

D2



SOJA

Evaluación de la eficacia de fungicidas para el manejo de las enfermedades foliares del cultivo de la soja durante la campaña 2019/2020

Reznikov, Sebastián*; Juliana Bleckwedel*; María P. Claps*; Diego M. Cataldo*; Miguel A. González*; Marcela Escobar**; Carolina M. Gómez Fuentes*; Emmina de Lourdes López Ruiz*; Pilar Mejail*; Victoria González* y Leonardo D. Ploper*

*Sección Fitopatología; **Sección Granos; EEAOC. E-mail: sebastianreznikov@eeaoc.org.ar

Introducción

Las enfermedades son factores que pueden reducir la producción de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], un cultivo de importancia tanto a nivel nacional como regional. En Argentina, las pérdidas por enfermedades de la soja fueron calculadas en alrededor de 900.000 toneladas por año, que representaron más de 250 millones de dólares (Wrather *et al.*, 2010).

Las enfermedades de origen fúngico que se presentan con mayor intensidad en los estados reproductivos intermedios a avanzados del cultivo (enfermedades de fin de ciclo, EFC) causan disminución del área foliar sana, defoliación, madurez anticipada del cultivo y reducción del rendimiento (De Lisi *et al.*, 2015). En la campaña 2019/2020, las principales EFC fueron mancha anillada (causada por *Corynespora cassiicola*) (MA), mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) (MOR) y roya asiática de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*) (RAS).

En la región NOA el uso de fungicidas de síntesis química para el control de las EFC y RAS es una práctica común desde hace varios años (Ploper *et al.*, 2008). Sin embargo, esta práctica requiere precauciones, ya que la utilización continua de un mismo principio activo puede llegar a seleccionar poblaciones del hongo con menor sensibilidad a estos productos. A campo, esto puede observarse como una reducción en la eficacia de control de la enfermedad (Beckerman, 2013). En la campaña 2018/2019, para evaluar tratamientos que pudieran

evitar la generación de biotipos de hongos resistentes a fungicidas se realizaron en Tucumán y Salta, ensayos de control químico para el manejo de EFC y RAS. Se evaluaron productos que contenían carboxamidas, observándose un incremento en la eficacia de control cuando se agregó un fungicida multisitio a la mezcla comercial ensayada (De Lisi *et al.*, 2019).

En el presente trabajo se informa sobre los resultados de un ensayo a campo realizado durante la campaña 2019/2020, en el que se continuó evaluando la eficacia de control de fungicidas comerciales, que incluían carboxamidas en sus mezclas y el agregado de un fungicida de múltiples sitios de acción, sobre las enfermedades que afectan las partes aéreas del cultivo de la soja.

Evaluación de fungicidas foliares durante la campaña 2019/2020

Durante la campaña 2019/2020 se realizó un ensayo a campo con el objetivo de evaluar la eficacia de diferentes fungicidas químicos con el agregado de un fungicida de múltiple sitio de acción (mancozeb), para el manejo de EFC y roya asiática de la soja. Se compararon los tratamientos entre sí y con un testigo sin tratar. El ensayo estuvo ubicado en un lote comercial en la localidad La Cruz, departamento Burreyacu, Tucumán (26°36'26"S, 64°52'58"O), sembrado el 3 de diciembre de 2019 con el genotipo M6410 IPRO (grupo VI 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. La aplicación del ensayo se realizó cuando el cultivo se encontraba en estadio fenológico R5.2 (Fehr and Caviness, 1971). Se evaluó la eficacia de control de los diferentes tratamientos sobre las enfermedades que se presentaron en la campaña, entre ellas mancha anillada (MA), mancha ojo de rana (MOR) y roya asiática de la soja (RAS).

Los parámetros evaluados fueron severidad (porcentaje de tejido foliar afectado) en estadio fenológico R6 y eficacia de control (%) para MA, MOR y RAS. También se determinó el rendimiento (kg/ha), el incremento de rendimiento en relación al testigo sin tratar (kg/ha) y el peso de 1000 granos (g).

La eficacia se calculó de acuerdo a la fórmula de Abbott (1925):

$$\text{Eficacia} = (\text{Eficacia testigo} - \text{Eficacia tratamiento}) / \text{Eficacia testigo} * 100$$

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el programa InfoStat (Balzarini *et al.*, 2008). Los parámetros de severidad para las diferentes enfermedades evaluadas, el rendimiento y peso de 1000 semillas fueron evaluados estadísticamente con modelos lineales generales y mixtos y un test de comparación de medias (LSD, $\alpha=0,05$).

Resultados

El lote del ensayo presentó MA, MOR y RAS. La fecha de detección de RAS fue el 19 de febrero de 2020, cuando el cultivo se encontraba en estadio fenológico R4. En la Tabla 2 se presentan los valores de severidad y eficacia de control de MA, MOR y RAS.

Cuando se evaluó la severidad de MA, en estadio fenológico R6, todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo ($p<0,0001$) sin tratar (31,2%). Para la variable eficacia de control de MA, los tratamientos que presentaron los mejores valores fueron: Miravis™ Duo + Mancozeb Siner 80 (77,6%), Miravis™ Duo y Orquesta® Ultra + Mancozeb Siner 80 (ambos con 76,0%).

En cuanto a la severidad de MOR evaluada en R6, todos los tratamientos presentaron diferencias estadísticas ($p<0,0001$) con respecto al testigo (17,5%), excepto el tratamiento Mancozeb Siner 80 (13,8%). Los mejores tratamientos fueron: Miravis™ Duo, Miravis™ Duo + Mancozeb Siner 80 y Orquesta® Ultra + Mancozeb Siner 80 con valores de severidad de 3,5%, 4,0% y 6,2%, respectivamente, y valores de eficacia de control de 80,0%, 77,1% y 64,6%, respectivamente (Tabla 2).

En lo que respecta a RAS, el valor promedio de severidad del testigo en estadio fenológico R6 fue de 8,2% y todos los tratamientos evaluados se

Tabla 1. Tratamientos y dosis de fungicidas aplicados en un ensayo de control de enfermedades en soja, La Cruz, departamento Burruyacu, Tucumán, campaña 2019/2020. Sección Fitopatología. EEAOC.

Tratamientos	Principios activos	Dosis (g o cm ³ /ha)
1 Testigo sin tratar		
2 Mancozeb Siner 80 WP	mancozeb	1.000
3 Orquesta® Ultra EC	pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapyroxad	800
4 Orquesta® Ultra EC + Mancozeb Siner 80 WP	pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapyroxad + mancozeb	800 + 1.000
5 Miravis™ Duo SC	pydiflumetofen + difenoconazole	600
6 Miravis™ Duo SC + Mancozeb Siner 80 WP	pydiflumetofen + difenoconazole + mancozeb	600 + 1.000
7 Elatus® WG	azoxistrobina + benzovindiflupyr	250 g/ha
8 Elatus® WG + Mancozeb Siner 80 WP	azoxistrobina + benzovindiflupyr + mancozeb	250g + 1.000
9 Cripton® Xpro SC	trifloxistrobin + protioconazole + bixafen	400
10 Cripton® Xpro SC + Mancozeb Siner 80 WP	trifloxistrobin + protioconazole + bixafen + mancozeb	400 + 1.000
11 Priaxor® SC	pyraclostrobin + fluxapyroxad	350 + 1.000
12 Priaxor® SC + Mancozeb Siner 80 WP	pyraclostrobin + fluxapyroxad + mancozeb	350 + 1.000

Tabla 2. Severidad (expresada en porcentaje de área foliar afectada) y eficacia de control de mancha anillada (MA), mancha ojo de rana (MOR) y roya asiática de la soja (RAS) para diferentes tratamientos realizados en La Cruz, departamento Burruyacu, Tucumán. Campaña 2019/2020. Sección Fitopatología. EEAOC. Fecha de evaluación: 25 de marzo de 2020.

Tratamientos	MA (%)		MOR (%)		RAS (%)	
	Severidad	Eficacia	Severidad	Eficacia	Severidad	Eficacia
1 Testigo sin tratar	31,2 A		17,5 A		8,2 A	
2 Mancozeb Siner 80 WP	19,2 B	38,5	13,8 AB	21,1	3,6 C	56,1
3 Orquesta® Ultra EC	10,5 CDE	66,3	8,8 CD	49,7	2,2 DE	73,2
4 Orquesta® Ultra EC + Mancozeb Siner 80 WP	7,5 DE	76,0	6,2 DE	64,6	1,0 FGH	87,8
5 Miravis™ Duo SC	7,5 DE	76,0	3,5 E	80,0	5,5 B	32,9
6 Miravis™ Duo SC + Mancozeb Siner 80 WP	7,0 E	77,6	4,0 E	77,1	2,7 D	67,1
7 Elatus® WG	22,5 B	27,9	12,5 BC	28,6	2,9 CD	64,6
8 Elatus® WG + Mancozeb Siner 80 WP	19,2 B	38,5	9,2 CD	47,4	1,1 FGH	86,6
9 Cripton® Xpro SC	13,0 C	58,3	7,2 DE	58,8	1,6 EF	80,5
10 Cripton® Xpro SC + Mancozeb Siner 80 WP	11,8 CD	62,2	7,2 DE	58,8	0,5 GH	93,9
11 Priaxor® SC	13,0 C	58,3	7,5 DE	57,1	3,0 CD	63,4
12 Priaxor® SC + Mancozeb Siner 80 WP	13,5 C	56,7	7,2 DE	58,8	0,4 H	95,1
P valor	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001	

diferenciaron estadísticamente de éste ($p < 0,0001$) con valores de severidad en un rango de 0,4% a 5,5% (Tabla 2). Los tratamientos que presentaron la mayor eficacia de control de RAS fueron: Priaxor® + Mancozeb Siner 80 (95,1%), Cripton® Xpro + Mancozeb Siner 80 (93,9%), Orquesta® Ultra + Mancozeb Siner 80 (87,8%) y Elatus® + Mancozeb Siner 80 (86,6%).

A la vez, se observó que el agregado de un fungicida de múltiples sitios de acción (Mancozeb Siner 80) no incrementó significativamente la eficacia de control de MA ni de MOR, pero sí incrementó significativamente el control de RAS (Tabla 3).

Los valores de rendimiento, incremento de rendimiento y peso de 1000 semillas se presentan en la Tabla 3. Los valores de rendimiento oscilaron entre 2215,2 kg/ha para el testigo sin tratar y 2959,9 kg/ha para Orquesta® Ultra + Mancozeb Siner 80 (Tabla 3). Los tratamientos

que presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) respecto al testigo absoluto fueron: Orquesta® Ultra + Mancozeb Siner 80 (2.959,9 kg/ha), Orquesta® Ultra (2.885,6 kg/ha), Cripton® Xpro + Mancozeb Siner 80 (2.871,5 kg/ha) y Miravis™ Duo (2.820,2 kg/ha).

Se observó un incremento de rendimiento respecto al testigo en un rango de 226,2 a 744,7 kg. Sin embargo, los tratamientos evaluados no presentaron diferencias estadísticas ($p = 0,0907$) en el peso de 1000 granos (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento (kg/ha), incremento de rendimiento (kg/ha) en relación al testigo y peso de 1.000 semillas (g) en el ensayo de fungicidas foliares. La Cruz, departamento Burruyacu, Tucumán. Campaña 2019/2020. Sección Fitopatología. EEAOC.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Incremento de rendimiento (kg/ha)	Peso de 1.000 semillas (g)
1 Testigo sin tratar	2.215,2 C	-	152,3 A
2 Mancozeb Siner 80 WP	2.555,6 BC	340,4	152,7 A
3 Orquesta® Ultra EC	2.885,4 AB	670,2	147,9 A
4 Orquesta® Ultra EC + Mancozeb Siner 80 WP	2.959,9 A	744,7	147,1 A
5 Miravis™ Duo SC	2.820,2 AB	605,0	153,8 A
6 Miravis™ Duo SC + Mancozeb Siner 80 WP	2.799,3 ABC	584,1	148,4 A
7 Elatus® WG	2.441,4 BC	226,2	147,3 A
8 Elatus® WG + Mancozeb Siner 80 WP	2.567,4 ABC	352,2	153,3 A
9 Cripton® Xpro SC	2.719,3 ABC	504,1	153,8 A
10 Cripton® Xpro SC + Mancozeb Siner 80 WP	2.871,5 AB	656,3	142,7 A
11 Priaxor® SC	2.667,4 ABC	452,2	141,8 A
12 Priaxor® SC + Mancozeb Siner 80 WP	2.711,6 ABC	496,4	150,7 A
P valor	< 0,0001		0,0907

* Los promedios en cada columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente (LSD, $P < 0,05$).

Consideraciones finales

La campaña 2019/2020 se caracterizó por presentar dos fechas de siembra; la primera, de noviembre a primeros días de diciembre; y la segunda, en los primeros días de enero.

La roya asiática de la soja se detectó muy temprano para la zona del noroeste argentino (18 de febrero, primera detección de la región y 19 de febrero en el lote del ensayo) y su evolución se vio frenada debido a la falta de condiciones ambientales favorables para la enfermedad. En la localidad de La Cruz, desde la detección de RAS hasta R6, se presentaron solo seis días con condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad, ocho días con condiciones moderadas y 23 días sin condiciones favorables para el desarrollo de la misma. Esto se reflejó en el ensayo, donde la severidad del testigo sin tratar llegó a un 8,2% en estadio fenológico R6. A pesar de los bajos valores de severidad, se pudieron realizar las evaluaciones de las diferentes mezclas químicas aplicadas y detectar diferencias entre estas.

La mancha anillada y mancha ojo de rana fueron las enfermedades que se presentaron con mayores niveles de severidad en comparación con RAS.

Los fungicidas utilizados mostraron eficacia en el control de mancha anillada, mancha ojo de rana y roya asiática de la soja.

El agregado de un fungicida multisitio de acción como el Mancozeb Siner 80 a las mezclas químicas aumentó significativamente la eficacia de control de RAS, no así de MA y MOR. Además, la mezcla con Mancozeb Siner 80 podría ser considerada como una estrategia más para la prevención de resistencia de los patógenos a los fungicidas utilizados. En Brasil ya se ha reportado resistencia de *P. pachyrhizi*, agente causal de RAS a los triazoles y de *C. cassiicola* (agente causal de mancha anillada) a fungicidas de diferentes grupos, entre ellos bencimidazoles, estrobilurinas y triazoles.

Estos resultados muestran que existen herramientas eficientes para el manejo de MA, MOR y RAS en los cultivos de la soja.

Bibliografía citada

Abbott, W. S. 1925. A method of computing effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265-267.

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.

Beckerman, J. 2013. Detection of Fungicide Resistance. Chapter 11. En: *Fungicides Showcases of Integrated Plant Disease Management from Around the World*. Mizuho Nita, Ed. Publisher: InTech, Chapters published May 15, 2013 under CC BY 3.0 license. pp. 281-310.

Fehr, W. R. and 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.

De Lisi, V.; S. Reznikov; M. Escobar; J. Bleckwedel; M. P. Claps; D. M. Cataldo; M. A. González; C. M. Gómez Fuentes; E. de L. López Ruiz; P. Mejail, V. González y L. D. Ploper. 2019. Manejo químico de las enfermedades en el cultivo de la soja en el noroeste argentino durante la campaña 2018/2019. En: Devani, M.

R.; F. Ledesma y J. R. Sánchez (eds.), *El cultivo de la soja en el Noroeste Argentino. Campaña 2018/2019*. Publ. Espec. EEAOC (60):105-1059.

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.

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.