

Efecto de la fertilización con potasio y cloro sobre el rendimiento y severidad de las enfermedades foliares en trigo

F. Salvagiotti¹, J. Castellarín¹, H. Pedrol¹, M. González¹ y M. Incremona²

*¹ EEA Oliveros INTA y ² Cátedra Fitopatología – UNR
fsalvagiotti@correo.inta.gov.ar*

El manejo de las enfermedades es estratégico para maximizar la producción del cultivo de trigo. En los sistemas productivos del sur de Santa Fe, las pérdidas de rendimiento por efecto de las enfermedades foliares pueden ser superiores a los 1000 kg ha⁻¹, dependiendo del cultivar y momento de aplicación del fungicida (Castellarín et al., 2004; Bacigaluppo et al., 2003). El control de enfermedades foliares en trigo esta basado en el uso de cultivares con resistencia genética y cuando ésta no es suficiente para evitar las pérdidas económicas, la aplicación de fungicida es una medida de control rápida. Sin embargo, existen evidencias que el manejo de la nutrición mineral de los cultivos puede afectar el crecimiento y rendimiento de los cultivos afectando la resistencia o tolerancia a las enfermedades (Marschner, 1995).

Los mecanismos que determinan la resistencia a enfermedades son diferentes, y los efectos de la fertilización dependen del nutriente involucrado y del tipo de relación patógeno - hospedante. Mientras la fertilización nitrogenada ha mostrado distintos patrones de respuesta respecto a las enfermedades foliares, según tipo de cultivo y patógeno, la fertilización con otros nutrientes como cloro (Cl) o potasio (K) ha mostrado un comportamiento menos complejo (Marschner, 1995).

En región pampeana, algunas experiencias de fertilización con cloruro de potasio (KCl), y sin limitaciones de otros nutrientes, ha mostrado incrementos en la producción de materia seca en alfalfa (Conti et al., 1997) e incrementos en el rendimiento en trigo (Melgar et al. 2001; Ventimiglia et al, 2003; Díaz Zorita et al., 2004). Los contenidos de K en los suelos de la región pampeana son considerados altos (Sillanpaa, 1982; Morras y Cruzate, 2001), atribuyéndose en general la respuesta a la fertilización con KCl, al efecto del Cl sobre la supresión en la presencia de enfermedades (Xu et al., 2000; Fixen et al., 1986). Ensayos realizados en el norte de Buenos Aires por Ferraris y Couretot, (2004), para evaluar la respuesta a KCl en una red de cultivares, mostraron que la misma fue significativa solo en un cultivar, caracterizado por su alta susceptibilidad a las enfermedades foliares. Por otra parte, algunas evidencias muestran que cultivos

fertilizados con K presentan una menor incidencia de enfermedades debido a una mayor síntesis de sustancias de alto peso molecular (celulosa, lignina) (Marschner, 1995).

En consecuencia, en la respuesta del cultivo de trigo a la fertilización con estos nutrientes no sólo estarían involucrados el nivel de los mismos en el suelo, sino también la interacción con el genotipo utilizado y el grado de control de las enfermedades foliares.

Si bien en región pampeana existen evidencias que muestran la respuesta del cultivo de trigo a la fertilización con KCl, no existe información que permita observar la interacción entre cada uno de estos nutrientes, el control químico de enfermedades y el nivel de tolerancia genético a las enfermedades foliares. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la fertilización con Cl y K sobre: i) el rendimiento del cultivo de trigo y sus componentes numéricos y ii) la severidad de las enfermedades foliares en trigo.

Materiales y métodos

El ensayo se instaló en un lote de producción de la EEA Oliveros del INTA sobre un suelo Argiudol Típico de la Serie Maciel, con más de 30 años de agricultura continua, antecesor soja de primera y bajo siembra directa. La siembra se realizó el 8 de julio de 2004 y los tratamientos de fertilización fueron realizados posteriormente a la siembra. Se establecieron tratamientos de fertilización con distintas combinaciones de K y Cl (Tabla 1), sobre una base de fertilización con 120 kg ha⁻¹ de N, 20 kg ha⁻¹ de P y 18 kg ha⁻¹ de S para todos los tratamientos. Para aislar el efecto del K y del Cl se utilizaron como fuente de fertilizante sulfato de K (42% K; 18% S) y cloruro de K (50% K; 46% Cl).

