

Trigo: respuesta en rendimiento a la fertilización con cloruro de potasio en diferentes cultivares y su efecto sobre la severidad de las enfermedades foliares.

Castellarín Julio M. (1); Pedrol Hugo M. (1); Ortis Leandro (2); González María C. (3); González Miriam (4) y Rosso Osmar (1).

(1)Técnicos del Grupo de Trabajo Manejo y Ecofisiología de los Cultivos EEA Oliveros INTA. (2) Técnico del criadero Relmó S.A. (3) Lic. Estadística Matemática EEA Oliveros INTA. (4) Fitopatóloga de la Cátedra de Fitopatología Facultad de Ciencias Agrarias UNR.

Palabras claves: trigo, fertilización, cloruro de potasio.

Introducción

El cloro fue incluido en la lista de los nutrientes esenciales en 1954 (Broyer et al. 1954) y a partir de la década de 1970 en EE.UU. existe creciente evidencia que demuestra la respuesta al cloro del cultivo de trigo bajo diferentes condiciones de clima y suelo, con incrementos promedios en los rendimientos de 1.000 kg ha⁻¹ en el 42% de los ambientes analizados, observándose además un mejor comportamiento sanitario.

El cultivo de trigo, tiene un requerimiento específico de cloro que supera en mucho a los niveles de un micronutriente (Von Uexkull H., 1996).

El cloruro en el suelo se comporta de manera similar al nitrógeno de nitratos (N - NO₃) moviéndose fácilmente en el perfil y la mayor probabilidad de encontrar deficiencias de este nutriente es en suelos arenosos y con buen drenaje; sin embargo se han encontrado respuestas al agregado de este nutriente en suelos franco limo-arcillosos.

En experiencias realizadas sobre suelos argiúdoles típicos, en el sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires, la fertilización con KCl incrementó significativamente el rendimiento en aquellas variedades de mayor susceptibilidad a las enfermedades foliares, pero en algunas experiencias este aumento no se relacionó con el porcentaje de severidad de las enfermedades foliares (Ferraris G. et al. 2004; Salvagiotti F. et al. 2005 y Castellarín J. et al. 2006).

El objetivo de la presente experiencia fue conocer la respuesta en rendimiento de la aplicación del cloruro de potasio y sus efectos sobre la severidad en las enfermedades foliares en diferentes variedades con distinto comportamiento sanitario.

Materiales y método:

El ensayo fue realizado durante la campaña 2006/07 en la localidad de Oliveros (Dto. Iriondo, Santa Fe), las variedades participantes fueron seis, dos de ciclo largo: ACA 304 y Baguette 11, sembradas el 15/6/06 y cuatro de ciclo corto: Baguette Premium 13, Don Mario Cronox, Don Mario Onix e INIA Sirirí sembradas el 8/7/06, con diferente comportamiento sanitario.

Cada variedad fue evaluada con y sin control de las enfermedades foliares. El tratamiento con fungicida se realizó en el estadio fenológico DC 60 (Escala de Zadoks) con pyraclostrobin (133 g/l) + epoxiconazole (50 g/l) S.E., la dosis de producto comercial fue de 1 l ha⁻¹.

Los tratamientos de fertilización, realizados a la siembra y las fuentes utilizadas en cada cultivar fueron:

- **Tratamientos:** entre paréntesis kg ha⁻¹ de Cl y de K

1. NPS (testigo)
2. NPS + (Cl23 K 25)
3. PNS + (Cl46 K 50)
4. NPS + (Cl69 K 75)

1

Cuadro 1. Análisis químico del suelo del ensayo a distintas profundidades. Oliveros 2006.

