

## **Novedades en el manejo de EFC en Soja**

*Las principales estrategias para el control de las EFC incluyen el uso de cultivares tolerantes, tratamiento de semillas, uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, fechas de siembra, fertilización), y la aplicación foliar de fungicidas. El control químico o quimioterapia constituye una herramienta muy útil que debe formar parte de una estrategia definida de manejo integrado de las enfermedades.*

**La combinación indeseable del monocultivo y SD, genera excelentes condiciones para la multiplicación y supervivencia de los patógenos.**



### **Sábado 23.01.2010**

Durante la campaña 2008/09 la Argentina alcanzó una siembra record de 17 millones de hectáreas de soja, constituyéndose en la mayor superficie sembrada en la historia del país con una única especie (SAGPyA, 2008). Casi la totalidad de la siembra correspondió a cultivares modificados genéticamente y la mayor parte se cultiva bajo siembra directa (SD).

Este proceso de crecimiento estuvo acompañado por el avance de la frontera agrícola, el monocultivo y la siembra de genotipos cada vez más adaptados, siendo además, fuertemente orientado por la rentabilidad económica que ofrece. Entre las limitantes más importantes que presenta el cultivo en todas las regiones, deben mencionarse las enfermedades, especialmente las foliares cuya prevalencia e intensidad se incrementan considerablemente cada año.

La combinación indeseable del monocultivo y SD, genera excelentes condiciones para la multiplicación y supervivencia de los patógenos causantes de las llamadas enfermedades de fin de ciclo (EFC), que son actualmente las más graves para el cultivo, por los daños que puede causar.

Varios estudios (Carmona et al., 2004; Carmona, 2006) estimaron daños promedio en soja por efecto de las EFC que oscilaron entre 8 % y 10%, con un máximo individual de 30 %.

Las EFC de mayor prevalencia en Argentina son: tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla (*Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu) Gardner), antracnosis (*Glomerella glycines* (Hori) Lehman & Wolf; *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrews & WD Moore), mancha marrón (*Septoria glycines* Hemmi), tizón de la vaina

y tallo (*Phomopsis sojae* Lehman), mildiu (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd: Gäum), mancha ojo de rana (*Cercospora sojina* Hara), mancha anillada (*Corynespora cassicola* (Berk & Curt.) Wei), mancha foliar por *Alternaria* (*Alternaria* spp.), pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *glycines* (Nakano) Dye.) y tizón bacteriano (*Pseudomonas siringae* pv *glycinea* (Coerper) Young, Dye & Wilkie).

La mayoría de los patógenos causantes de las EFC son necrotróficos (extraen nutrientes de tejidos muertos). De manera similar a lo que ocurre con la mayoría de los necrotróficos de otros cultivos, los agentes causantes de las EFC sobreviven en semillas y rastrojo.

Las principales estrategias para el control de las EFC incluyen el uso de cultivares tolerantes, tratamiento de semillas, uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, fechas de siembra, fertilización), y la aplicación foliar de fungicidas. El control químico o quimioterapia constituye una herramienta muy útil que debe formar parte de una estrategia definida de manejo integrado de las enfermedades.

La aplicación eficiente de fungicidas ha demostrado en muchos cultivos, aumentos significativos de los rendimientos y de la calidad de la producción. Los principios químicos utilizados en el cultivo de soja pertenecen al grupo de los triazoles, bencimidazoles, y las estrobilurinas. También se utilizan mezclas de estos grupos y mezclas de diferentes triazoles.

### **La aplicación de Fosfitos y la sanidad vegetal**

Una de las alternativas o complementos del control químico en numerosos cultivos fruti-hortícolas, pero no en cultivos extensivos, son la aplicación de fosfitos. Los fosfitos pueden tener un efecto significativo en disminuir la predisposición de las plantas al ataque de patógenos. De manera general, la acción del fósforo en forma de ión fosfito en combinación con potasio o cobre promueve los mecanismos de defensa naturales de la planta generando una menor intensidad de la enfermedad.