Los tratamientos se aplicaron en dos cultivares de trigo con diferente susceptibilidad a la roya de la hoja *Puccinia triticina* (Bainotti et al., 2003): Buck Mataco (BM – baja susceptibilidad) y Klein Don Enrique (KDE – Alta susceptibilidad). La mitad de cada parcela se mantuvo libre de enfermedades a través de la aplicación de Pyraclostrobim + Epoxiconazole con una dosis de 1 L ha⁻¹ de producto comercial. De esta manera, los tratamientos se arreglaron en un diseño de parcelas divididas, donde el cultivar fue la parcela mayor, el tratamiento fungicida la subparcela y el tratamiento fertilizante la sub-sub parcela. El tamaño de la subparcela fue de 37,5 m².

Tabla 1. Tratamientos de fertilización con cloro (Cl) y potasio (K) aplicados en cada cultivar.

Tratamiento	Nutrientes
1	K ₀ Cl ₀
2	K ₅₀ Cl ₀
3	K ₁₀₀ Cl ₀
4	K ₅₀ Cl ₄₆
5	K ₁₀₀ Cl ₉₂

Durante el ciclo del cultivo, en encañazón, anthesis y llenado de grano, se cuantificó la presencia de enfermedades foliares en los tratamientos sin aplicación de fungicidas, a través de la evaluación visual de severidad mediante la Escala de Peterson (1948), según la cual Severidad (%) = (Área foliar afectada / área foliar evaluada) x 100.

A cosecha se tomaron tres submuestras de 0.25 m² en cada subparcela donde se determinó el rendimiento y sus componentes numéricos.

Resultados

Si bien no existen en región pampeana umbrales de disponibilidad de K en suelo relacionados con la respuesta en rendimiento a la fertilización con este nutriente, el nivel de K en el ensayo estuvo por encima de umbrales determinados en otros lugares del mundo (Mallarino et al., 2003) (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de nutrientes en el suelo en los primeros veinte cm del suelo.

Materia Orgánica	Nitratos	P Bray	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
%	----- mg/kg -----				
2.48	33	9	372	200	1175

Rendimiento

No se encontraron diferencias significativas en rendimiento entre los cultivares KDE y BM. La fertilización con K y Cl aumentó el rendimiento del cultivo de trigo ($P < 0.01$), pero el efecto fue diferente según el genotipo y control de las enfermedades foliares, encontrándose sólo en KDE incrementos en el rendimiento por efecto de la fertilización y el control químico de las enfermedades foliares (Tabla 3).

El rendimiento de KDE se incrementó entre 275 y 761 kg ha⁻¹ ($P < 0.01$) cuando fue tratado con fungicidas, lo que pone de manifiesto la mayor susceptibilidad a las enfermedades foliares de este cultivar. Por otra parte, la fertilización con K y Cl incrementó los rendimientos entre un 15 y 16%, respectivamente, pero la magnitud de la respuesta fue diferente según si el cultivo se mantuvo libre o no de enfermedades foliares (Tabla 3).

Cuando las enfermedades foliares fueron controladas químicamente, la fertilización con K incrementó el rendimiento del cultivo en un 20% mientras que con Cl la respuesta fue del orden del 12%, mientras que sin control de enfermedades, el incremento de rendimiento por el agregado de K y Cl fue de un 10% y 20%, respectivamente.

Si se tiene en cuenta que la fertilización con cloruros puede revertir el efecto negativo de las enfermedades foliares sobre el rendimiento, este trabajo muestra que en los tratamientos sin cloruros el rendimiento aumentó en un 20% por efecto del control con fungicidas, incremento similar al obtenido cuando se fertilizó con cloruros en ausencia

de control químico (Tabla 3, Figura 1). Aún cuando esta respuesta fue similar, el mayor rendimiento promedio se alcanzó cuando se combinó el control químico de las enfermedades con la fertilización de ambos nutrientes (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento del cultivo de trigo con distintas combinaciones de fertilización con K y Cl.

