



Estación Experimental Agropecuaria
Marcos Juárez

Efecto de la aplicación de fungicidas foliares de distintos grupos químicos en diferentes estadios fenológicos del cultivo de soja sobre la intensidad de mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) y los componentes de rendimiento

Ing. Agr. Silvia G. Distéfano y Biól. Laura C. Gadbán
INTA EEA Marcos Juárez

Introducción

A partir de la generalización de la siembra directa, el llamado “complejo de enfermedades de fin de ciclo” adquirió gran relevancia en toda el área productora de soja del país. Uno de los agentes fúngicos que integra este grupo es *Cercospora sojina* Hara, causante de la enfermedad denominada “mancha ojo de rana” (MOR). En Córdoba, desde el año 2000 existen registros de prevalencia de esta enfermedad del 5 al 10% en diferentes zonas de la provincia (Distéfano, 2000). En 2008 se detectó en el SE de Córdoba y alcanzó el 80% prevalencia, con severidades máximas de 5% (Sinavimo, 2008a). En el 2009 la enfermedad progresó hasta alcanzar niveles de prevalencia e incidencia del 100%, con severidades que iban desde trazas hasta el 90% dependiendo del cultivar utilizado y la fecha de siembra (Distéfano & Gadbán, 2009a).

Las pérdidas que produce son variables dependiendo del cultivar y del momento de infección. En Argentina, en la campaña 1998/99, se estimaron pérdidas en algunas localidades de Tucumán superiores al 40% (Ploper *et al.*, 2000). Durante la campaña 2008/2009, experiencias llevadas a cabo en Santa Fe mostraron un impacto del orden de 400-900 kg/ha (Carmona & Scandiani, 2009). Las estimaciones realizadas en algunos lotes del sudeste de la provincia de Córdoba evidenciaron pérdidas promedio de alrededor del 22% en cultivares con niveles de severidad de 35% y pérdidas del 15% con severidades de 10% (Distéfano *et al.*, 2009). El efecto sobre el rendimiento podría deberse al aumento del número de granos (Carmona & Scandiani, 2009; Carmona *et al.*, 2006) y/o al peso de los mismos (Carmona & Scandiani, 2009; Distéfano & Gadbán, 2007b; Distéfano & Gadbán, 2007c).

El uso de variedades resistentes es la principal medida de control para esta enfermedad, pero es escasa la oferta de estas variedades en los grupos de madurez más sembrados en la región pampeana central (Distéfano & Gadbán, 2009b). Como alternativa surge la aplicación foliar de fungicidas, estrategia comúnmente utilizada para reducir el daño provocado por las enfermedades de fin de ciclo, aumentar rendimientos y conservar la calidad de las semillas (Distéfano & Gadbán, 2008; Pioli & Elizalde, 2003; Ploper, 1999). Para ello se sugieren aplicaciones de fungicidas bencimidazoles, triazoles o mezclas de estos últimos con estrobilurinas, en el estadio R3 (inicio de formación de vainas) para incrementar el rendimiento y/o en el estadio R5 (inicio de llenado de granos) para aumentar la calidad de la semilla (Distéfano & Giorda, 1997; Distéfano & Gadbán, 2007b). Cuando se trata de MOR, algunos autores consideran eficiente el uso de bencimidazoles en los estadios R2 (plena floración) y R4 (plenitud de formación de vainas) (Ploper & Zelarrayán, 2000); otros, las mezclas de estos productos con triazoles en doble aplicación a partir de floración (Galloway, 2008); o bien, la utilización de mezclas de estrobilurinas y triazoles en R3 y/o R5 (Carmona y Scandiani, 2009).

Si bien todos los años se llevan a cabo ensayos vinculados a la tecnología de aplicación de fungicidas foliares en la Argentina (Carmona *et al.*, 2006; Distéfano & Gadbán, 2007a; Distéfano & Gadbán, 2007b; Distéfano & Gadbán, 2007c; Distéfano & Gadbán, 2008; Formento, 2005; Gally *et al.*, 2008; SAGPYA, 2005; SAGPYA, 2006; SAGPYA, 2007; Sillón *et al.*, 2008a) pocas fueron las oportunidades de evaluar a campo su efecto sobre el manejo de MOR. Son numerosos los productos registrados para el control de esta enfermedad pero es escasa la información referida al momento de aplicación o al tipo de producto óptimo para disminuir los daños que causa tanto en rendimiento como en calidad de grano.

Objetivo general

Identificar momentos de aplicación y fungicidas foliares que constituyan una estrategia de manejo químico óptima para la protección de un cultivo de soja susceptible afectado por “mancha ojo de rana” (agente causal *Cercospora sojina* Hara) considerando sus efectos sobre la sanidad del cultivo, los componentes del rendimiento y la calidad sanitaria de la semilla.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba. El día 29 de octubre de 2009 se sembró un ensayo con el cultivar ADM 4870 RG del grupo de madurez IVL en un lote bajo siembra directa sobre rastrojo de soja infectado en forma natural con *C. sojina*. La densidad de siembra fue de 20 semillas por metro lineal, distribuidas en parcelas de seis metros de largo y ocho surcos de frente separados a 52 cm. Se realizaron 19 tratamientos que incluyeron tres fungicidas sintéticos de diferentes marcas comerciales y grupos químicos (Cuadro 1) aplicados en las dosis de marbetes en los estadios V6 (8 de diciembre), R1 (21 de diciembre), R3 (8 de enero), R5 (27 de enero), R1+R3 (21 de diciembre y 8 de enero) y R3+R5 (8 y 27 de enero) y un testigo sin aplicación. Cada tratamiento químico se repitió tres veces y el testigo, doce veces; y todas las repeticiones se distribuyeron en el lote utilizando un diseño estadístico de bloques completos al azar. Los cuatro surcos centrales de cada parcela se asperjaron con una mochila de presión constante equipada con una barra de cuatro pastillas de cono hueco distanciadas a 35 cm, arrojando un caudal de 170 l/ha, con una presión de 50 lb/pulg².

