2017.

Tratamientos	Momento de aplic.	*MA	MA ABCPE	MA Eficacia (%)
Testigo sin tratar		30,0 D	476,2 C	0 A
Orquesta® Ultra	R3 + R5	10,0 A	157,5 A	64,5 C
Orquesta® Ultra	R3	12,5 AB	180,0 A	60,0 C
Opera®	R3	20,0 BC	247,5 AB	45,5 C
Miravis™Duo + Nimbus®	R3	20,0 BC	278,7 AB	40,5 BC
Amistar Xtra® + Nimbus®	R3	20,0 BC	247,5 AB	45,5 C
Elatus®	R3	25,0 CD	276,0 AB	39,5 BC
Orquesta® Ultra	R5	17,5 ABC	395,0 BC	16,0 AB
Opera®	R5	22,5 CD	415,0 BC	11,5 A
Miravis™Duo + Nimbus®	R5	22,5 CD	415,0 BC	11,5 A
Amistar Xtra® + Nimbus®	R5	22,5 CD	415,0 BC	11,5 A
Elatus®	R5	22,5 CD	456,2 C	4,0 A
CV		17,8	24,3	40,2
p-valor		0,0086	0,0148	0,0009

*MA: severidad máxima de mancha anillada (26 de abril de 2017 - Estadio fenológico R6).

Tabla 4. Severidad en porcentaje de área foliar afectada, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y eficacia de control de tizón de la hoja (CK) en soja. La Cruz, departamento Burruyacú, Tucumán. Campaña 2016/2017.

Tratamientos	Momento de aplic.	*CK	CK ABCPE	CK Eficacia (%)
Testigo sin tratar		55,0 C	942,5 E	0 A
Orquesta® Ultra	R3 + R5	20,0 A	331,2 A	64,0 F
Orquesta® Ultra	R3	27,5 AB	413,7 AB	55,5 EF
Opera®	R3	35,0 B	496,5 BC	47,0 CDE
Miravis™Duo + Nimbus®	R3	37,5 B	506,2 BC	46,0 CDE
Amistar Xtra® + Nimbus®	R3	32,5 AB	465,0 ABC	50,5 DE
Elatus®	R3	40,0 B	578,5 CD	38,5 BCD
Orquesta® Ultra	R5	27,5 AB	540,0 BCD	43,0 CD
Opera®	R5	32,5 AB	591,2 CD	38,0 BC
Miravis™Duo + Nimbus®	R5	37,5 B	673,7 D	28,5 B
Amistar Xtra® + Nimbus®	R5	35,0 B	601,2 CD	37,0 BC
Elatus®	R5	27,5 AB	602,5 CD	35,5 BC
CV		17,78	13,44	13,98
p-valor		0,0108	0,0005	<0,0001

*CK: severidad máxima de tizón de la hoja (26 de abril de 2017 - Estadio fenológico R6).

eficacia, Orquesta®Ultra (R3 y R3 + R5), Opera® (R3), Miravis™Duo + Nimbus® (R3), Amistar Xtra® + Nimbus® (R3) y Elatus® (R3) mostraron diferencias estadísticas respecto al testigo sin tratar.

En cuanto a severidad del tizón de la hoja (Tabla 4) causado por *Cercospora kikuchii*, en la evaluación realizada en estadio fenológico R6 todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo sin tratar. Para las variables ABCPE y eficacia, todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo sin tratar.

Para la variable severidad de roya asiática de la soja, la primera detección en el ensayo se realizó el día 6 de marzo y no se observó un incremento de la enfermedad hasta la tercera evaluación (1 de abril-R5.4). En la tabla 5 se observa que, en la última evaluación (26 de abril-R6) todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo sin tratar a excepción de Miravis™Duo + Nimbus®(R3). En cuanto a las variables ABCPE y eficacia, a excepción de Miravis™Duo + Nimbus®(R3), todos los tratamientos se diferenciaron con respecto al testigo absoluto, destacándose Elatus®(R5) y Orquesta® Ultra (R5 y R3 + R5).