Tratamiento	Buck Mataco				Klein Don Enrique			
	Con Fungicida		Sin Fungicida		Con Fungicida		Sin Fungicida	
K ₀ Cl ₀	3624	a	3260	a	3078	D	2803	c
K ₅₀ Cl ₀	3617	a	3190	a	3724	Bc	3263	b
K ₅₀ Cl ₄₆	3546	a	3474	a	4277	a	3565	ab
K ₁₀₀ Cl ₀	3534	a	3315	a	3649	c	2887	c
K ₁₀₀ Cl ₉₂	3381	a	3420	a	4012	ab	3793	a

Letras iguales dentro de cada nivel de fungicida en cada cultivar no difieren estadísticamente según el test LSD al 5%.

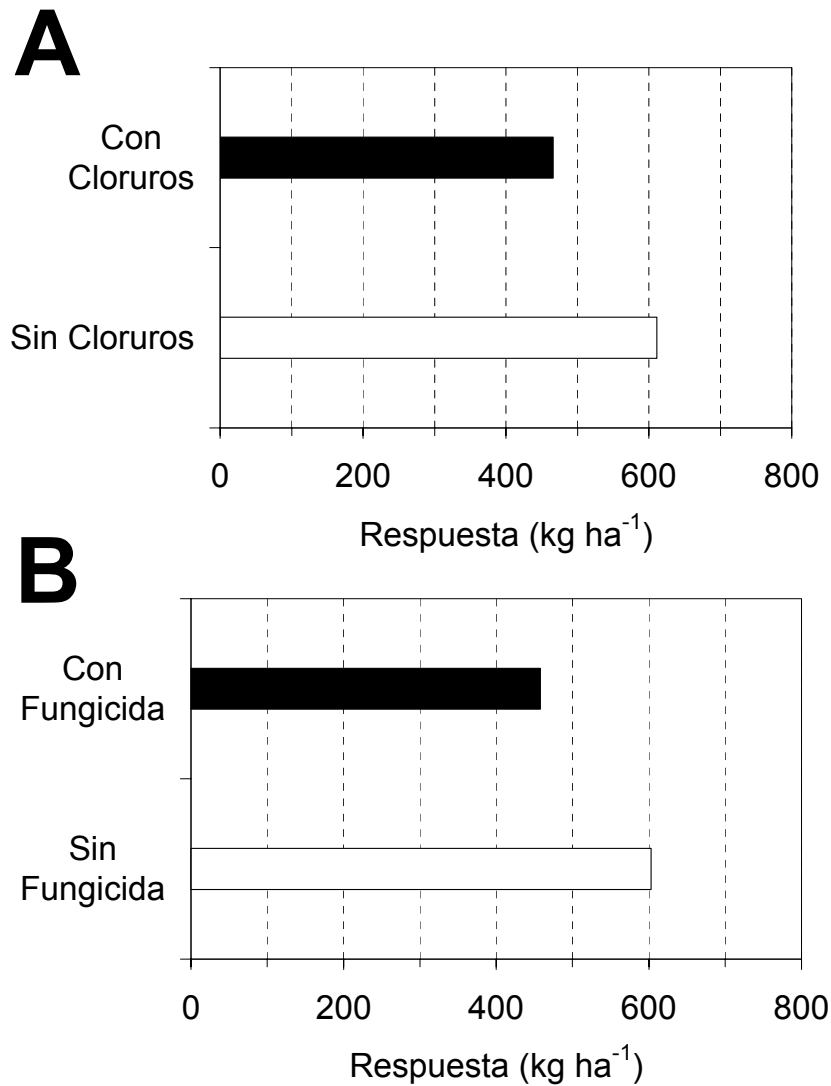


Figura 1. Respuesta en rendimiento de Klein Don Enrique (cultivar susceptible a enfermedades foliares) a la fertilización con cloruros (A) y la aplicación de fungicidas (B).

Severidad de las enfermedades foliares

En general, la severidad de las enfermedades foliares aumentó al avanzar el ciclo del cultivo, calificada como baja en encañazón a moderada alta según cultivar a partir de antesis. KDE presentó una severidad 5 veces mayor a la observada en BM (Figura 2). A pesar de las diferencias observadas en el rendimiento en los diferentes tratamientos de fertilización, la evaluación visual de severidad no tuvo relación con las mismas.

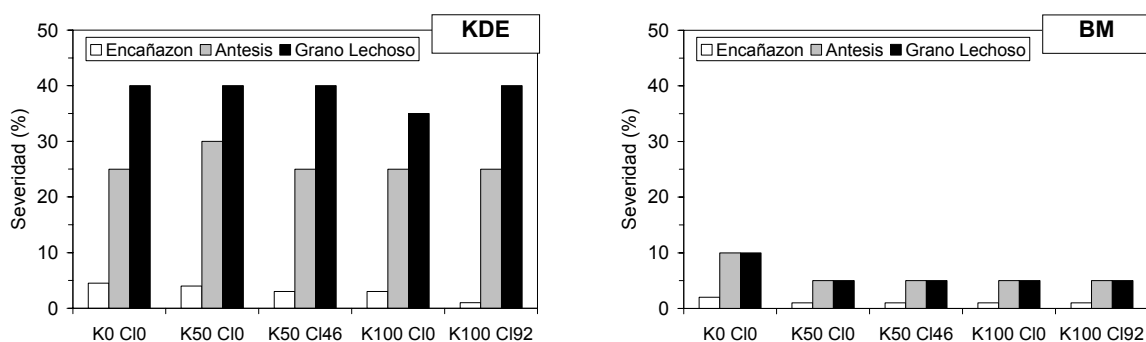


Figura 2. Severidad de enfermedades foliares en dos cultivares de trigo, KDE Klein Don Enrique y BM Buck Mataco, fertilizados con diferentes niveles de cloro y potasio en tres momentos del ciclo del cultivo.

Discusión

Existe relación entre la fertilización con Cl y su efecto sobre las enfermedades foliares (Fixen et al., 1986). En Oliveros en un ensayo previo evaluando niveles de KCl se obtuvo de 250 kg ha⁻¹ (J. Castellarín, comunicación personal). Los incrementos en rendimiento por efecto de los cloruros en nuestro trabajo fueron similares a los obtenidos por Díaz Zorita et al. (2004) en el oeste de Buenos Aires e inferiores a los obtenidos por Ventimiglia et al. (2003), en suelos Hapludoles de textura mas liviana de la región del centro de provincia de Buenos Aires. En Argiudoles típicos, Ferraris y Couretot (2004) observaron respuesta a la fertilización con KCl similares en términos relativos y absolutos a los obtenidos en nuestro ensayo. En todos los casos mencionados, la mayor respuesta a la fertilización con Cl, como lo observado en nuestro trabajo, se obtuvo cuando se evaluaron cultivares susceptibles a las enfermedades foliares.

La respuesta a la fertilización de los cultivos esta en relación a la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Sin embargo, la función de ciertos nutrientes en la fisiología del cultivo puede determinar respuesta en el rendimiento a pesar de contar con niveles adecuados en el suelo. De lo observado en nuestros ensayos, se desprende que la respuesta a la fertilización con cloruros estuvo estrechamente ligada a la susceptibilidad del genotipo a las enfermedades foliares, ya que los tratamientos con aplicación de fungicidas y/o fertilización con cloruros sólo tuvo efecto en aquella situación donde la interacción hospedante – enfermedad - ambiente fue favorable para la expresión de la enfermedad.