El fosfito ( $\text{PO}_3^{3-}$ ) es una forma reducida del anión fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Usualmente este compuesto es comercializado entre los productores como un fungicida, pero también puede ser informado por sus propiedades como fertilizante aspecto muy discutido por varios investigadores.

Desde 1970, fue demostrada la acción fúngica de Phi cuando reaccionaba con etanol para formar etilfosfonato, conocido en la actualidad como fosetyl aluminio. Para su formación, tres moléculas de etilfosfonato reaccionan con un átomo de aluminio. También se comprobó que la sal potásica de fosfito también es efectiva para el control de enfermedades en las plantas.

Como fungicida "indirecto", el modo de acción del fosfito es sistémico y primeramente es traslocado por el xilema, luego de su aplicación. El movimiento por el floema también se produce, y éste es traslocado junto a los fotoasimilados producidos por la planta.

A los fosfitos se les atribuye la producción de una respuesta sistémica inducida, ya que una vez absorbido por las plantas desencadena una reacción de defensa mediante la

activación de sustancias naturales que son eficaces en retrasar o impedir la infección de los patógenos.

Las enfermedades causadas por especies de Pseudofungi pertenecientes al orden de los Oomycetes, en particular Phythophthora sp son controladas por éstos compuestos en forma eficaz, ya que actúan estimulando las defensas del hospedante.

Con respecto a su utilización como fertilizante o bioestimulante, varios estudios aclaran que no participa en el crecimiento de plantas sanas, ni en la nutrición, aunque esto es controversial ya que se presentan otros donde se demuestra lo contrario.

### **Investigaciones del uso de fosfitos para el control de las EFC en el cultivo de soja**

En diferentes campañas agrícolas se llevaron a cabo varios ensayos en las localidades de Arteaga, Monje, y Armstrong de la provincia de Santa Fe, en lotes bajo monocultivo de soja. Se utilizó un cultivar del grupo IV implantado bajo sistema de siembra directa. El diseño experimental de los ensayos fue en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones.

Los tratamientos consistieron en la utilización de la dosis comercial de fungicida (triazol + estrobilurina), fosfito de K; Fosfito de Cu, y sus mezclas con la mitad de dosis comercial de la mezcla de fungicidas, dejando testigo sin aplicar.

De manera general la aplicación de fosfitos de Cu (Cobre) o de K (potasio; Technidea), generaron un aumento promedio de casi 200 Kg/ha, mientras que su mezcla con la mitad de dosis de fungicida comercial, los aumentos fueron de 350-450kg/ha y en muchos casos con rendimientos semejantes a los logrados en las parcelas con la dosis plena de fungicida (Gráfico 1). Los resultados sugieren que el fosfito de K o Cu aplicado con el fungicida a mitad de dosis recomendada, podrían constituir una alternativa rentable de manejo químico para las EFC (Carmona, y col 2008)

La aplicación de fosfitos en varios cultivos ha sido considerada una de las estrategias más eficientes para bioestimular las plantas. Sin embargo, los resultados informados por la bibliografía en relación al impacto en el manejo de las enfermedades no son concretos y estables.

Así, se han encontrado situaciones con importantes aumentos de rendimiento, efectos nulos y en ciertas circunstancias se hallaron pérdidas de producción por daños en hojas. Gran parte de la variabilidad de los resultados citados en la literatura es atribuida a factores ambientales, diferencias de genotipos y de fertilidad de suelos (Sautua, 2005).

Para las condiciones de estos ensayos los tratamientos con fosfitos disminuyeron la severidad de las manchas foliares y aumentaron los rendimientos hasta 4 qq, pero sin superar el resultados logrados por la aplicación tradicional e individual de la mezcla de funguicidas. Estos resultados sugieren la necesidad de continuar estudiando el comportamiento de los fosfitos para evaluar su utilidad como herramienta complementaria en el manejo de las EFC en el cultivo de soja.