Cuadro 1: Fungicidas sintéticos (principios activos, clasificación química, concentración de los principios activos y clase toxicológica) y dosis utilizadas como tratamientos del ensayo.

| Principios activos | Clasif. Química | Conc. (%) | Clase toxicol. | Dosis (cm ³ /ha) |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------|----------------|-----------------------------|
| Pyraclostrobin + Epoxiconazole | Mezcla (Estrobilurina + triazol) | 13,3 + 5 | II | 500 |
| Carbendazim | Bencimidazol | 50% | IV | 1000 |
| Tebuconazole | Triazol | 25% | II | 400 |
| Testigo | Sin aplicación | - | - | - |

Ref: Conc. (%): porcentaje de concentración del principio activo en el producto comercial; Clase toxicol.: clase toxicológica según Guía de Productos Fitosanitarios de CASAFE, 2007.

Se analizaron las siguientes variables:

- **Grado de intensidad de MOR (Int.):** porcentaje de incidencia y severidad promedio de 30 folíolos extraídos al azar del estrato medio (**Int. EM**) y superior (**Int. ES**) de las plantas en los dos surcos centrales de cada parcela. Para su evaluación se utilizó una escala de seis grados: **grado 1:** hojas sin manchas; **grado 2** 1 a 25% de incidencia, severidad entre <1 a 5%; **grado 3** 100% de incidencia, severidad de 6 a 15%; **grado 4:** 100% de incidencia, severidad de 16 a 35%; **grado 5:** 100% de incidencia, severidad de 36 a 50% y **grado 6** 100% de incidencia y más del 50% del área foliar afectada. El muestreo se realizó en cuatro oportunidades: el 6 de enero de 2010 cuando el cultivo se encontraba en estadio fenológico R3 (**Int. ES R3 o Int. EM R3**); el 20 de enero de 2010, con el cultivo en R4 (**Int. ES R4 o Int. EM R4**); el 7 de febrero de 2010, en R5 (**Int. ES R5 o Int. EM R5**) y el 20 de febrero de 2010, en R6 (**Int. ES R6 o Int. EM R6**).
- **Rendimiento:** por parcela, expresado en Kg/ ha con 13% de humedad.
- **Número de vainas totales por planta (Vainas totales/ planta):** número de vainas por planta promedio de dos metros lineales de plantas extraídas por parcela.
- **Número de vainas vanas por planta (Vainas vanas/ planta):** número de vainas vanas por planta promedio de dos metros lineales de plantas extraídas por parcela.
- **Número de semillas por planta (Semillas/ planta):** número de semillas por planta promedio de dos metros lineales de plantas extraídas por parcela.
- **Peso de mil granos (PMG):** promedio del peso de mil granos de cada una de las parcelas cosechadas, expresado en gramos.
- **Poder germinativo de la semilla (PG):** realizado en arena y expresado en porcentaje.
- **Días a madurez fisiológica (Días a R8):** número de días transcurridos desde la siembra hasta la madurez fisiológica (estadio R8).
- **Infección de las semillas (Colonias totales %):** porcentaje de semillas afectadas por hongos detectados en blotter test e identificación de patógenos formadores de colonias.
- **Infección de las semillas con *C. sojina* (Colonias C.s. %):** porcentaje de semillas afectadas por *Cercospora sojina* detectados en blotter test e identificación de patógenos formadores de colonias.

La cosecha del ensayo se realizó el día 23 de marzo de 2010.

Los resultados se analizaron mediante un modelo de análisis de varianza correspondiente al diseño utilizado. Las comparaciones entre las medias de los tratamientos se realizaron por el Método de la Mínima Diferencia Significativa (LSD) de Fisher ($p = 0,05$). Se obtuvieron los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables.

Resultados y Discusión

La "mancha ojo de rana" se detectó en el ensayo desde V1 (primer hoja trifoliada) con niveles de incidencia y severidad que no superaban el 1%. Estos niveles se mantuvieron hasta mediados de diciembre, cuando el cultivo se encontraba en estadios vegetativos avanzados (V9 aproximadamente). Enfermedades como

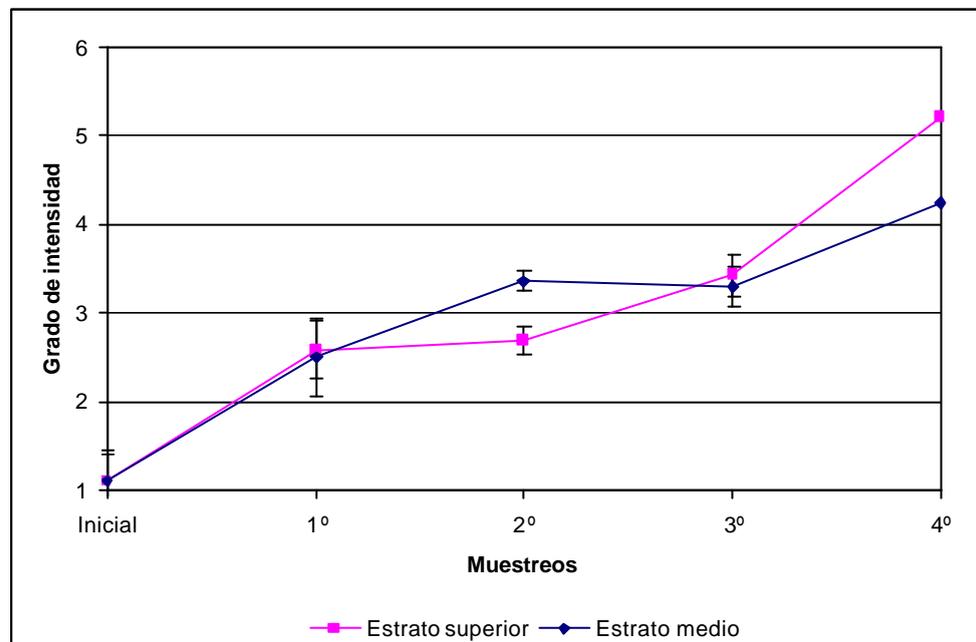
“mancha marrón” y “tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla” fueron identificadas en el ensayo y siempre se mantuvieron en niveles de incidencia y severidad por debajo de sus umbrales de daño.

I. Grado de intensidad de MOR y días a madurez fisiológica

Las frecuentes precipitaciones registradas durante la campaña y las temperaturas elevadas (Anexo I) facilitaron un rápido progreso de la enfermedad a partir del estadio R1 (inicios de floración). En el testigo sin aplicación la intensidad se incrementó de un grado 2 a un grado 5, considerando desde el primer muestreo hasta el último realizado 45 días después. Este incremento se evidenció tanto en el estrato medio como en el superior, excepto durante el segundo muestreo, cuando en el estrato superior se mantiene el nivel de enfermedad coincidiendo con un período de menor frecuencia en las precipitaciones y elevadas temperaturas. Estas condiciones pudieron incidir más en el estrato superior alterando las características ambientales propicias para el progreso del patógeno. En el estrato medio, donde la canopia es más abundante, el impacto de estos cambios ambientales fue menor y permitió igualmente el progreso de la enfermedad (Gráfico 1).

La intensidad de la enfermedad se incrementó abruptamente a partir de la primera semana de febrero, coincidiendo con un período de lluvias frecuentes. Al alcanzar la madurez fisiológica, la enfermedad había logrado niveles de 4 y 5 en los estratos medio y superior respectivamente (Gráfico1).

Gráfico 1: Evolución de la intensidad de “mancha ojo de rana” en los estratos medio y superior de las plantas en el testigo sin aplicación. Muestreo 1º en R3; muestreo 2º en R4; muestreo 3º en R5 y muestreo 4º en R6.



Con los primeros muestreos se detectaron algunos tratamientos con niveles de intensidad de la enfermedad similares a los del testigo sin aplicación ($p < 0,05$). Cuando el cultivo se encontraba en R6, los niveles de intensidad de todos los tratamientos fueron significativamente menores a los del testigo ($p < 0,05$) (Cuadro 2). Esto podría asociarse al rápido progreso que tuvo la enfermedad a fines del ciclo del cultivo, lo cual permitió incrementar la diferencia.

Los mejores resultados se obtuvieron con las dobles aplicaciones, que lograron reducir la intensidad hasta un 68% (bencimidazol en R1+R3 y mezcla en R3+R5) con respecto al testigo en la última evaluación. En tratamientos simples, los menores niveles de intensidad se observaron cuando las aplicaciones se realizaron en estadios reproductivos avanzados (Cuadro 2).

Cuadro 2: Valores promedio del grado de intensidad de “mancha ojo de rana” de todos los tratamientos en el estrato superior en los cuatro muestreos (Int. ES R3, Int. ES R4, Int. ES R5, Int. ES R6).

| Productos | Momentos de aplicación | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|----------|---------|---------|------------|------------|
| | Apl. V6 | Apl. R1 | Apl. R3 | Apl. R5 | Apl. R1+R3 | Apl. R3+R5 |
| Muestreo 1 (Int. ES R3) | | | | | | |
| Mezcla | 2,6 d* | 1,73 ab | | | 1,63 a | |
| Triazol | 2,44 cd | 2,43 cd | | | 2,4 cd | |
| Bencimidazol | 2,39 cd | 2,13 bcd | | | 2,07 abc | |
| Testigo | 2,59 d | | | | | |
| CV | 13,8 | | | | | |
| Muestreo 2 (Int. ES R4) | | | | | | |
| Mezcla | 2,57 cde | 2,23 bc | 2,13 b | | 1,6 a | |
| Triazol | 2,57 cde | 2,7 e | 1,67 a | | 2,1 b | |
| Bencimidazol | 2,17 bc | 2,6 de | 1,67 a | | 1,63 a | |
| Testigo | 2,69 e | | | | | |
| CV | 11,1 | | | | | |
| Muestreo 3 (Int. ES R5) | | | | | | |
| Mezcla | 3,33 g* | 2,93 de | 1,83 b | 2,8 d | 1,33 a | 1,4 a |
| Triazol | 3,2 efg | 3,27 fg | 2,3 c | 3 def | 2,23 c | 2,27 c |
| Bencimidazol | 3,33 g | 3,13 efg | 2,3 c | 3,2 efg | 2,33 c | 1,83 b |
| Testigo | 3,43 g | | | | | |
| CV | 7,1 | | | | | |
| Muestreo 4 (Int. ES R6) | | | | | | |
| Mezcla | 4,37 gh | 4,07 fg | 3,47 d | 3,23 d | 2,2 b | 1,67 a |
| Triazol | 4,53 h | 4,3 gh | 4,2 gh | 3,8 ef | 2,4 bc | 2,57 c |
| Bencimidazol | 4,33 gh | 4,2 gh | 4,2 gh | 3,77 ef | 1,8 a | 2,37 bc |
| Testigo | 5,2 i | | | | | |
| CV | 5,77 | | | | | |

Ref: CV: coeficiente de variación. *p < 0,05.

Como posible respuesta al control logrado sobre la enfermedad, todos los tratamientos demoraron la madurez fisiológica, a excepción de las aplicaciones en V6. Las dobles aplicaciones fueron los tratamientos que provocaron las mayores diferencias con respecto al testigo y, coincidiendo con lo detectado en otros trabajos, la mezcla fue el producto que marcó más este efecto (Cuadro 3) (Cura *et al*, 2006; Distéfano & Gadbán, 2009c; Sillón *et al*, 2008a; Sillón *et al*, 2008b; Vilariño & Miralles, 2008).

Cuadro 3: Valores promedio de días a madurez fisiológica (Días a R8) en los tratamientos.

| Productos | Días a R8 | | | | | |
|--------------|------------------------|----------|---------|-----------|------------|------------|
| | Momentos de aplicación | | | | | |
| | Apl. V6 | Apl. R1 | Apl. R3 | Apl. R5 | Apl. R1+R3 | Apl. R3+R5 |
| Mezcla | 111,33 j * | 124,67 h | 134,0 e | 129,0 f | 143,33 a | 143,67 a |
| Triazol | 111,33 j | 122,0 i | 127,0 g | 127,67 fg | 139,67 cd | 139,0 d |
| Bencimidazol | 111,0 j | 123,0 i | 129,0 f | 128,33 fg | 140,67 b | 141,67 b |
| Testigo | 110,75 j | | | | | |
| CV | 0,66 | | | | | |

Ref: CV: coeficiente de variación. *p < 0,05.

II. Componentes del rendimiento

Las dobles aplicaciones en R3 + R5 del bencimidazol y de la mezcla fueron los tratamientos que más influyeron en el incremento del número de vainas por planta (Cuadro 4).

En cuanto a vainas vanas, las dobles aplicaciones de cualquiera de los fungicidas incluidos en el ensayo tuvieron un efecto similar, disminuyendo su número significativamente con respecto al testigo sin aplicación. En las aplicaciones simples, se observa que para reducir el valor de esta variable el momento más adecuado fue R3 (Cuadro 4).

Las aplicaciones dobles de la mezcla fueron los tratamientos que provocaron el mayor incremento en el número de semillas. También mostraron un efecto significativo la aplicación en R3 + R5 del bencimidazol y las aplicaciones individuales en R1 y R3 de la mezcla (Cuadro 4). El incremento de esta variable a causa de la aplicación de fungicidas coincide con lo mencionado por Carmona & Scandiani, 2009, sin embargo tal incremento no ocurrió en todos los tratamientos.

El PMG sufrió un incremento cercano al 100% con las dobles aplicaciones de la mezcla y la aplicación en R3 del mismo producto. Considerando solo los momentos de aplicación, las dobles aplicaciones fueron mejores que las simples y entre estas últimas, la aplicación en R3 fue mejor que el resto (Cuadro 4). El

incremento en esta variable asociada a la aplicación de fungicidas foliares es un efecto detectado en numerosos estudios anteriores (Carmona & Scandiani, 2009; Dashiell & Akem, 1991; Distéfano & Gadbán, 2007b; Distéfano & Gadbán, 2007c; Newman, 2004)

Cuadro 4: Valores promedio de vainas por planta, vainas vanas/planta, semillas/planta y peso de mil granos (PMG) de todos los tratamientos.

| Productos | Momentos de aplicación | | | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------|-------------|
| | Apl. V6 | Apl. R1 | Apl. R3 | Apl. R5 | Apl. R1+R3 | Apl. R3+R5 |
| Vainas totales/planta | | | | | | |
| Mezcla | 50,57 cdef* | 53,27 bcde | 54,73 bcd | 52,77 bcde | 55,77 bc | 62,2 a |
| Triazol | 50,6 cdef | 53,43 bcde | 48,03 ef | 48,7 ef | 49,53 def | 49,5 def |
| Bencimidazol | 51,1 cdef | 51,33 cdef | 45,9 f | 53,67 bcde | 51,53 bcdef | 57,27 ab |
| Testigo | 48,75 ef | | | | | |
| CV | 6,97 | | | | | |
| Vainas vanas/planta | | | | | | |
| Mezcla | 4,2 hij | 3,3 de | 2,7 abc | 4,0 fghi | 2,3 a | 2,4 ab |
| Triazol | 4,3 ij | 3,8 efgh | 2,9 bcd | 3,5 ef | 2,4 ab | 2,6 abc |
| Bencimidazol | 4,5 ij | 4,1 ghi | 3,0 cd | 3,7 efg | 2,4 ab | 2,5 abc |
| Testigo | 4,6 i | | | | | |
| CV | 8,8 | | | | | |
| Semillas/planta | | | | | | |
| Mezcla | 82,4 d* | 112,8 abc | 111,1 abc | 97,4 bcd | 119,3 ab | 128,9 a |
| Triazol | 94,5 cd | 90,9 cd | 91,0 cd | 91,7 cd | 96,8 cd | 95,6 cd |
| Bencimidazol | 105,9 bc | 98,7 bcd | 91,7 cd | 104,4 bcd | 100,9 bcd | 110,2 abc |
| Testigo | 85,7 d | | | | | |
| CV | 13,7 | | | | | |
| PMG | | | | | | |
| Mezcla | 91,7 h * | 137,7 bcdef | 194,7 a | 124,3 defg | 205,0 a | 216,0 a |
| Triazol | 124,7 defg | 116,7 fgh | 115,7 fgh | 131,0 bcdefg | 154,7 bc | 137,3 bcdef |
| Bencimidazol | 120,3 efg | 127,0 cdefg | 148,7 bcde | 134,7 bcdef | 152,7 bcd | 156,7 b |
| Testigo | 108,8 gh | | | | | |
| CV | 12,6 | | | | | |

Ref: CV: coeficiente de variación. *p < 0,05.

III. Rendimiento

El rendimiento del testigo cayó abruptamente y se diferenció de todos los tratamientos, a excepción de aquellos realizados en V6. Las diferencias fueron desde 500 kg/ha hasta 2300 kg/ha aproximadamente. Coincidiendo con lo sucedido con el PMG, las dobles aplicaciones de la mezcla y la aplicación en R3 de dicho producto fueron los tratamientos que causaron los mejores resultados. En cuanto a fungicidas, la mezcla aplicada en cualquiera de los estadios reproductivos, fue el que causó los mayores incrementos de esta variable. En cuanto a momentos, tal como ocurre con PMG y número de vainas vanas, se observa que las dobles aplicaciones y la aplicación simple en R3 fueron las que provocaron los mayores aumentos (Cuadro 5).

Cuadro 5: Valores promedio de rendimiento en Kg/ha de todos los tratamientos.

| Productos | Rendimiento Kg/ha | | | | | |
|--------------|------------------------|-----------|----------|----------|------------|------------|
| | Momentos de aplicación | | | | | |
| | Apl. V6 | Apl. R1 | Apl. R3 | Apl. R5 | Apl. R1+R3 | Apl. R3+R5 |
| Mezcla | 2530,3 g * | 4203,3 bc | 4454 b | 3993,3 c | 4859,7 a | 4998 a |
| Triazol | 2746 g | 3215,7 f | 3584,3 e | 3256,3 f | 3927 cd | 4084,3 c |
| Bencimidazol | 2765 g | 3238,7 f | 3624 de | 3238,7 f | 4047 c | 4108,7 c |
| Testigo | 2646 g | | | | | |
| CV | 5,3 | | | | | |

La intensidad de la enfermedad en el estrato superior durante el último muestreo (Int. ES R6) está relacionada inversamente con los días a madurez fisiológica (Días a R8). Ambas variables están muy asociadas al número de vainas vanas por plantas y al peso de mil granos: cuanto mayor era la intensidad y menores los días a R8, se encontró mayor cantidad de vainas vanas y menor peso de semillas. Estas mismas variables son las que más se vinculan con el rendimiento, el cual crece en relación inversamente proporcional con la intensidad de la enfermedad en los estadios reproductivos más avanzados (-0,83) y el número de vainas vanas (0,84) y directamente proporcional con la demora en la llegada del cultivo a madurez fisiológica (0,9) y el peso de los granos (0,81) (Cuadro 6).