En defoliación (Tabla 6), los tratamientos Orquesta® Ultra (R5 y R3 + R5), Amistar Xtra®(R3), Opera® (R5), Miravis™Duo + Nimbus®(R5) y Elatus® (R5) presentaron diferencias respecto al testigo sin aplicación. Con respecto al rendimiento, en la Tabla 6 se observa que los tratamientos Orquesta® Ultra (R3, R5 y R3 + R5), Elatus® (R3), Opera®(R5), Amistar Xtra®(R5) y

Tabla 6. Porcentaje de defoliación, rendimiento (kg/ha) y beneficio económico (kg/ha) y peso de mil semillas (g). La Cruz, departamento Burruyacú, Tucumán. Campaña 2016/2017.

Tratamientos	Momento de aplic.	Defoliación (%)	Rendimiento (kg/ha)	Beneficio (kg/ha)
Testigo sin tratar		50 D	2746,8 A	0 AB
Orquesta® Ultra	R3 + R5	20 A	3116,4 CDE	97,9 BC
Orquesta® Ultra	R3	45 CD	3028,9 CDE	146,3 BCD
Opera®	R3	45 CD	2926,9 ABC	99,9 BC
Miravis™Duo + Nimbus®	R3	35 ABCD	2828,6 AB	-74,3 A
Amistar Xtra® + Nimbus®	R3	25 AB	2827,2 AB	-14,9 AB
Elatus®	R3	35 ABCD	2955,0 BCD	24,6 AB
Orquesta® Ultra	R5	25 AB	3137,8 DE	255,1 CD
Opera®	R5	30 ABC	3029,8 CDE	202,8 CD
Miravis™Duo + Nimbus®	R5	30 ABC	2791,2 AB	-111,7 A
Amistar Xtra® + Nimbus®	R5	40 BCD	2989,4 BCD	147,2 BCD
Elatus®	R5	30 ABC	3199,8 E	269,4 D
CV		25,35	3,97	111,69
p-valor		0,0859	0,0009	0,0005

*RAS: severidad máxima de roya asiática de los soja (26 de abril de 2017 - Estadio fenológico R6).

Tabla 5. Severidad en porcentaje de área foliar afectada, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y eficacia de control de roya asiática de la soja (RAS). La Cruz, departamento Burruyacú, Tucumán. Campaña 2016/2017.

Tratamientos	Momento de aplic.	*RAS	RAS ABCPE	RAS Eficacia (%)
Testigo sin tratar		54,2 G	670,7 F	0 A
Orquesta® Ultra	R3 + R5	17,5 AB	252,5 A	62,5 F
Orquesta® Ultra	R3	30,5 CD	459,5 DE	31,0 BC
Opera®	R3	39,7 EF	512,7 E	23,5 B
Miravis™Duo + Nimbus®	R3	46,0 FG	603,5 F	9,5 A
Amistar Xtra® + Nimbus®	R3	34,5 DE	493,5 E	26,5 B
Elatus®	R3	20,2 AB	353,7 BC	47,5 DE
Orquesta® Ultra	R5	17,0 AB	269,2 AB	60,0 EF
Opera®	R5	33,5 CDE	394,5 CD	41,0 CD
Miravis™Duo + Nimbus®	R5	39,5 DEF	492,2 E	26,5 B
Amistar Xtra® + Nimbus®	R5	24,7 BC	380,2 CD	43,5 CD
Elatus®	R5	13,3 A	220,7 A	67,0 F
CV		20,37	9,18	16,18
p-valor		<0,0001	<0,0001	<0,0001

*RAS: severidad máxima de roya asiática de los soja (26 de abril de 2017 - Estadio fenológico R6).

Elatus®(R5) se diferenciaron del testigo sin tratar.

el desarrollo del cultivo y de los patógenos que lo afectan.

Consideraciones finales

Durante la campaña 2016/2017 las condiciones fueron favorables para

El tizón de la hoja causado por *C. kikuchii*, mancha marrón (*S. glycines*), mancha anillada (*C. cassicola*) y roya asiática de la soja (*P. pachyrhizi*) fueron las

enfermedades más importantes.

Los niveles de severidad de roya asiática de la soja fueron muy elevados debido a la siembra en fecha tardía (16 de enero) y al uso de cultivar de grupo de madurez largo (GM VIII).

Los tratamientos aplicados en

estadio fenológico R3 mostraron un mejor comportamiento para el manejo de mancha marrón, mancha anillada y tizón de la hoja. En cambio los tratamientos aplicados en R5 lograron un mayor control de la roya asiática de la soja.