Profundidad (cm)	M.O. (%)	N - NO ₃ (ppm)	P Bray I (ppm)	S - SO ₄ (ppm)	Cl (ppm)	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
							meq/100g			
0 - 20	2,55	7	26	3,7	6,7	5,63	6,0	1,6	1,26	0,39
20 - 40		2,7	20		5,6	5,87	6,2	1,65	1,30	0,38
40 - 60		0,9	23		6,5	6,22	6,2	1,62	1,28	0,35

o Fuentes y cantidades utilizadas de los productos en cada tratamiento:

1. NPS (250 Urea + 100 kg PMA + 122 kg Yeso)
2. NPS + (Cl23 K 25) (250 Urea + 100 kg PMA + 122 kg Yeso + 50 kg ClK)
3. NPS + (Cl46 K 50) (250 Urea + 100 kg PMA + 122 kg Yeso + 100 kg ClK)
4. NPS + (Cl69 K 75) (250 Urea + 100 kg PMA + 122 kg Yeso + 150 kg ClK)

El tipo de suelo fue argiudol típico serie Maciel; los datos del análisis químico del suelo se muestran en el Cuadro 1.

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones.

El tamaño de la parcela experimental fue de 30 m².

El comportamiento sanitario de los cultivos se evaluó visualmente, la severidad fue expresada en % (área foliar afectada / área foliar evaluada x 100) en hoja bandera (HB) y en la hoja inmediatamente inferior (HB-1) en el inicio de la formación

del grano, mediante la Escala de Peterson et al. (1948).

Resultados

Del análisis de los rendimientos se obtuvo el Cuadro 2 de la varianza.

El modelo utilizado para el análisis presentó un R² = 0,91, lo que explicó gran parte de las variaciones encontradas y el coeficiente de variación fue de 9,02%. El rendimiento promedio del ensayo fue de 3.951 kg ha⁻¹.

Los resultados de los distintos tratamientos se presentan en el cuadro 3.

Del análisis anterior surgió que la variedad de mejor comportamiento, en general, fue Don Mario Onix.

El control de las enfermedades foliares incrementó el rendimiento en un 10,7%, pero la interacción V x Fu fue estadísticamente significativa (Cuadro 2) lo que indica una diferente respuesta según cultivar (Figura 1). Esta respuesta diferencial estuvo relacionada con los distintos niveles

2

Cuadro 2. Análisis de la varianza de la variable rendimiento (kg ha-1).

Fuente de variación	Valor de F	Significancia estadística (Pr>F)
Repeticiones	20,24	0,0001 **
Variedades (V)	138,6	0,0001 **
Fungicida (Fu)	52,30	0,0001 **
Fertilización (Fer)	10,10	0,0001 **
Interacciones		
Variedad x Fungicida (V x Fu)	4,23	0,0007 **
Variedad x Fertilización (V x Fer)	1,95	0,0177 **
Fungicida x Fertilización (Fu x Fer)	2,39	0,072 *
Variedad x Fungicida x Fertilización (V x Fu x Fer)	0,85	0,635 NS

3

Cuadro 3. Rendimiento en kg ha⁻¹ de los cultivares, con y sin aplicación de fungicida y tratamientos de fertilización y su significancia estadística. Oliveros 2006.

Variedades	(1)	(2)	Fungicida	(1)	(2)	Fertilización	(1)	(2)
	D.M. Onix	5.278		A	Con fungicida		4.152	A
Baguette 13	4.594	B	Sin fungicida	3.752	B	NPS + Cl ₂₃ K ₂₅	3.971	B
Baguette 11	4.186	C				NPS + Cl ₄₆ K ₅₀	3.961	B
ACA 304	3.484	D				NPS (testigo)	3.742	C
D.M. Cronox	3.395	D						
INIA Sirirí	3.375	D						

Referencias: 1) Rendimiento en kg ha⁻¹. 2) Significancia estadística. Las medias seguidas de una misma letra no difieren entre si. Test de Duncan al 5%.