### **Nutrición mineral y sanidad vegetal**

De manera general, los nutrientes pueden reducir las enfermedades o disminuirlas a niveles de intensidad que junto con otras prácticas como por ejemplo culturales, genéticas, logran una mejor sanidad de los cultivos (Carmona y col 2006). La mejora en la defensa contra las enfermedades estaría fundamentada no sólo por las mejoras en las condiciones de crecimiento del cultivo, sino también por la propia interacción con la biología y nutrición de los patógenos.

La nutrición puede afectar la fisiología, composición celular, y tasa de crecimiento de las plantas, interactuando con la acción de los patógenos de una manera muy compleja. Cuando el contenido de nitrógeno en planta es alto, se incrementa la severidad de las infecciones causadas por parásitos biotróficos, (parásitos capaces de extraer nutriente de células vivas), pero disminuyen las enfermedades causadas por necrotróficos (parásitos capaces de extraer nutrientes de células muertas).

Esto se debe, entre múltiples causas, a que cuando existe buena provisión de nitrógeno se genera una mayor cantidad de tejidos tiernos, jóvenes, con aumento de la concentración de aminoácidos que estimularían la germinación de esporas de los patógenos biotróficos (Dordas, 2008). Contrariamente, todo factor que retrase la senescencia (mayor N, aminoácidos, fosfitos) genera tolerancia al ataque de necrotróficos causantes de manchas, tizones y pudriciones.

En el cultivo de soja en Argentina, los patógenos necrotróficos como los causantes de las EFC, son mucho más importantes que los biotróficos (oidio, roya, etc). Por ello, el nitrógeno y su provisión en el ciclo son fundamentales para disminuir la intensidad de ataque de las EFC. De esta manera la inoculación o la aplicación foliar de nutrientes puede asegurar el aporte tardío de nitrógeno y otros minerales y así mejorar y aumentar la funcionalidad de las hojas. Se destaca la importancia de mantener el nivel nutricional durante la mayor parte del ciclo de cultivo.

De la misma forma el potasio es vital para la fotosíntesis y su déficit incrementa la intensidad de las enfermedades, por ello la fertilización con K disminuye el ataque de los patógenos biotróficos como los necrotróficos. Los déficits de K generan debilidad en plantas especialmente en tallos y ramificaciones.

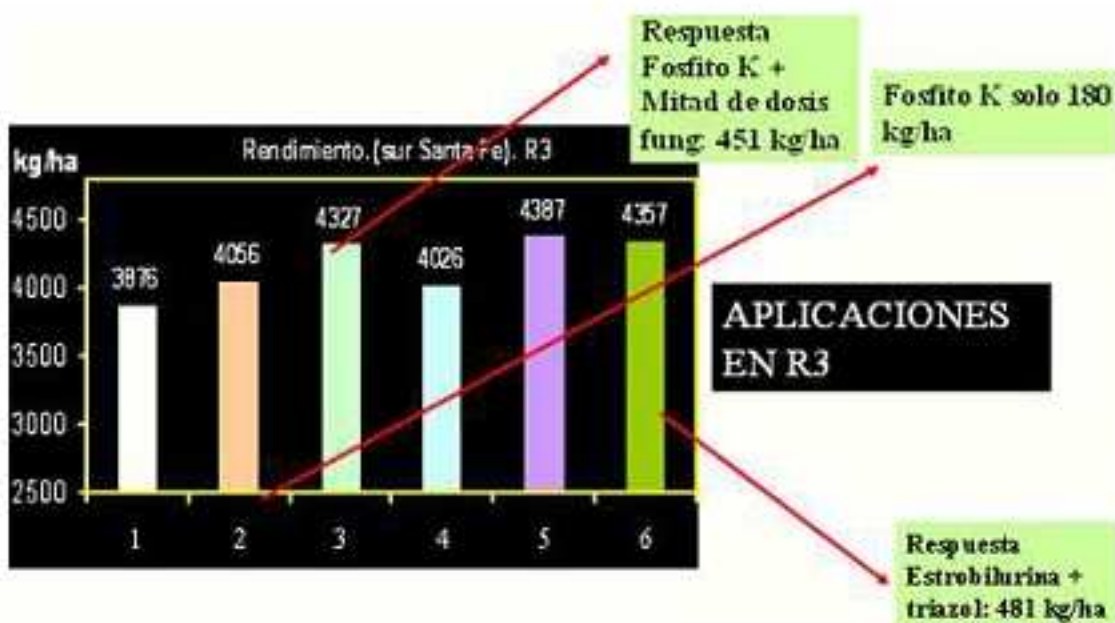
El fósforo es otro nutriente importante en su interacción con la sanidad de los cultivos. Si bien hay estudios contradictorios al respecto, la tendencia es que cuando es aplicado muestra ser muy beneficioso en el control de patógenos que afectan a las semillas, raíces durante la germinación y estado de plántula, otorgando mayores condiciones de defensa.

