

Evaluación de diferentes mezclas fungicidas para tratamiento de semillas de trigo, sobre el control de mancha amarilla (*Dreschlera tritici – repentis*).

Ing. Agr. Andrés Dutra
Ing. Agr. Juan Irigoyen
Ing Agr. Matías Muñoz

Antecedentes:

En los últimos años se ha visto una sostenida expansión de la agricultura, la cual tiene como eje central a los cultivos de soja y trigo. Dicha expansión se sustenta en la incorporación de zonas tradicionalmente ganaderas. A su vez, el área en la cual se realiza rotación de cultivos con pasturas es cada vez menor, básicamente impulsado por los márgenes económicos de la actividad agrícola y la siembra directa.

A la hora de implantar un cultivo, la situación ideal desde el punto de vista sanitario es contar con semilla libre de inóculo y que en la porción del terreno donde se va a instalar el cultivo no existan restos vegetales de ese mismo cultivo, es decir, que no exista inóculo en la chacra.

Para los cultivos de trigo y cebada, donde los agentes causales de las manchas foliares son hongos necrotróficos que sobreviven en el rastrojo en superficie por algunos años e incluso algunos tienen la capacidad de reproducirse sexualmente en el rastrojo como *Dreschlera tritici – repentis* y *Dreschlera teres* (pseudotecios), resulta importante contar con herramientas que permitan controlar patógenos asociados a la semilla y protejan la semilla y la plántula de patógenos del suelo, reduciendo infecciones secundarias provenientes del rastrojo. Es decir, contar con un producto que posea amplio espectro de control de los patógenos de la semilla y algunos otros patógenos que afectan las plántulas en los primeros días de desarrollo del cultivo.

En la zafra de invierno 2009 se realizó una siembra record en superficie del cultivo de trigo (544 mil hectáreas), con una gran proporción de esa superficie en agricultura continúa y bajo siembra directa, con residuos vegetales de los cultivos antecesores en superficie, lo cual causa mermas en el rendimiento, asociado a enfermedades causadas por hongos.

Para el caso particular de *Dreschlera tritici – repentis*, agente causal de la mancha amarilla, donde el patógeno puede ser transmitido por semilla y/o estar presente en el rastrojo, su control resulta dificultoso o a veces ineficiente utilizando los curasemillas fungicidas presentes hoy en el mercado.

Objetivos:

En base a los antecedentes mencionados, se plantea el objetivo de buscar las combinaciones de ingredientes activos que permita obtener un mayor control de mancha amarilla durante los primeros estadios de desarrollo de la planta.

Es decir, se busca desarrollar una formulación específica para el tratamiento de semillas que aporte al control de *Drechslera tritici – repentis*, agente causal de la mancha amarilla y a la vez mantener un buen control del resto de los patógenos que afectan el cultivo en sus etapas iniciales, como *Ustilago tritici* y *Tilletia caries* (carbón volador y carbón cubierto respectivamente), *Fusarium graminearum*, *Bipolaris sorokiniana* y hongos de almacenamiento.

Materiales y Métodos:

Debido a la poca información nacional sobre curasemillas y el comportamiento de los diferentes principios activos frente al agente causal de la mancha amarilla (*D tritici – repentis*) se procedió a realizar una prueba a nivel de campo, donde se incluyeron una gran cantidad de principios activos en diferentes mezclas. Para dicha evaluación se seleccionó una chacra (Colonia Valdense, Ruta 51, km 123,5) con rastrojo de trigo en superficie (tres años de trigo consecutivos) como forma de someter las diferentes formulaciones a las más rigurosas condiciones de inóculo, lo cual se comprobó mediante análisis del rastrojo, llevado a cabo por el laboratorio de fitopatología de INIA La Estanzuela, arrojando valores para el caso de *Drechslera tritici – repentis* de un riesgo intermedio – alto.

Cuadro 1: Resultado del análisis de rastrojo, expresado como número de pseudotecios, peritecios, o esporas por gramo de rastrojo.