Sin embargo, al comparar las intensidades de la enfermedad en la última evaluación (Int. ES R6 y los rendimientos, se observó que existen algunos casos excepcionales donde la relación entre ambas variables no es tan estrecha. Tal es el caso de bencimidazol aplicado en R1 + R3, que logra una Int. ES R6 comparable con la mezcla en R3 + R5 pero el rendimiento es menor en aproximadamente 900 kg/ ha. (Cuadros 2 y 5).

Por otra parte, si bien en el presente trabajo se detecta una asociación del rendimiento con el número total de vainas y de semillas por plantas, estos factores parecerían tener menor influencia que el número de vainas vanas y el peso de las semillas (Cuadro 6).

Cuadro 6: Coeficiente de Pearson para las variables: rendimiento, Intensidad de la enfermedad en el estrato superior en la última evaluación (Int. ES R6), días a madurez fisiológica (Días a R8), vainas totales por planta (Vainas totales/planta), Vainas vanas por planta. (Vainas vanas/planta), semillas por planta (Semillas/ planta) y peso de mil semillas (PMG)

| | Rendimiento | Int. ES R6 | Días a R8 | Vainas totales/planta | Vainas vanas/planta | Semillas/planta | PMG |
|------------------------------|-------------|------------|-----------|-----------------------|---------------------|-----------------|-----|
| Rendimiento | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Int. ES R6 | -0,83 | 1 | - | - | - | - | - |
| Días a R8 | 0,9 | -0,92 | 1 | - | - | - | - |
| Vainas totales/planta | 0,53 | -0,46 | 0,42 | 1 | - | - | - |
| Vainas vanas/planta | -0,84 | 0,83 | -0,91 | -0,31 | 1 | - | - |
| Semillas/planta | 0,64 | -0,53 | 0,49 | 0,66 | -0,49 | 1 | - |
| PMG | 0,81 | -0,71 | 0,73 | 0,49 | -0,71 | 0,74 | 1 |

IV. Poder germinativo y colonización fúngica de semillas

El Poder germinativo de las semillas de los tratamientos realizados en estadíos reproductivos fue significativamente mayor al PG del tratamiento realizado en V6 y del testigo sin aplicación. La mezcla aplicada en cualquiera de los estadíos reproductivos provocó un incremento superior al de los otros fungicidas aplicados en el mismo momento. Los PG se duplicaron con las aplicaciones a partir de R5 y con las dobles aplicaciones. Esto concuerda con lo planteado por Distéfano & Giorda (1997b), Distéfano & Salines (2001), Distéfano & Gadbán (2007c) y Sinclair & Backman (1989), quienes encuentran un efecto similar con las aplicaciones realizadas en estadíos reproductivos avanzados (Cuadro 7).

Todas las aplicaciones de fungicidas foliares provocaron una reducción en los porcentajes totales de infección fúngica de las semillas, como también en el porcentaje de colonias de MOR. En las colonias totales se observa que los menores niveles coinciden con las aplicaciones realizadas en R5 o con las dobles aplicaciones, coincidiendo con lo que sucede en el PG y con lo expuesto por varios autores (Distéfano & Giorda, 1997; Distéfano & Gadbán, 2007b Sinclair & Backman, 1989) (Cuadro 7)

Para *Cercospora sojina* las disminuciones en el número de colonias se observan a partir de las aplicaciones en R3 (Cuadro 7).

Cuadro 7: Valores promedio de los poderes germinativos, porcentajes de colonias fúngicas (% de colonias fúngicas) y porcentajes de colonias de *Cercospora sojina* (% de Colonias C.s.) detectados en semilla en los tratamientos.

| Productos | Momentos de aplicación | | | | | |
|---------------------|---------------------------|---------|---------|---------|------------|------------|
| | Apl. V6 | Apl. R1 | Apl. R3 | Apl. R5 | Apl. R1+R3 | Apl. R3+R5 |
| | PG | | | | | |
| Mezcla | 41,3 k* | 66,3 g | 82,7 bc | 83,3 bc | 85,0 a | 86,3 a |
| Triazol | 40,0 k | 51,7 i | 63,7 h | 73,0 f | 79,7 de | 81,7 cd |
| Bencimidazol | 41,0 k | 47,0 j | 73,3 f | 80,0 de | 79,0 e | 80,0 de |
| Testigo | 40,6 k | | | | | |
| CV | 2,45 | | | | | |
| | Colonias totales % | | | | | |
| Mezcla | 52,7 g* | 28,7 de | 23,3 d | 11,7 ab | 6,0 ab | 4,0 a |
| Triazol | 57,0 g | 41,7 f | 27,2 de | 14,3 bc | 11,7 ab | 6,5 ab |
| Bencimidazol | 58,3 g | 33,0 ef | 21,5 cd | 12,3 ab | 6,7 ab | 4,7 a |
| Testigo | 65,5 h | | | | | |
| CV | 17,4 | | | | | |
| | Colonias C.s. % | | | | | |
| Mezcla | 25,7 ef* | 13,0 c | 4,0 ab | 2,3 ab | 1,0 a | 0,5 a |
| Triazol | 28,33 fg | 20,3 d | 6,8 b | 2,3 ab | 2,5 ab | 1,8 a |
| Bencimidazol | 22,7 de | 12,0 c | 3,5 ab | 1,7 a | 0,7 a | 0,3 a |
| Testigo | 31,8 g | | | | | |
| CV | 21,9 | | | | | |

Ref: CV: coeficiente de variación. *p < 0,05.