La respuesta obtenida en rendimiento no se relacionó con el porcentaje de severidad de las enfermedades foliares observadas en el cultivo. Es probable que dicha determinación sea suficiente para diferenciar comportamiento entre genotipos, pero no lo sea para detectar diferencias entre los tratamientos de fertilización con Cl y K. Díaz Zorita et al. (2004) tampoco encontraron diferencias en la observación visual de enfermedades foliares en relación a la respuesta en rendimiento a la aplicación de cloruros.

La fertilización con fuentes que contienen en su formulación cloruros surge como una alternativa de manejo promisorio y complementaria en el control de enfermedades en cultivares de trigo que presentan alto potencial de rendimiento y son susceptibles a las enfermedades foliares.

Bibliografía

Bacigaluppo D, Capurro J, Castellarín J, Damen D, Felizia JC, Ferrero I, Gentile O, Leguizamón S, Mai A, Malmantile A, Monti J, Pedrol H, Prieto G, Rivas Fanconi C, Rosso O, Salvagiotti F y Trentino N. 2004. Comportamiento de cultivares de trigo pan en diferentes ambientes del sur de Santa Fe. Campaña 2003/04. Para mejorar la producción 25 – EEA INTA Oliveros.

Bainotti C, Fraschina J, Salines J, Formica M, Galich M de, Nisi J, Galich A, Cuniberti M, Ghiza Daza C y Alberione E. 2003. Evaluación de cultivares de trigo con control químico de enfermedades foliares. EEA INTA Marcos Juárez – Año 2002. Información para Extensión n° 79 – INTA Marcos Juárez.

Castellarín JM, González M, Pedrol HM, Salvagiotti F y Rosso O. 2004. Control de enfermedades foliares en trigo según tipo de molécula fungicida y momento de aplicación. Para mejorar la producción 25 – EEA INTA Oliveros.

Conti, ME, De la Horra, AM, Arrigo, NM y Marchi A. 1997. Fertilización e interacción potasio-fósforo sobre el rendimiento de alfalfa en un Haplustol típico (Zona semiárida, Argentina). Ciencia del Suelo, 15: 51-52.

Díaz Zorita M, Duarte GA y Barraco M. 2004. Effects of chloride fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity in the sandy pampas region, Argentina. Agronomy Journal, 96:839-844.

Ferraris G y Couretot L. 2004. Estudio de la interacción entre variedades y prácticas de manejo de enfermedades. Campaña 2002/03. Informaciones Agronómicas del Cono Sur 22: 8-11. INPOFOS.

- Fixen PE, Gelderman RH, Gerwing JR y Cholick FA. 1986. Response of spring wheat, barley and oats to chloride in potassium chloride fertilizers. *Agronomy Journal* 78: 664-668.
- Mallarino AP, Wiltry DJ and Barbagelata PA. 2003. New soil test interpretation classes for potassium. *Better Crops*, 87 (4) : 12-14
- Marschner H . 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Harcourt Brace & Company Publishers.
- Melgar, R, Magen, H, Camozzi, ME y Lavandera J. 2001. Respuesta del trigo a la aplicación de cloruro de potasio en molisoles con alto contenido de potasio. *Actas I Simposio El potasio en los sistemas agrícolas argentinos - FAUBA-IPI-Fertilizar INTA*.
- Morras HJM y Cruzate G. 2001. Origen y distribución del potasio en suelos de la región chaco-pampeana. *Actas I Simposio El potasio en los sistemas agrícolas argentinos - FAUBA-IPI-Fertilizar INTA*.
- Peterson R, Campbell F y Hanna A. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stem of cereals. *Canadian Journal Research* 26: 496 – 500.
- Sillanpaa M. 1982. *Micronutrients and the nutrient status of the soils: A global study*. FAO. Rome.
- Ventimiglia LA, Rillo, SN, Carta HG y Richmond PF. 2003. Evaluación de la fertilización con Cl y potasio sobre el rendimiento de trigo en 9 de Julio. *Experimentación en campo de productores – Resultados campaña 2002/03 – Centro Regional Buenos Aires Norte – INTA*.
- Xu G, Magen H, Trachitzky J y Kafkafi U. 2000. Advances in chloride nutrition of plants. *Advances in Agronomy*, 68: 98-150.