MUESTRA	Pseudotecios de <i>Pyrenophora (Drechslera spp.)</i> .	Ascosp/Conidios de <i>Drechslera spp.</i>	Conidios de <i>Bipolaris spp.</i>	Peritecios de <i>Fusarium spp.</i>	Conidios de <i>Fusarium spp.</i>
LPV09-910 ^a	168 Riesgo: INTERMEDIO a ALTO	1667 Riesgo: INTERMEDIO	1333 Riesgo: BAJO	0	7333 Riesgo: BAJO

Como forma de identificar aquellas mezclas de fungicidas aplicadas como curasemillas que permitan reducir el daño causado por esta enfermedad se plantearon diferentes mezclas de principios activos y se los contrastó frente a las principales mezclas formuladas en el país y la región. Las diferentes mezclas evaluadas se presentan en el Cuadro 2. Cabe destacar que todos los tratamientos recibieron una aplicación de insecticida (Imidacloprid – 60 gramos de i.a. cada 100 kg de semilla) para el control de insectos del suelo.

Cuadro 2: Principios activos utilizados y dosis (gramos de ingrediente activo cada 100 kg de semilla).

Tratamiento	Producto	gr IA/100 kg Semilla	Producto	gr IA/100 kg Semilla	Producto	gr IA/100 kg Semilla
1	Carbendazim	50	Iprodione	25	Tebuconazol	5
2	Iprodione	25	Tebuconazol	5	kresoxim-M	3
3	Carbendazim	50	Iprodione	50	-	-
4	Carbendazim	50	Tiram	50	Iprodione	25
5	Iprodione	50	Tebuconazol	5	-	-
6	Protioconazol	6,25	Tebuconazol	3,75	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	Carbendazim	62,5	Tiram	62,5	-	-
9	Difenoconazol	6	-	-	-	-

10	Triticonazol	2,5	-	-	-	-
11	Triticonazol	2,5	Iprodione	50	-	-
12	Guazatina	80	Imazalil	1,5	-	-
13	Guazatina	80	Iprodione	50		
14	Guazatina	80	Imazalil	1,5	Iprodione	50

Para implantar el ensayo se seleccionó la variedad Baguette 19, caracterizada en la evaluación nacional de cultivares realizada por INIA como de comportamiento intermedio para mancha amarilla (Período 2007-2008-2009).

El proceso de curado de la semilla se realizó en los galpones de Agropecuaria Valdense (Ruta 1 y Ruta 51), el día 2 de Junio de 2009. La siembra se realizó en directa el día 12 de Junio de 2009 sobre rastrojo de trigo. La distribución del rastrojo no era uniforme y se estimó por apreciación visual una cantidad de entre 500 y 700 kg/ha. El ensayo se sembró en parcelas de 130 metros de largo por 3,04 metros de ancho (16 hileras por unidad experimental) y se sembró a una densidad de 32 plantas por metro lineal. El diseño utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones.



Foto 1: Ensayo implantado.

Se realizó análisis de suelo, el cual arrojó valores de 7 ppm de NO₃ y 8 ppm de P Bray I. Se utilizaron 80 kg/ha de 7 – 40 en la siembra y se repartieron 150 kg/ha de Urea (70 U.N.) entre Z-2.2 y Z-3.0.

La primera evaluación consistió en estimar por apreciación visual la Incidencia y Severidad (%) de mancha amarilla en la chacra. La segunda evaluación consistió en tomar muestras de un metro lineal del surco central de cada parcela y posteriormente tomar 12 plantas al azar para realizar las estimaciones de severidad de mancha amarilla en el laboratorio.



Foto 2: Tratamiento 9.



Foto 3: Mancha amarilla (1ª evaluación).



Foto 4: Trigo creciendo entre rastrojo.

Resultados y discusión:

El 15 de julio, con el cultivo en estado Z – 1.2 se evaluó por apreciación visual la Incidencia y Severidad (%) de mancha amarilla en cada bloque. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Incidencia y severidad (%) de mancha amarilla.