4

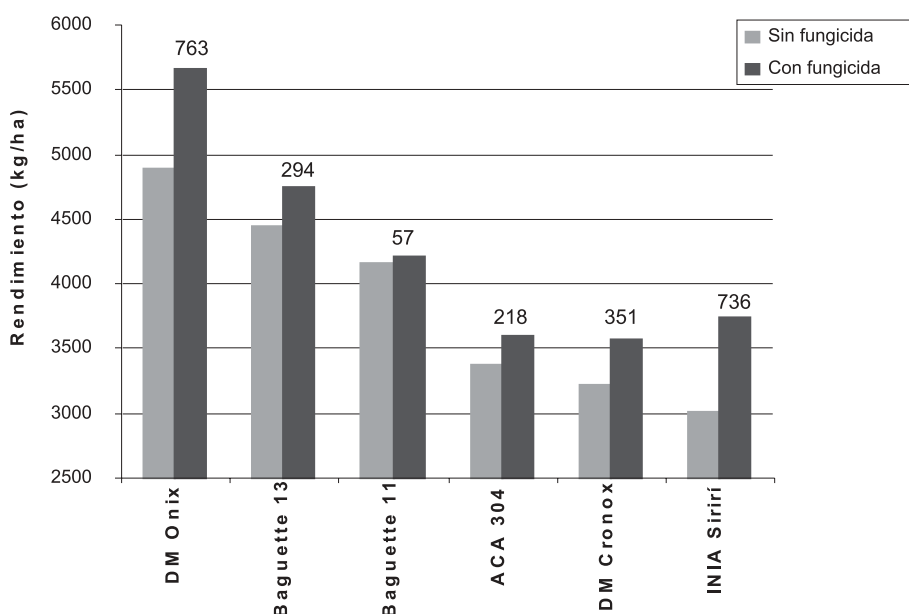
Cuadro 4. Respuesta al agregado de cloruro de potasio según variedad. Incremento promedio e incremento máximo. Oliveros 2006.

Variedad	NPS (testigo) kg ha ⁻¹	NPS + KCl		(3)
		Incremento Promedio (kg ha ⁻¹) (1)	Incremento Máximo (kg ha ⁻¹) (2)	
Don Mario Onix	5.076	267	348	Cl ₆₉ K ₇₅
Don Mario Cronox	3.164	307	414	Cl ₆₉ K ₇₅
ACA 304	3.232	335	637	Cl ₆₉ K ₇₅
INIA Sirirí	3.099	367	435	Cl ₆₉ K ₇₅
Baguette Premium 13	4.349	408	550	Cl ₆₉ K ₇₅
Baguette 11	3.803	509	699	Cl ₂₃ K ₂₅

Referencias: 1) Promedio del incremento sobre el testigo de las tres dosis con KCl 2) Máximo incremento sobre el testigo con alguna dosis de KCl 3) Dosis de KCl que produjo la máxima respuesta.

1

Figura 1. Rendimiento en kg ha⁻¹, promedio de los tratamientos de fertilización, de las diferentes variedades sin y con aplicación de fungicida. Oliveros 2006, (los valores sobre la barra indican la respuesta a la aplicación del fungicida).



de severidad que presentaron los cultivares, por ejemplo el porcentaje severidad en la hoja bandera para Don Mario Onix fue del 25%, mientras que en Baguette 11 fue del 5% (Cuadro 5).

La mayor respuesta promedio a la aplicación con cloruro de potasio se logró con la dosis máxima evaluada (150 kg ha⁻¹ de KCl), que superó en un 10,4% al testigo. La interacción V x Fer fue estadísticamente significativa (Cuadro 2). El comportamiento diferencial de cada variedad se muestra en la Figura 2. Es importante destacar que todas las variedades incrementaron su rendimiento con el agregado de cloruro de potasio, la mayoría con la dosis de 150 kg ha⁻¹, excepto Baguette 11 que lo logró con la dosis de 50 kg ha⁻¹.

La respuesta promedio fue distinta según cultivar, el rango fue de 267 kg ha⁻¹ a 509 kg ha⁻¹ (Cuadro 4).

La respuesta a la aplicación del fungicida para el control de las enfermedades foliares fue diferente según el tratamiento de fertilización, la interacción Fu x Fer fue estadísticamente significativa, (Cuadro 2 y Figura 3).

Con el aumento de la dosis de cloruro de potasio disminuyó la respuesta a la aplicación de fungicida. Con el agregado de 150 kg ha⁻¹ de KCl más la aplicación de fungicida se obtuvo un incremento de rendimiento de 918 kg ha⁻¹ respecto del tratamiento sin cloruro de potasio y sin fungicida.

En la figura 3 se puede observar que la fertilización con fuentes que contienen en su formulación cloruros es una alternativa promisoriosa y complementaria en el control de enfermedades foliares.

Con respecto al porcentaje de severidad observado en los diferentes cultivares según tratamiento de fertilización, sólo en ACA 304 y Baguette 11 hubo diferencias estadísticamente significativas con y sin el agregado de cloruros, tanto en HB como en HB-1, (Cuadro 5). En general los niveles de severidad registrados para las enfermedades foliares evidenciaron una infección que se podría clasificar como baja.

Conclusiones:

La fertilización con cloruro de potasio es una alternativa promisoriosa y complementaria en el control de las enfermedades foliares en trigo.

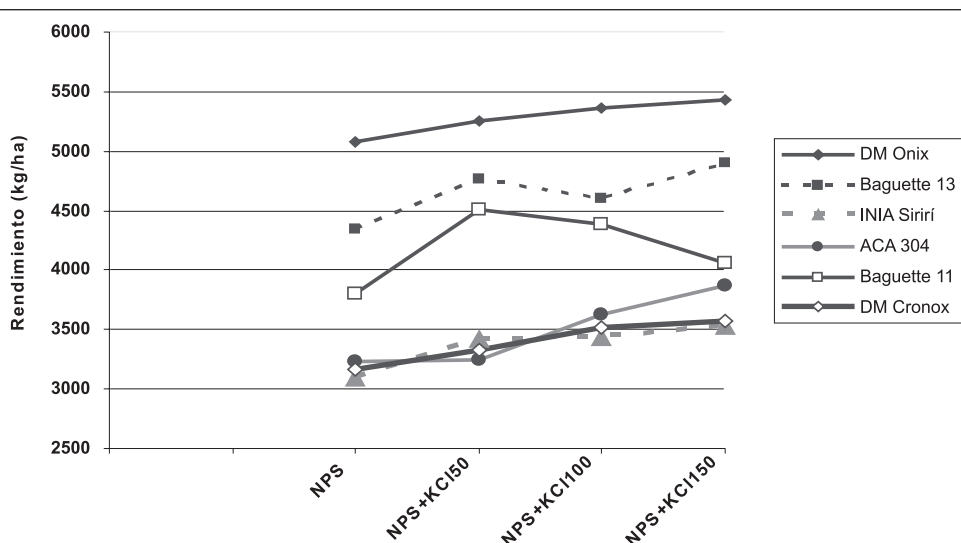
La respuesta en rendimiento al agregado de KCl en algunos cultivares no se relacionó con el porcentaje de severidad de las enfermedades foliares. Los niveles de severidad registrados para las enfermedades foliares evidenciaron una infección que se podría clasificar como baja.

El incremento de rendimiento por el agregado de cloruro de potasio fue diferente según el cultivar.

La respuesta a la aplicación del fungicida para el control de las enfermedades foliares fue diferente según el tratamiento de fertilización. Al aumentar la dosis de cloruro de potasio disminuyó la respuesta a la aplicación del fungicida.