Las aplicaciones de Elatus®

(R5), Orquesta® Ultra (R5) y Opera® (R5) se destacaron tanto por disminuir los niveles de las enfermedades como por su beneficio económico.

Estos resultados muestran que existen herramientas eficientes para el manejo de la roya asiática de la soja y EFC.

Bibliografía citada

Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. New York, Academic Press.

Balzarini, M. G.; L. González; M. Tablada; F. Casanoves; J. A. Di Rienzo y C. W. Robledo. 2008. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Bolsa de Cereales. 2017. Cotizaciones. [En línea] <https://www.bcr.com.ar/Pages/Granos/Cotizaciones/default.aspx> (consultado 4 de julio de 2017).

Fehr, W.R. y C. E. Caviness. 1971. Stages of soybean development. Special Report. No. 80. Coop. Ext. Ser., Iowa Agric. And Home Econ. Exp. Stn., Iowa State Univ., Ames, Iowa.

De Lisi, V.; S. Reznikov; M. L. Bernal; V. González y L. D. Ploper. 2015. Estrategias para el manejo químico de las enfermedades de fin de ciclo y la roya asiática de la soja en Tucumán, Argentina. VII Congreso Brasileiro de Soja y MERCOSOJA 2015. 22 a 25 de junio de 2015, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

González, V.; V. De Lisi; S. Reznikov; N. C. Aguayso; A. C. Jalil; P. Alarcón; M. J. Martínez y L. D. Ploper. 2013. Panorama sanitario del cultivo de la soja en el Noroeste Argentino durante la campaña 2012/2013. Public. Esp. EEAOC,(47):175-177.

Hartman, G. L.; J. C. Rupe; E. J. Sikora; L. L. Domier; J. A. Davis y K. L. Steffey (editors). 2015. Compendium of Soybean Diseases and Pest. Fifth Edition. APS. Press. Mn. USA. pp. 62-63.

Oerke, E. C. 2006. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science, (144): 31-43.

Ploper, L. D.; V. González; N. V. de Ramallo; R. Gálvez y M. Devani. 2001. Presencia de la podredumbre carbonosa del tallo de la soja en el centro y noroeste argentino. Avance agroind. 22 (2): 30-34.

Ploper, L. D. 2004. Economic importance and control strategies for the major disease in Argentina. In. Proceedings VII World Soybean Research Conference, Foz de Iguazu, PR, Brazil. pp. 606-614.

Ploper, L. D.; V. González; M. R. Gálvez; A. Rojas; S. Ruiz; W. Rodríguez y M. R. Devani. 2006. La roya de la soja en el noroeste argentino durante la campaña 2005/06. Avance Agroind. 27 (2): 5-10.

Ploper, L. D.; S. Ruiz y V. González. 2008. Evaluación de fungicidas para el manejo de la roya de la soja en tres localidades de Tucumán. En: Devani, M. R.; F. Ledesma y J. R. Sánchez (eds.), El cultivo de la soja

en el Noroeste Argentino. Campaña 2007/2008. Publ. Espec. EEAOC (36): 155-159.

Ploper, L. D. 2011. En: Devani, M.R., Ledesma, F. y Sánchez, J. (eds.) Public. Esp. EEAOC,(43): 8-9.

Reis, E. M.; A. Reis y M. Carmona. 2010. Manual de fungicidas. Controle químico de doenças de plantas. Passo Fundo, Brasil: Universidade de Passo Fundo (ed). 28-29.

Reis, E. M.; R. Trezzi Casa y M. Carmona. 2002. Prácticas alternativas de manejo para una agricultura sustentable agroecología: El camino para una agricultura sustentable" Ed. Santiago Sarandón. Capítulo: Elementos para el manejo de enfermedades". pp. 275-308.

Wrather, J. A. y S. R. Koenning. 2006. Estimates of disease effects on soybean yields in the United States 2003 to 2005. Journal of nematology, 38(2):173.

Wrather, J. A.; G. Shannon; R. Balardin; L. Carregal; R. Escobar; G. K. Gupta; Z. Ma; W. Morel; D. Ploper y A. Tenuta. 2010. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. Plant Health Progress.[En línea]. DOI: 10.1094/PHP-2010-0125-01-RS.