Trat	BLOQUE 1		BLOQUE 2		BLOQUE 3		PROMEDIO	
	Incidencia	Sev (%)	Incidencia	Sev (%)	Incidencia	Sev (%)	Incidencia	Sev (%)
1	Alta	25	Alta	20	Alta	20	Alta	22
2	Alta	20	Alta	15	Media	15	Alta - Media	17
3	Alta	18	Alta	30	Alta	20	Alta	23
4	Alta	20	Alta	30	Alta	30	Alta	27
5	Media - Alta	18	Media - Alta	20	Media	15	Media - Alta	18
6	Media - Alta	18	Media - Alta	20	Media	20	Media - Alta	19
7	Media - Alta	20	Alta	28	Alta	25	Alta - Media	24
8	Media - Alta	20	Alta	25	Alta	30	Alta - Media	25
9	Media - Alta	20	Alta	20	Media	20	Media - Alta	20
10	Media - Alta	15	Alta	25	Alta	20	Alta - Media	20
11	Media - Alta	18	Media - Alta	15	Media	18	Media - Alta	17
12	Alta - Media	25	Alta	23	Alta	20	Alta - Media	23
13	Media	15	Alta	20	Media- Baja	10	Media	15
14	Media - Alta	18	Media - Alta	20	Baja	10	Media	16

A los pocos días de emergido el cultivo ocurrieron altos niveles de precipitaciones, lo cual puede haber contribuido (junto con el nivel de inoculo en el rastrojo) a los altos valores de incidencia observados.

Si ordenamos la información del cuadro 3, de menor a mayor nivel de severidad promedio (Trat: 13, 14, 2, 11, 5, 6, 9, 10, 1, 3, 12, 7, 8 y 4) observamos que los 5 tratamientos que mejor se comportaron, tienen en común la inclusión en su mezcla del principio activo Iprodione.

El 30 de julio se tomaron muestras de cada parcela, tomando como criterio la homogeneidad en la cantidad de rastrojo. Se muestreó un metro de surco y posteriormente se tomaron al azar 12 plantas para la evaluación de severidad por hojas. La estimación de severidad se realizó inmediatamente después de tomar las muestras.

El efecto de los tratamientos (diferentes curasemillas) sobre la severidad de mancha amarilla (*Dreschlera tritici-repentis*) en la primer hoja resultó significativo, con un valor de $P < 0,001$. (DMS 5% = 4,321)

Cuadro 4: Medias ajustadas por tratamiento de Severidad (%) de mancha amarilla para la hoja 1.

Trat	Severidad (%)	Principio activo y dosis (g p.a./100 kg semilla)				
5	45,88 A	Iprodione	50	Tebuconazol	5	
2	47,89 A	Iprodione	25	Tebuconazol	5	kresoxim-M 3
1	52,63 B	Iprodione	25	Tebuconazol	5	Carbendazim 50
6	57,49 C	Protiocconazol	6,25	Tebuconazol	3,75	
13	58,3 CD	Guazatina	80	Iprodione	50	
11	58,68 CDE	Iprodione	50	Triticonazol	2,5	

4	58,69 CDE	Carbendazim	50	Tiram	50	Iprodione	25
3	61,05 CDEF	Carbendazim	50	Iprodione	50		
14	61,1 CDEFG	Guazatina	80	Imazalil	1,5	Iprodione	50
7	62,22 DEFGH						
10	62,89 EFGH	Triticonazol	2,5				
9	65,35 GHI	Difenoconazol	6				
8	66,52 HIJ	Carbendazim	62,5	Tiram	62,5		
12	68,54 IJ	Guazatina	80	Imazalil	1,5		

A-B: Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente $P < 0,05$.

Los tratamientos 1, 2, 5 y 6 fueron estadísticamente mejores al control sin fungicidas. Los tratamientos con Iprodione + Tebuconazol fueron los que mejor se comportaron para la hoja 1, donde los tratamientos 5 y 2 fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes al resto de los tratamientos. Comparando los tratamientos 1 y 2 vemos que Kresoxim – metil aporta más que el Carbendazim en lo que respecta a mancha amarilla.

En el tratamiento 11, donde se mezclan Triazol + Dicarboximida (al igual que en los tratamientos 1, 2 y 5), el mayor nivel de severidad de mancha amarilla observado puede deberse al tipo de Triazol y la dosis en que se usó (mitad de la dosis usada en los tratamientos 1, 2 y 5).

Para la hoja 2, el efecto de los tratamientos sobre la severidad de mancha amarilla también fue significativo, con un valor de $P < 0,001$. (DMS 5% = 4,877)

Cuadro 5: Medias ajustadas por tratamiento de Severidad (%) de mancha amarilla para la hoja 2.

Trat	Severidad (%)	Principio activo y dosis (g p.a./100 kg semilla)					
7	38,11 A						
12	40,51 AB	Guazatina	80	Imazalil	1,5		
1	40,86 AB	Iprodione	25	Tebuconazol	5	Carbendazim	50
14	40,98 AB	Guazatina	80	Imazalil	1,5	Iprodione	50
2	41,5 ABC	Iprodione	25	Tebuconazol	5	kresoxim-M	3
5	43,77 BCD	Iprodione	50	Tebuconazol	5		
3	45,39 BCDE	Carbendazim	50	Iprodione	50		
4	45,78 CDE	Carbendazim	50	Tiram	50	Iprodione	25
13	45,98 CDE	Guazatina	80	Iprodione	50		
9	47,5 DEF	Difenoconazol	6				
11	48,88 EF	Triticonazol	2,5	Iprodione	50		
6	49,27 EF	Protioconazol	6,25	Tebuconazol	3,75		
8	49,77 EF	Carbendazim	62,5	Tiram	62,5		
10	51,13 F	Triticonazol	2,5				

A-B: Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente $P < 0,05$.

Entre los mejores tratamientos repitieron para la hoja 2 los que contienen Iprodione + Tebuconazol. También el testigo y el peor de los tratamientos para la hoja 1 (T12) estuvieron entre los mejores. Los tratamientos 1 y 2 fueron estadísticamente iguales por lo que no se repite el efecto diferencial del Kresoxim – metil frente al Carbendazim.

Para la hoja 3, el efecto de los tratamientos sobre la severidad de mancha amarilla también fue significativo, con un valor de $P < 0,001$. (DMS 5% = 4,956)

Cuadro 6: Medias ajustadas por tratamiento de Severidad (%) de mancha amarilla para la hoja 3.

Trat	Severidad (%)	Principio activo y dosis (g p.a./100 kg semilla)			
7	18,85 A				
9	22,04 AB	Difenoconazol	6		
10	24,84 BC	Triticonazol	2,5		
4	24,95 BC	Carbendazim	50	Tiram	50 Iprodione 25
11	25,78 BC	Triticonazol	2,5	Iprodione	50
8	26,08 BC	Carbendazim	62,5	Tiram	62,5
5	26,74 BCD	Iprodione	50	Tebuconazol	5
1	26,85 BCD	Iprodione	25	Tebuconazol	5 Carbendazim 50
12	27,58 CDE	Guazatina	80	Imazalil	1,5
13	28,99 CDEF	Guazatina	80	Iprodione	50
2	31,27 DEF	Iprodione	25	Tebuconazol	5 kresoxim-M 3
14	31,33 DEF	Guazatina	80	Imazalil	1,5 Iprodione 50
3	32,02 EF	Carbendazim	50	Iprodione	50
6	33,56 F	Protioconazol	6,25	Tebuconazol	3,75

A-B: Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente $P < 0,05$.

Difenoconazol (T9) se posiciona como uno de los mejores tratamientos (igual al testigo sin fungicidas), producto que para la hoja 1 y 2 estuvo entre los peores.

Como se observa en los cuadros 4, 5 y 6, no es posible establecer un ranking de eficacia de los productos para todas las hojas, es decir, los productos con mejor control de mancha amarilla para la hoja 1 no repiten en las sucesivas hojas.

Agrupación de tratamientos

Dado que el análisis estadístico de las lecturas de severidad por hoja de cada tratamiento fue significativo para las 3 hojas estudiadas ($P < 0,001$) y que no se pudo establecer una supremacía de ningún tratamiento para el total de las observaciones, se procedió a la agrupación de los tratamientos, tomando como criterio de agrupación lo siguiente:

- Tratados con curasemilla fungicida versus los no tratados con curasemilla fungicida.
- Tratamientos que contienen Tebuconazol en su mezcla versus los que no tienen Tebuconazol.
- Tratamientos que contienen Iprodione en su mezcla versus los que no tienen Iprodione.
- Tratamientos que contienen Tebuconazol en su mezcla versus tratamientos que contienen Iprodione en su mezcla.
- Tratamientos que contiene ambos principios activos (Tebuconazol e Iprodione) en su mezcla versus los que contienen una sola de las moléculas.