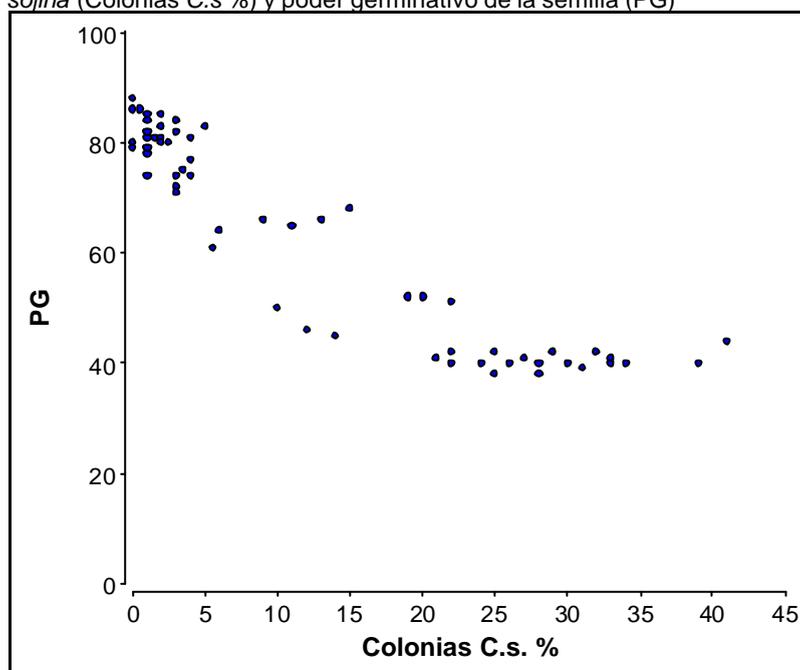
Los niveles de intensidad de MOR en el estrato superior del cultivo en R6 (Int. ES R6), la infección de la semilla con *C. sojina* (Colonias C.s. %) y con otros numerosos patógenos (Colonias totales %) se hallan directamente relacionadas entre sí, e inversamente con el poder germinativo (PG) de las semillas analizadas. Niveles de intensidad de MOR altos en los últimos estadios pueden asociarse con una baja calidad sanitaria de las semillas y caídas en los PG (Cuadro 8).

Los tratamientos que lograron reducir los niveles de infección de *C. sojina* fueron también eficientes en el control de otros patógenos encontrados en las semillas. La caída en el PG se asocia prácticamente en igual medida a la presencia de *C. sojina* como a la de otros patógenos. Menores PG se observan a partir de un 5% de colonización de las semillas con *C. sojina* ($p < 0,05$) (Gráfico 2). Merms en la germinación de las semillas asociadas a *C. sojina* fueron citadas con anterioridad por Phillips (1999) y Sherwin & Kreitlow (1952); Scandiani & Luque (2009) y Sinclair (1984) sostienen que puede reducir levemente la germinación pero que generalmente no lo hace porque se localiza en el tegumento.

Cuadro 8: Coeficiente de Pearson para las variables: Intensidad de mancha ojo de rana en R6 (Int. ES R6), porcentaje de colonias de *C. sojina* (Colonias C.s. %), porcentaje de colonias fúngicas (Colonias totales %) y poder germinativo (PG).

| | Int. ES R6 | Colonias C.s. % | Colonias totales % | PG |
|------------------|------------|-----------------|--------------------|----|
| INT. ES R6 | 1 | - | - | - |
| Colonias C.s.% | 0,81 | 1 | - | - |
| Total colonias % | 0,86 | 0,94 | 1 | - |
| PG | -0,84 | -0,93 | -0,94 | 1 |

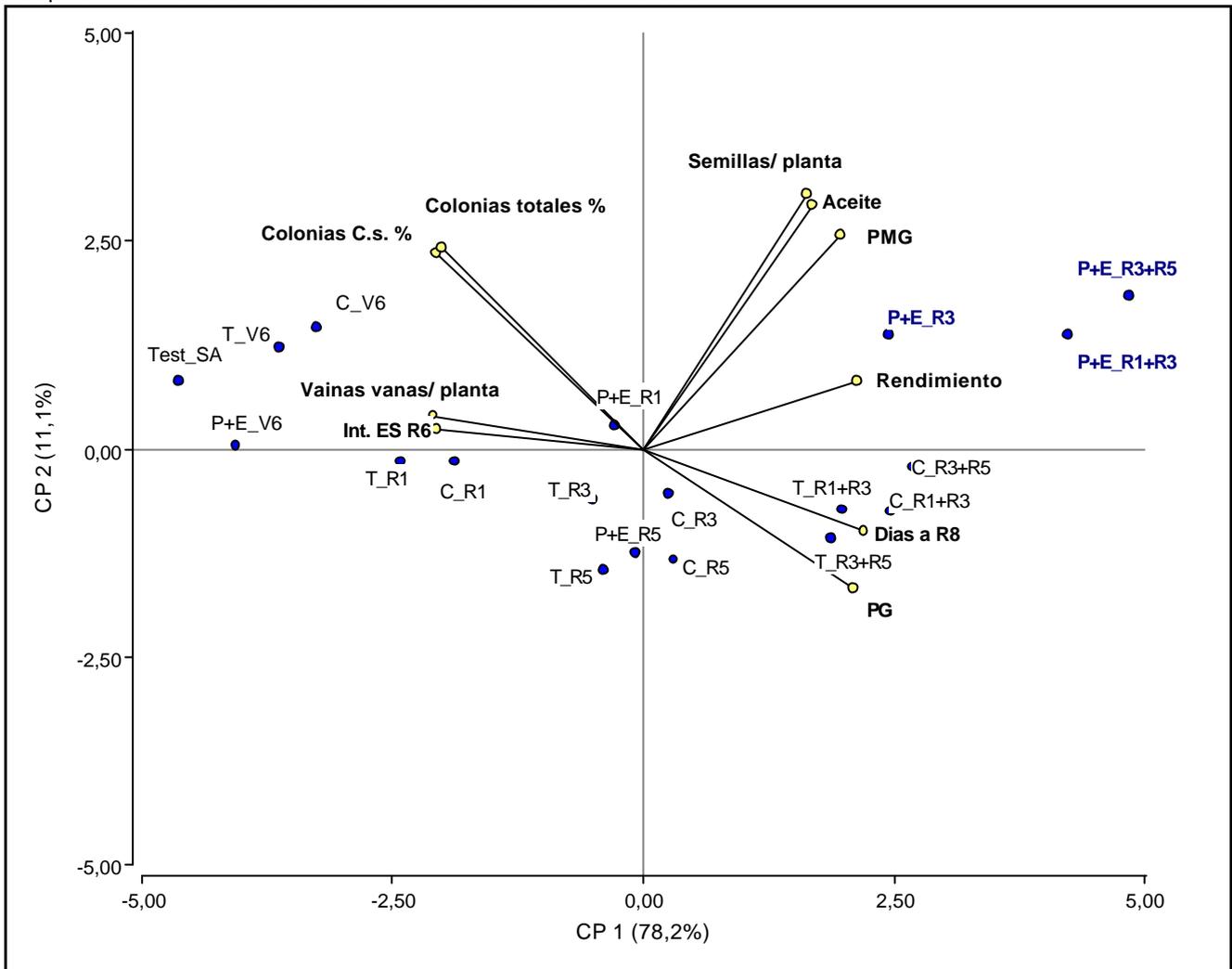
Gráfico 2: Diagrama de dispersión entre el porcentaje de colonias de *C. sojina* (Colonias C.s %) y poder germinativo de la semilla (PG)



VI. Identificación de la estrategia óptima de aplicación

Considerando la intensidad de MOR en R6 (Int. ES R6), los días a madurez fisiológica (Días a R8), el número de vainas vanas por planta (vainas vanas/planta), el número de semillas por planta (semillas/planta), el peso de mil granos (PMG), el porcentaje de infección fúngica de las semillas (Colonias totales %), el porcentaje de infección con *C. sojina* (Colonias C.s. %), el poder germinativo (PG) y el rendimiento se encontró que las dobles aplicaciones de la mezcla tuvieron efectos similares entre sí y resultaron ser los tratamientos más eficientes en esta campaña, en la que MOR se detectó desde estadios vegetativos del cultivo y alcanzó altos niveles de intensidad. La aplicación en R3 del mismo producto resultó ser un tratamiento alternativo que influyó sobre la enfermedad, el rendimiento, sus componentes y la calidad de la semilla de una forma parecida a sus dobles aplicaciones.

Gráfico 3: Gráfico biplot realizado a partir del análisis multivariado de componentes principales donde se observa la dispersión de los tratamientos en función de las variables evaluadas



Ref: P + E: Mezcla; T: Triazol; C: Carbendazim .

Consideraciones finales

En una campaña en la que MOR se detectó desde estadios vegetativos con niveles de intensidad leves, progresó durante los estadios reproductivos y, acompañado por condiciones climáticas propicias para el patógeno, tuvo su máximo incremento a partir de R5:

- La aplicación de fungicidas foliares en estadios reproductivos redujo la intensidad de MOR y demoró la llegada del cultivo a madurez fisiológica (R8). En general, menores niveles de intensidad de MOR en R6 y demoras en la llegada R8 se asociaron a mejoras en el rendimiento, sus componentes, el PG y la calidad sanitaria de la semilla. Sin embargo la sola observación de la intensidad de la enfermedad o el tiempo a madurez fisiológica no fueron una medida de la producción del lote con cualquiera de los tratamientos.
- El número de vainas vanas y el peso de mil granos fueron los componentes que más incidieron en el rendimiento. Diferencias significativas de estas variables se lograron con la doble aplicación de cualquiera de los productos y la aplicación en R3 del bencimidazol o la mezcla.
- Las dobles aplicaciones y las aplicaciones individuales realizadas en R5 fueron los tratamientos que más redujeron la colonización fúngica de las semillas.
- Todos los tratamientos realizados en estadios reproductivos lograron incrementos significativos de rendimiento y calidad sanitaria de la semilla, pero sus efectos sobre las distintas variables analizadas fueron diferentes entre sí.
- La mezcla en las dobles aplicaciones fueron los tratamientos que lograron el control más eficiente de mancha ojo de rana y los mayores incrementos en el rendimiento y la calidad sanitaria de los granos obtenidos. Entre las aplicaciones individuales, la realizada en R3 con este mismo producto provocó

menores mejoras que las anteriores, pero se destaca frente al resto de los tratamientos ensayados considerando las variables en estudio.

Bibliografía

Carmona, M., Lopez Achabal, P., Gally, M. y Satua, F. 2006. Uso de mezclas de Azoxistrobina y Triazoles para el control de las enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de soja. Pag. 322-325 en 3º Congreso de Soja del Mercosur. Bolsa de Comercio de Rosario.

Carmona, M y Scandiani, M. 2009. Epidemias de la mancha ojo de rana en la región pampeana. Caracterización y manejo. XVII Congreso de AAPRESID:"La era del ecoprogreso" Rosario. Agosto 2009

Cura, J., Gries, M., Ghiglione, H., Paglione, R., Ribaldo, C.; Etcheverry, M., Pavon, R. & Feuring, V. 2006. Efectos fisiológicos del pyraclostrobin en cultivos de maíz y soja. XIV Congreso de AAPRESID. Conferencia. 8 a 11 de agosto, 2006. Bolsa de Comercio de Rosario.

Dashiell, K.E and Akem, C.N. 1991. Yield losses in soybeans from frog-eye leaf spot caused by *Cercospora sojina*. Crop Protection. Volume 10, Pages 465-468

Distéfano de Vallone, S.G. & Giorda, L.M. (eds.). 1997. Enfermedades de la soja en Argentina. INTA Centro Regional Córdoba. 72 pp.

Distéfano, S. 2000. Mancha ojo de rana, una nueva enfermedad fúngica de la soja. Pag. 40-41 en: Soja. Resultados de ensayos de la campaña 1990/00. Información para Extensión N°63. EEA. Marcos Juárez. 76 pp.

Distéfano de Vallone, S., & Salines, L. 2001. Aplicación de fungicidas foliares para el control de enfermedades de fin de ciclo. Pag. 60-65 en: Soja. Resultados de ensayos de la campaña 2000/01. Información para Extensión N°69. EEA. Marcos Juárez. 100 pp.