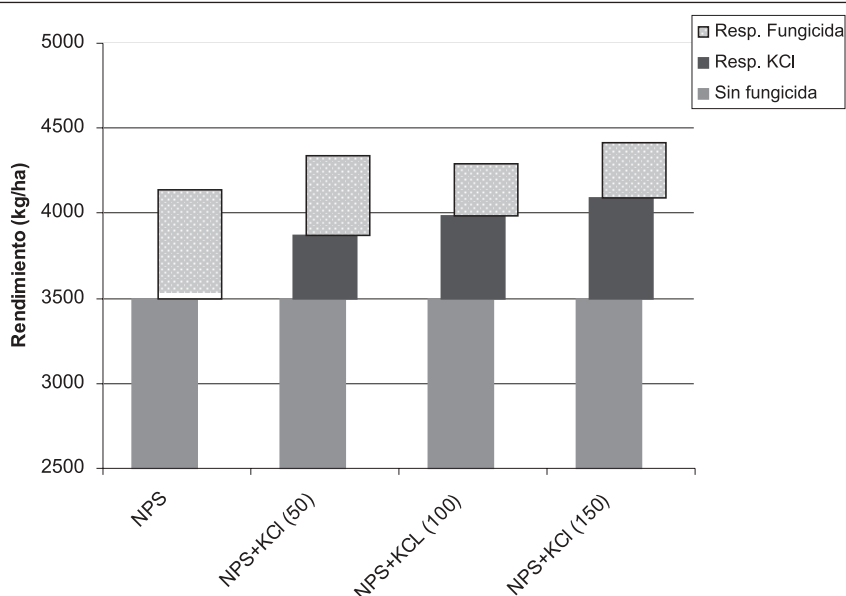
2

Figura 2. Rendimiento en kg ha⁻¹ de cada variedad según tratamiento fertilizante (promedio con y sin aplicación de fungicida). Oliveros 2006.



3

Figura 3. Respuesta en rendimiento (kg ha⁻¹) a la aplicación de fungicida y de cloruro de potasio según tratamiento de fertilización. Oliveros, 2006.



5

Cuadro 5. Porcentaje de severidad de las enfermedades foliares en hoja bandera (HB) y en la inmediatamente inferior (HB-1), según tratamiento de fertilización y cultivares y su significancia estadística. Oliveros 2006.

	ACA 304		Baguette 11		Baguette 13		D. M. Cronox		D. M. Onix		INIA Sirirí	
	HB	HB-1	HB	HB-1	HB	HB-1	HB	HB-1	HB	HB-1	HB	HB-1
NPS	3 a	5 a	5 a	10 a	1 a	10 a	3 a	7,5 a	25 a	30 a	3 a	5 a
NPS + Cl ₂₃ K ₂₅	1 b	1 b	3 b	3 b	1 a	3 b	2,5 a	5 b	25 a	30 a	3 a	5 a
NPS + Cl ₄₆ K ₅₀	0,5 b	0 b	3 b	3 b	0,5 a	3 b	2,5 a	5 b	25 a	30 a	3 a	5 a
NPS + Cl ₆₉ K ₇₅	0 b	0 b	0 c	0 c	0,5 a	3 b	2,5 a	5 b	25 a	30 a	3 a	5 a

Los valores seguidos de la misma letra, dentro de cada variedad no difieren significativamente según DMS=0,5%.

Agradecimiento:

Al Sr. Daniel Ferro de la empresa Nidera Fertilizantes por la provisión de los fertilizantes para la realización del ensayo.

medades foliares en trigo. En: Informaciones Agronómicas N° 26. INPOFOS. Págs. 16 - 19.

o Von Uexkull, H. R., 1996. El cloro en la nutrición de la Palma aceitera. En: Informaciones Agronómicas N° 24 : 1996. INPOFOS. Págs. 4 - 6.

Bibliografía:

o Broyer, T. C., Carton A. B., Johnson C. M. and Stout. 1954. Plant. Phys. 29: 526 - 532.

o Castellarín J. M., Pedrol H. M., Ortis L. y Dignani D. 2006. Que conocemos y que falta conocer sobre la fertilización con cloro en el cultivo de trigo. En: Para Mejorar la Producción N° 31 E.E.A. Oliveros INTA. Págs. 73-77.

o Ferraris G. y Couretot L. 2004. Estudio de la interacción entre variedades y prácticas de manejo de enfermedades. Campaña 2002/03. En: Informaciones Agronómicas N° 22. INPOFOS. Págs. 8 - 11.

o Peterson R.; Campbell F y Hanna A. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stem of cereals. Can. Jour. Research 26: 496-500.

o Salvagiotti F., Castellarín J. M., Pedrol H. M., González M. e Incremona M. 2005. Efecto de la fertilización con potasio y cloro sobre el rendimiento y severidad de las enfer-