A los 5 contrastes obtenidos se les realizó Análisis de varianza para las 3 hojas evaluadas, los resultados se muestran en los cuadros 7, 8 y 9.

Cuadro 7: Análisis de varianza de los contrastes para hoja 1.

CONTRASTE	Valor F	Probabilidad > F	Significancia
Testigo vs. Tratados	1,09	0,3066	No significativo
Tebuconazol vs. Sin Tebuconazol	31,6	< 0,0001	Significativo
Iprodione vs. Sin Iprodione	8,71	0,0066	Significativo
Tebuconazol vs. Iprodione	1,33	0,2593	No significativo
Tebu + Ipro vs. Uno de ellos	21,64	< 0,0001	Significativo

A partir del cuadro 7, resaltamos el aporte que realiza el principio activo Tebuconazol al control de mancha amarilla (*Dreschlera tritici repentis*), sin importar el o los principios activos que lo acompañan en la mezcla fungicida. El mismo efecto resaltamos del ingrediente activo Iprodione, el cual aporta a las mezclas que los contienen un mejor control del patógeno en cuestión que aquellas mezclas que no lo contienen.

El resultado más interesante sea tal vez la interacción de ambos principios activos, donde las mezclas que contienen a ambos se comportaron mejor que aquellas que contienen uno solo de ellos en su formulación.

Cuadro 8: Análisis de varianza de los contrastes para hoja 2.

CONTRASTE	Valor F	Probabilidad > F	Significancia
Testigo vs. Tratados	0,46	0,5024	No significativo
Tebuconazol vs. Sin Tebuconazol	2,56	0,1219	No significativo
Iprodione vs. Sin Iprodione	0,53	0,4748	No significativo
Tebuconazol vs. Iprodione	0,10	0,7526	No significativo
Tebu + Ipro vs. Uno de ellos	7,32	0,0118	Significativo

Para la hoja 2, vemos que los curasemillas que contienen la mezcla Tebuconazol + Iprodione se comportaron estadísticamente mejor para el control de mancha amarilla que los productos que contienen una sola de las moléculas en su formulación. Esto puede deberse al control más prolongado en el tiempo de la mezcla, es decir, con la mezcla de activos mencionada es posible proteger las plántulas por más tiempo. Los demás contrastes no resultaron estadísticamente significativos para la hoja 2.

Cuadro 9: Análisis de varianza de los contrastes para hoja 3.

CONTRASTE	Valor F	Probabilidad > F	Significancia
Testigo vs. Tratados	1,02	0,3228	No significativo
Tebuconazol vs. Sin Tebuconazol	1,53	0,2268	No significativo
Iprodione vs. Sin Iprodione	0,79	0,3825	No significativo
Tebuconazol vs. Iprodione	1,31	0,2637	No significativo
Tebu + Ipro vs. Uno de ellos	0,09	0,7682	No significativo

En la hoja 3, como se observa en el cuadro 9, no se presentaron diferencias estadísticas para ninguno de los contrastes evaluados, lo cual podría indicar que la sistemía lograda por las diferentes mezclas no se prolongó lo suficiente como para observar diferencias en las hojas que cronológicamente emergieron después en el tiempo.

Conclusiones:

- A la hora de evaluar los tratamientos no se observaron síntomas de fitotoxicidad ni de interacciones negativas entre las diferentes mezclas de principios activos, para ninguna de las mezclas evaluadas y en las proporciones y dosis evaluadas.
- Los tratamientos que contienen Tebuconazol en su formulación lograron un mejor control de mancha amarilla (*Dreschlera tritici – repentis*) que aquellos que no lo tienen. Efecto estadísticamente significativo para la hoja 1.
- Los tratamientos que contienen Iprodione en su formulacion lograron un mejor control de mancha amarilla (*Dreschlera tritici – repentis*) que aquellos que no lo tienen. Efecto estadísticamente significativo para la hoja 1.
- Los tratamientos que contienen en su formulacion ambos principios activos (Tebuconazol e Iprodione) tuvieron mejor comportamiento que aquellos productos que no los contienen o que presentan uno solo de los principios activos en su formulación.
- La sisitemia lograda por los tratamientos posiblemente no logre cubrir las hojas sucesivas que emergen luego de la 2ª hoja.