Distéfano, S. & Gadbán, L. 2007a. Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la campaña 2006/2007. Pag. 15-21 en: Soja. Actualización 2007. Información para Extensión N° 7. EEA. Marcos Juárez. 74 pp.

Distéfano, S. & Gadbán, L. 2007b. Evaluación de fungicidas foliares y momentos de aplicación para el control de roya asiática de la soja en Marcos Juárez (Córdoba). Campaña 2006/2007. Pag. 25-28 en: Soja. Actualización 2007. Información para Extensión N° 7. EEA. Marcos Juárez. 74 pp.

Distéfano S. & Gadbán L. 2007c. Evaluación de fungicidas foliares para el manejo del complejo de enfermedades de fin de ciclo en soja, en Marcos Juárez (Pcia. de Córdoba) - Campaña 2006/ 2007. www.sagpya.gov.ar

Distéfano, S. & Gadbán, L. 2008. Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la campaña 2007/2008. Pag. 5-8 en: Soja. Actualización 2008. Información para Extensión N° 10. EEA. Marcos Juárez. 47pp.

Distéfano, S.G.; Gadbán, L.C. & Lenzi, L. 2009. Estimación de pérdidas de rendimiento causadas por la "mancha ojo de rana" en diferentes cultivares de soja. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas.

Distéfano, S.G & Gadbán, L.C. 2009a. Prevalencia de "mancha ojo de rana" (agente causal: *Cercospora sojina* Hara) en los departamentos Unión y Marcos Juárez, provincia de Córdoba, durante la campaña de soja 2008/ 2009. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas.

Distéfano, S.G & Gadbán, L.C. 2009b. Diseño de escala y evaluación de la reacción de cultivares de soja a "mancha ojo de rana" (*Cercospora sojina* Hara). XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas.

Distéfano, S.G & Gadbán, L.C. 2009c. "Efecto del pyraclostrobin y epoxiconazole en la protección del cultivo y en la calidad sanitaria e industrial de la semilla de soja con cosecha demorada" Concurso Top Ciencia 2009.

- Formento, N. 2005 Enfermedades de fin de ciclo de la soja en Entre Ríos. Primera Jornada Regional de Fungicidas y Tecnología de Aplicación del Cono Sur. Rosario, 14 y 15 de septiembre de 2005 (Rosario, Argentina).
- Gally, T, Litardo, C., Giachino, V.; Weingandt, V., Vergara, V., Cirera, I.; Goldberg, S. & Pantuso, F. 2008. Red Nacional de evaluación de fungicidas para roya de la soja y enfermedades de fin de ciclo. Campaña 2007/08. Resultados de la Red de Ensayos de Fungicidas Sitio Lujan. Programa Nacional Roya de la soja.
- Newman, MA. 2004. Efficacy of two strobilurin fungicides in controlling frog-eye leaf spot of soybean. *Phytopathology* Vol. 94, no. 6, (np)
- Phillips, D.V. 1999. Frog-eye leaf spot. p. 20–21. In G.L. Hartman, J.B. Sinclair, and J.C. Rupe (ed.) *Compendium of soybean diseases*. 4th ed. American Phytopathological Soc., St. Paul, MN.
- Pioli, R. & Elizalde, A. 2003. Evaluación de la eficiencia de un fungicida sobre las enfermedades de fin de ciclo en soja. *Cátedra de Fitopatología*. Universidad Nacional de Rosario.
- Ploper, L.D.; Gonzalez, V.; Galvez, R.; Devani, M. y Ledesma, F.. 2000. La mancha ojo de rana. Otra enfermedad limitante del cultivo de la soja. *Avance Agroindustrial* Vol 21, N° 2:9-12.
- Ploper, L.D. 1999. Uso de fungicidas para el manejo de enfermedades en el cultivo de soja. Pag 295-303 en : *Publicación del 7º Congreso Nacional de Aapresid*. Tomo I. Conferencias y Disertaciones.
- SAGPYA, 2005. Red Nacional de ensayos de fungicidas para el control de roya de soja y EFC en soja (<http://www.sagpya.mecon.gov.ar>)
- SAGPYA, 2006. Red Nacional de ensayos de fungicidas para el control de roya de soja y EFC en soja (<http://www.sagpya.mecon.gov.ar>)
- SAGPYA, 2007. Red Nacional de ensayos de fungicidas para el control de roya de soja y EFC en soja (<http://www.sagpya.mecon.gov.ar>)
- Scandiani, M. & Luque, A. 2009. Identificación de patógenos en semilla de soja. *Análisis de Semillas*. Suplemento Especial N 2.
- Sherwin, H.S., & K.W. Kreitlow. 1952. Discoloration of soybean seeds by the frog-eye fungus, *Cercospora sojina*. *Phytopathology* 42:568–572
- Sillón, M., Paravano, A., Weder, E & Albrecht, J., Chiaravalle, W & Aznarez, G. 2008a . “Pyraclostrobin y epoxiconazole en cultivos de soja con bajos niveles de EFC pueden dar beneficios?. Respuestas positivas a esta estrategia, en Argentina y Uruguay ”. *Concurso Top Ciencia*.
- Sillon, M., Vignatti, O., Rossi, N., Sobrero, L. & Turchi, D. 2008b. “Maduración uniforme de capítulos y mayor stand final de plantas a cosecha, logrado con aplicaciones preventivas de pyraclostrobin en cultivos de girasol del centro norte santafesino” *Concurso Top Ciencia*.
- Sinavimo (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo). 2008a. Informes semanales de situación – Campaña agrícola 2007/2008. (<http://www.sinavimo.gov.ar/>. Verificado: setiembre 2008).
- Sinclair, J. B & Backman, P.A. 1989. *Compendium of Soybean Diseases*. Third Edition. APS. St. Paul, Minnesota, USA.
- Sinclair, J. B, P.A. 1984. *Compendium of Soybean Diseases*. Second Edition. APS. St. Paul Minnesota, USA.
- Vilariño, M. & Miralles, J.D. 2008. Incrementos en la duración del área foliar en soja con la aplicación de Pyraclostrobin más Epoxiconazole en llenado de granos. Impacto sobre el rendimiento y sus componentes. *Concurso Top Ciencia*