En relación a los micronutrientes, varios de ellos (Zn, B, Mn ) juegan un rol significativo en las defensas de las plantas frente a los patógenos, interactuando con la estabilidad celular, el proceso de engrosamiento celular, disponibilidad de aminoácidos, o interfiriendo en forma directa con la biología de los patógenos.

Ensayos a campo (Carmona et al., datos no publicados) han probado que la aplicación de productos conteniendo N, P, B, y aminoácidos, como fertilizante foliar, ha mostrado una eficiencia para el manejo de las EFC en soja. La aplicación de estos compuestos solos o en mezclas con fungicidas en diferentes dosis resultaron muy eficiente para aumentar los rendimientos (kg/ha, número de granos, peso de 1000 y número de vainas

por planta,  $p < 0.05$ ) y controlar a *Septoria glycines* y *Cercospora kikuchii* entre un 15 al 44% (Tabla 1).

**Grafico 1.** Impacto del fosfito de Potasio en el manejo de las EFC en soja.



Fosfito de potasio (Technidea):  
 Fósforo asimilable: 12,9%  
 Potasio soluble: 16,3%  
 Líquido acuoso concentrado  
 pH: 5,6  
 Densidad: 1,4 g/ml  
 Índice de Acidez: 57

**Tabla 1.** Efecto de la aplicación de compuestos nutricionales y fungicidas sobre los componentes de rendimiento de la soja. Carmona y col 2008

Tratamiento	Dosis cc/ha	Rinde (Kg/ha)	Respuesta P (kg/ha)	NG/m2 1000 (gr)	Nº de granos /vaina	Nº de vainas /planta	significativamente al 5% de probabilidad.
Testigo	-	2566 a		155 a	661 a	23 a	22 a
Piraclostrobin +epoxiconazole 250 + Fulltec	700 +	2951 c	335	157 b	1877 c	25 ab	25 b
Fulltec	250	2840 b	273	158 b	797 b	26 b	24 b
Piraclostrobin +epoxiconazole 500 + Fulltec	350	2882 bc	316	157 b	838 bc	25 ab	25 b
Piraclostrobin +epoxiconazole	700	2800 b	234	158 b	778 b	26 b	26 b

Análisis estadístico: ANOVA y test de Tukey 5% para diferenciar medias

Fulltec Composición.

N (7%=80,5g/l) - Fuente Urea

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (16%=184,0 g/l) - Fuente Acido Fosfórico.

B (1%= 11,5 g/l) - Fuente Acido Bórico.

AA (25%=25 g/l) - arginina, lisina, alanina, triptofano, metionina, glicina, prolina, valina, fenilalanina, acido aspartico y acido glutâmico) - Fuente Lithotanium.

**Carmona Marcelo; Sautua Francisco y Mendoza Cecilia.**

Cátedra de Fitopatología, Facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires