



Evaluación de estrategias de control químico de enfermedades en trigo

¹ Alberione, Enrique; ¹Salines, Nicolás; ¹Pozzi Elizabeth.

¹ Grupo Patología Vegetal INTA EEA Marcos Juárez

E-mail: alberione.enrique@inta.gob.ar

palabras clave: trigo – enfermedades – control químico

Introducción

Las enfermedades foliares en trigo representan cada campaña una seria amenaza para la producción de granos en el cultivo de trigo. Dentro de las más importantes se encuentran las royas, seguidas por manchas foliares. En la actualidad el empleo de variedades comerciales susceptibles principalmente a roya de la hoja o anaranjada -RH- (*Puccinia triticina* Erikss) y roya de la gluma o amarilla -RA- (*Puccinia striiformis* f. sp *tritici* Westend., 1854), es sinónimo de problemas a resolver. Un manejo práctico y habitual es el empleo de fungicidas de aplicación foliar. No obstante, su eficacia de control dependerá de varios factores además de los principios activos empleados. La oportunidad de aplicación, número de intervenciones y calidad de aplicación son factores claves para lograr un adecuado control de estas enfermedades.

En la campaña 2023 se propuso desarrollar un ensayo junto a empresas del sector con el objetivo de evaluar distintas estrategias de control químico (aplicaciones simples y dobles) posicionando distintos productos fungicidas comerciales. Las respuestas sobre el rendimiento se vieron afectadas por situaciones de estrés térmico por bajas temperaturas ocurridas durante el periodo crítico.

Materiales y métodos

El ensayo se sembró con la variedad Baguette 620 de ciclo de crecimiento largo-intermedio siendo susceptible a roya amarilla y moderadamente susceptible a roya de la hoja. La fecha de siembra fue 08/06/2023. Se hizo con máquina de siembra de parcela chica (7 hileras de siembra con separación de 0,20 m entre hileras). Previo a la siembra se hizo control general de malezas (28/4) con glifosato (2l/ha) + dicamba (0,25l/ha) + 2,4-D (0,8l/ha) + [metusulfurón metil + clorsulfurón] (15g/ha) y fertilización nitrogenada (7/6) con fertilizante líquido Solmix 80-20 (grado equivalente (N/P205/K20): 28N-0-0-5,2S en dosis 240 l/ha. A la siembra siembra se fertilizó con 100 kg/ha MicroEssentials.

El diseño estadístico empleado fue bloques competes aleatorios con 4 repeticiones.

Los tratamientos con fungicidas foliares fueron aplicados con mochila de aplicación manual a presión constante (garrafa CO₂) con presión de 3 bar y barra portapicos (Albuz ATR 80®). El volumen de aplicación fue de 105 l/ha.

Los tratamientos se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Estrategias de control químico (tratamientos)

Empresa	°N	Productos	Dosis l/ha	Momento propuesto	Momento real de aplic.
SYNGENTA	1	ARTEA + ELATUS ACE	0,4+0,5	Z 3.3 + Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4
SYNGENTA	2	ARTEA + MIRAVIS TRIPLE PACK	0,4+[0,2+0,5]	Z 3.3 + Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4
SYNGENTA	3	AMISTR XTRA + ELATUS ACE	0,4+0,5	Z 3.3 + Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4
SYNGENTA	4	AMISTAR XTRA + MIRAVIS TRIPLE PACK	0,4+[0,2+0,5]	Z 3.3 + Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4
BASF	5	OPERA	1	Z 3.3	Z 3.7
BASF	6	ORQUESTA ULTRA	1	Z 3.3	Z 3.7
BASF	7	OPERA + ORQUESTA ULTRA	1+1	Z 3.3+Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4
SUMITOMO CHEMICAL	8	TAZER XPERT + EXCALIA MAX	0,4+0,7	Z 3.2+Z 3.9	Z 3.7 + Z 5.4
SUMMIT AGRO	9	HOWLER + RACE RM	0,2	Z 3.2+Z 4.5	Z 3.2 + Z 5.4
SUMMIT AGRO	10	MIRAVIS TRIPLE PACK + HOWLER	0,2+0,6	Z 3.2+Z 4.5	Z 3.2 + Z 5.4
TESTIGO	11	SIN APLICAR	.	.	.
BAYER	12	CRIPTON + CRIPTON	0,7	Z 3.3+Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4
BAYER	13	CRIPTON + CRIPTON XPRO	0,7	Z 3.3+Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4
FMC	14	[NANOK+BIOFUSION]+[FIDRESA+BIOFUSION]	[0,7+0,2]+[0,9+0,2]	Z 3.2+Z 3.9	Z 3.7 + Z 5.4
ADAMA	15	MAXENTIS + COVERFULL+MSO	0,7+0,6+0,25	Z 32/37-Z 39/45	Z 3.7 + Z 5.4
ADAMA	16	CUSTODIA T + COVERFUL+MSO	0,8+0,6+0,25	Z 32/37-Z 39/45	Z 3.7 + Z 5.4
SPRAYTEC	17	CUBO	0,4	Z 3.3	Z 3.7
SPRAYTEC	18	CUBO + OPERA	0,3+1	Z 3.3 - Z 4.5	Z 3.7 + Z 5.4

Las condiciones ambientales registradas con cada una de las aplicaciones se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Condiciones ambientales en las fechas de aplicación

Fecha	EC (Zadoks)	T° (°C)	HR°	Viento (km/h)
8-sep	3.1	13,3	72,6	4,1
18-sep	3.3	17,2	30,7	27,9
5-oct	6.1	17,7	40,1	18,5

En pre (6 días antes aplicación -daa- 1° aplic. / 10 y 4 daa 2° aplic. y 6 daa 3° aplic.) y en post aplicaciones (11 días después -dda- 1°aplic. y 26 dd 2°aplic.) se hicieron determinaciones sanitarias para establecer niveles de infección de los tratamientos examinando material verde (hojas desplegadas) para determinar niveles de infección a través del cálculo de incidencia (N° de hojas enfermas / N° total de hojas examinadas * 100) y severidad (Σ de área afectada (%) / N° de hojas examinadas * 100).

La presencia de enfermedades se determinó a través de escalas de evaluación: roya de la hoja -RH- y roya amarilla -RA- se evaluó según criterio propuesto por la escala de Cobb modificada (Kholi *et. al.*, 1996), en tanto que para mancha amarilla -MA- y tizón bacteriano -TB- se emplearon las escalas propuesta por James and Clive, 1972 (Kholi *et. al.*, 1996) y escala propuesta por Duveiller (1994) respetivamente. Se determinó los estados de crecimiento a través de la escala de Zadoks, 1974.

Previo a la cosecha se hizo recortes de las parcelas extrayendo una hilera externa, quedando una superficie final de cosecha de cosecha de cosecha de 6 m² (1,20m ancho * 5 m largo). La cosecha se hizo el día 07/12 con cosechadora de parcela chica WinterSteiger con plataforma de ancho de corte de 1,40m.

En el Laboratorio de calidad de cereales y oleaginosas de la EEA INTA Marcos Juárez según Norma AACC N° 39-21 (AACC, 2001) se hizo sobre muestras de cosecha, determinaciones de contenido de proteína en grano y PH (kg/hl) mediante equipo NIRT, Foss Infratec 1241y PMG (g) mediante contador y balanza electrónica. Los análisis estadísticos de todas las variables estudiadas se realizaron a través de ANAVA empleando software estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2023).

Resultados

Condiciones ambientales

La condición ambiental durante 2023 acompañó un normal crecimiento del cultivo. No obstante, el factor térmico caracterizado por mayores temperaturas fue la

característica principal este año. Hubo registros de temperaturas máximas más elevadas durante todo el ciclo del cultivo y temperaturas mínimas con mayores registros durante los meses de mayo, junio y septiembre, comparadas con valores medios mensuales históricos (gráfico 1). Los meses con mayor amplitud térmica fueron agosto, octubre y noviembre ($\pm 16^{\circ}\text{C}$). Como consecuencia de esto se registró menor número de días con heladas agronómicas (32% menos) comparado con el promedio anual para Marcos Juárez (Andreucci y col. 2023). Hubo eventos de heladas “tardías” registradas en septiembre (3) y octubre (1 con registro de $-2,4^{\circ}\text{C}$). Estas últimas impactaron negativamente sobre el ensayo provocando daños a nivel de espiga, con vaneos de granos. El gráfico 2 muestra registros mensuales de precipitaciones comparado con sus valores históricos. Junio y agosto fueron meses con menores registros de lluvias, al igual que octubre y noviembre. Por el contrario, septiembre registró mayores lluvias comparado con sus valores históricos siendo en gran medida la situación que dio alivio a los cultivos. (Andreucci y col. 2023).

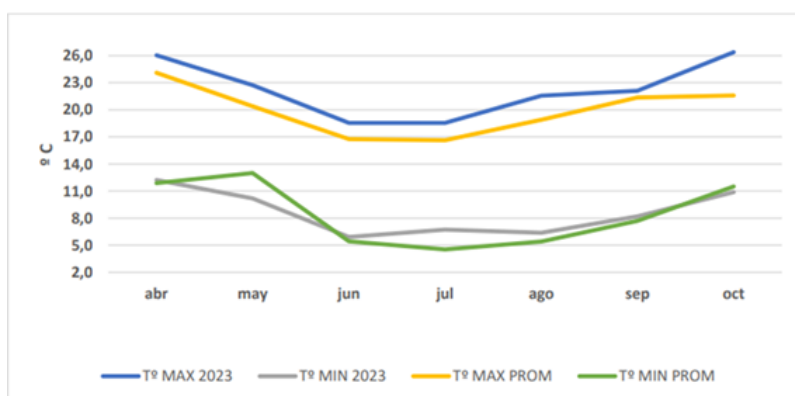


Gráfico 1. Temperaturas máx. y mín. mensuales y valores promedios.

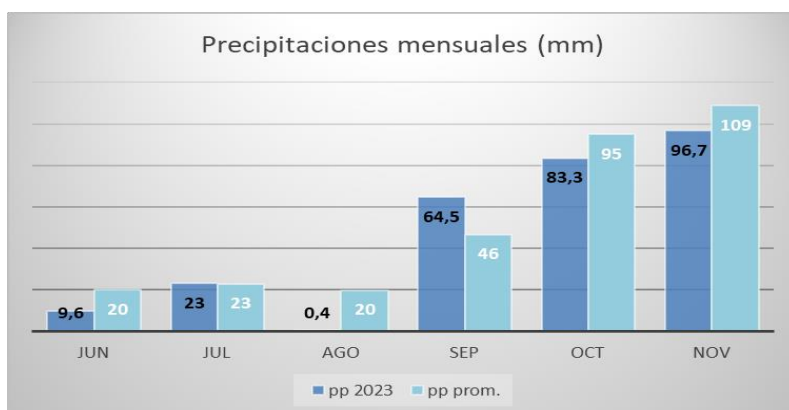


Gráfico 2. Precipitaciones (mm) mensuales y valores promedios

Evaluaciones sanitarias

Se hicieron evaluaciones sanitarias en 6 momentos distintos del ciclo de crecimiento del cultivo (Zadoks) con el objetivo de hacer un seguimiento en el desarrollo de roya amarilla y roya de la hoja (gráfico 3).

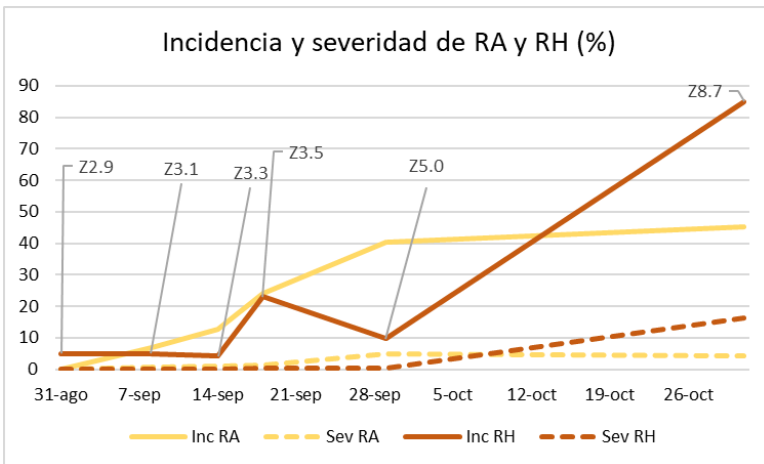


Gráfico 3. Desarrollo epidémico de RA y RH

- *Evaluación sanitaria posterior a 1° Aplicación*

En los gráficos 4 y 5 se muestran registros de RA y RH con control de la enfermedad en los tratamientos.

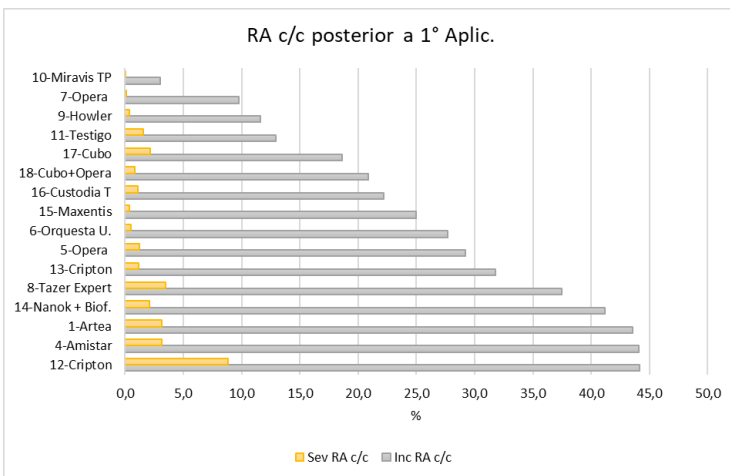


Gráfico 4. RA c/c

Hubo sólo 5 tratamientos (1,16,17, 11[testigo] – inc 40,3% / sev 4,9% y 9) que mostraron mínima presencia de RA s/c de enfermedad

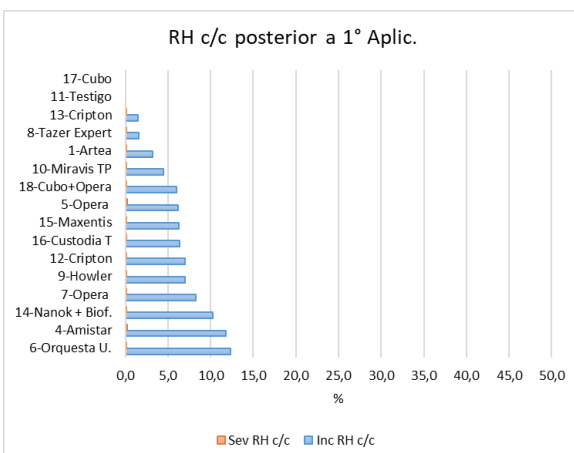


Gráfico 5. RH c/c

Hubo 8 tratamientos (9,12,5,1,10, 11[testigo] – inc. 9,7% / sev. 0,39% y 17) que mostraron mínima presencia de RH s/c de enfermedad

Se observaron también mancha amarilla (bajos niveles de infección) en algunos tratamientos (2,4,6 y 16) y tizón foliar también en bajos niveles de infección en los tratamientos 2,5,8,15,16 y 18. Por su parte se observaron síntomas y signos de mancha por *Alternaria* con niveles de infección leves a moderados en los tratamientos 1,3,4,5,6,7,8,13,14,15,16 y 18.

- *Evaluación sanitaria posterior a 2° Aplicación*

En los gráficos 6,7, 8 y 9 se muestran los registros de RA y RH con control químico de enfermedad y MA y TB sin control químico de la enfermedad en los tratamientos, respectivamente.

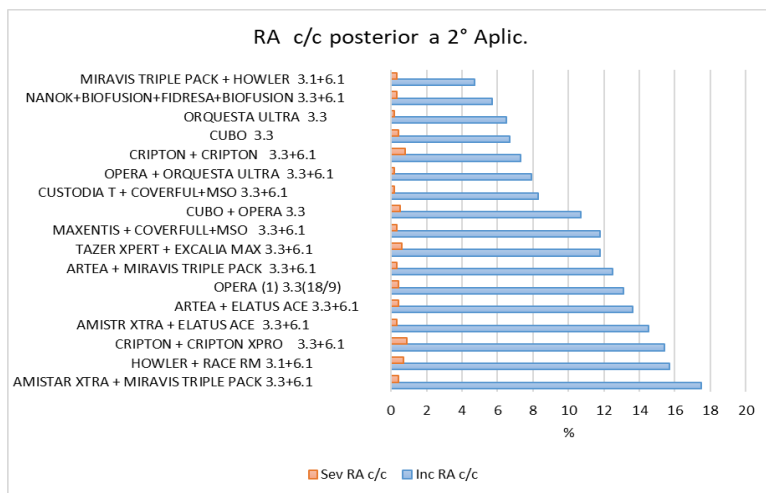


Gráfico 6. RA c/c

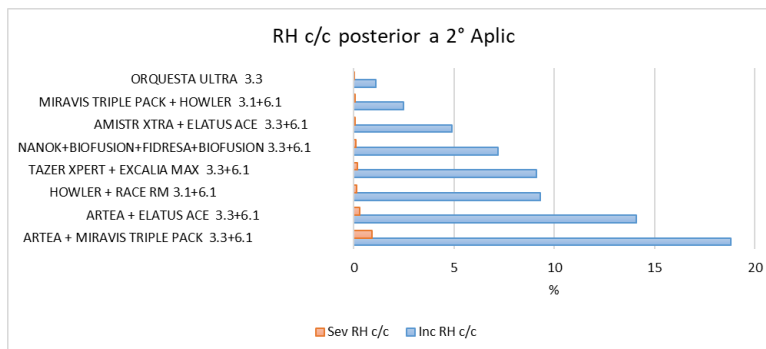


Gráfico 7. RH c/c

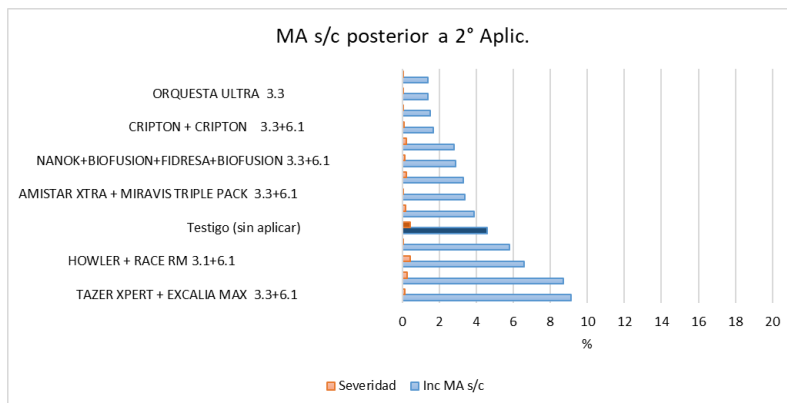


Gráfico 8. MA s/c

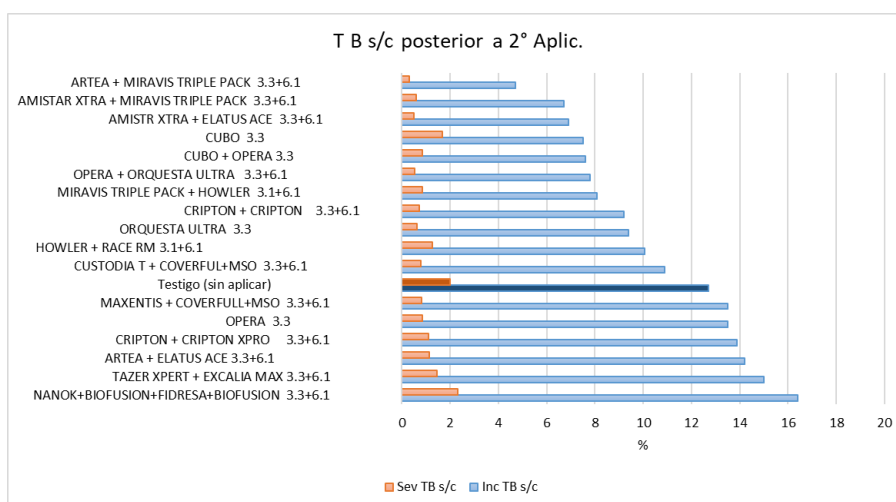


Gráfico 9. TB s/c

- Variables productivas

El cuadro 3 muestra registros de rendimiento de grano (kg/ha) y PMG (g)

Cuadro 3. Rendimiento de grano y PMG

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Dif. (kg/ha)	PMG (g)	Dif. (g)
	medias		medias	
3- AMISTR XTRA + ELATUS ACE (Z 3.7 + Z 5.4)	3985,1	1465,6	39,1	1,4
7- OPERA + ORQUESTA ULTRA (Z 3.7 + Z 5.4)	3674,1	1154,6	38,8	1,1
8- TAZER XPERT + EXCALIA MAX (Z 3.7 + Z 5.4)	3603,4	1083,9	38,9	1,2
2- ARTEA + MIRAVIS TRIPLE PACK (Z 3.7 + Z 5.4)	3578,5	1059	39,2	1,5
12- CRIPTON + CRIPTON (Z 3.7 + Z 5.4)	3504,6	985,1	39,1	1,4
4- AMISTAR XTRA + MIRAVIS TRIPLE PACK (Z 3.7 + Z 5.4)	3454,5	935	38,9	1,2
15- MAXENTIS + COVERFULL+MSO (Z 3.7 + Z 5.4)	3427,8	908,3	38,8	1,1
1- ARTEA + ELATUS ACE (Z 3.7 + Z 5.4)	3392,3	872,8	38,5	0,8
17- CUBO (Z 3.7)	3386,9	867,4	37,5	-0,2
6- ORQUESTA ULTRA (Z 3.7)	3228,8	709,3	39,1	1,4
16- CUSTODIA T + COVERFUL+MSO (Z 3.7 + Z 5.4)	3220,2	700,7	38,1	0,4
18- CUBO + OPERA (Z 3.7 + Z 5.4)	3218,8	699,3	38,7	1
14- [NANOK+BIOFUSION]+[FIDRESA+BIOFUSION] (Z 3.7 + Z 5.4)	3205,7	686,2	38,0	0,3
5- OPERA (Z 3.7)	3173,8	654,3	37,6	-0,1
10- MIRAVIS TRIPLE PACK + HOWLER (Z 3.2 + Z 5.4)	3117,0	597,5	38,5	0,8
13- CRIPTON + CRIPTON XPRO (Z 3.7+Z 5.4)	2954,9	435,4	39,4	1,7
11- SIN APLICAR (Testigo)	2519,5	.	37,7	.
9- HOWLER + RACE RM (Z 3.2 + Z 5.4)	2516,9	-2,6	37,8	-0,1
CV	26,05	.	2,57	.
p valor	0,7533	.	0,1349	.
DMS	1213,8	.	1,41908	.

Conclusión

La condición ambiental condicionó en parte el comportamiento final del ensayo. Hubo adelantamiento del ciclo del cultivo debido a altas temperaturas. Esto no favoreció mucho el desarrollo de enfermedades (bajos niveles de infección en RH y más aún en RA). Efectos de heladas tardías impactaron negativamente sobre el rendimiento de grano.

En aplicaciones simples se observó buen comportamiento en todos los tratamientos a excepción de Howler [9] y Cubo [17] que mostraron presencia de roya amarilla con pústulas viables (<10% severidad). Por su parte se observó en mayor

número de tratamientos (Artea [1], Amistar [3], Opera [5], Miravis TP [7], Howler [9], Cripton [12], Cubo [17] presencia mínima de roya de la hoja (<1% severidad).

En todos los tratamientos se observó buen control de ambas enfermedades observando, con aumento el área foliar afectada.

Con dobles aplicaciones se observó mayor control en ambas enfermedades con incidencias <20% y severidad <1%. Nuevamente en los tratamientos con Howler [9] y Cubo [17] se observó menor control. Mancha amarilla se observó con bajos niveles de infección, en buena medida con control ejercido por los tratamientos químicos.

En todos los tratamientos se observó presencia de tizón bacteriano.

En rendimiento de grano no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos con diferencias superiores a 1000 kg/ha por encima del testigo fueron: 3- AMISTR XTRA + ELATUS ACE (Z 3.7 + Z 5.4), 7- OPERA + ORQUESTA ULTRA (Z 3.7 + Z 5.4), 8- TAZER XPERT + EXCALIA MAX (Z 3.7 + Z 5.4) y 2- ARTEA + MIRAVID TRIPLE PACK (Z 3.7 + Z 5.4). Estas diferencias no estuvieron asociadas con PMG (g).

Agradecimientos

A las siguientes empresas: SYNGENTA AGRO, BASF, SUMITOMO CHEMICAL, SUMMIT AGRO, BAYER, FMC, ADAMA y SPRAYTEC

Bibliografía

- Andreucci, A.; Gómez, D.; Barrios, P..2023. Campaña de trigo 2023: evolución de las variables agro meteorológicas medidas en la estación convencional del INTA Marcos Juárez durante el ciclo del cultivo. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/16037/INTA_CRCor_doba_EEAMarcosJuarez_
- Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M., Robledo W. 2018. InfoStat versión 2023. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Duveiller, E. 1994a. A pictorial series of disease assessment keys for bacterial leaf streak of cereals. Plant Disease 78:137141.
- KOHLI, M.M., J.G. Annone y R.García eds. 1996. Las enfermedades del trigo en el Cono Sur. Curso de manejo de enfermedades del trigo. Pergamino, Argentina, 29-31 de agosto de 1995. ISBN:9686923-62-4
- ZADOKS J., CHANG T., KONZAK C. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res. 14: 8415-421.