

## **Enfermedades en Trigo. Fertilización potásica y clorada: una herramienta eficaz para reducir la incidencia de enfermedades.**

*Autores: Ings. Ricardo Melgar, M. Elena Camozzi, Martín Torres Duggan y Javier Lavandera*

*Proyecto Fertilizar - INTA Pergamino*

*La fertilización no solo tiene como fin proveer de nutrientes esenciales a los cultivos cuando el suelo no es capaz de hacerlo, sino que también, en muchas situaciones, constituye una herramienta eficaz para prevenir o reducir la incidencia de enfermedades. En esta nota se adelanta información local proveniente de ensayos en donde se evaluó el efecto de la fertilización potásica y clorada sobre la incidencia de enfermedades foliares en trigo que confirman que el cloro es el responsable del efecto preventivo y resultante de aumentos de rendimientos entre 3 y 4 q de trigo/ha.*

Las enfermedades en trigo son una de las limitantes que en mayor grado afectan la productividad del cultivo. La interacción entre fertilización y presencia de enfermedades ha sido extensamente estudiada a nivel internacional. La fertilización con cloro ha sido relacionada con la reducción de la incidencia de diferentes enfermedades como fusariosis (*Fusarium sp.*), pietín (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*), entre otras.

La fertilización combinada con cloruro de potasio también ha sido reportada como una herramienta útil en la reducción de la incidencia de la roya de la hoja (*Puccinia triticina*). Asimismo, muchas veces resulta difícil discernir si los efectos encontrados se deben al cloro (Cl) o al potasio (K). Sin embargo, en los suelos Molisoles de la Región Pampeana, sería esperable que el control de enfermedades foliares realizado con aplicaciones de KCl se debiera al efecto del Cl, ya que la mineralogía de los suelos mencionados posee una gran riqueza en potasio.

### **¿Qué se hizo?**

En años anteriores, los ensayos conducidos con cloruro de potasio habían mostrado respuestas en un 60 % de la situación, en una decena de situaciones, pero coincidentemente ten todas con altos niveles de potasio en el suelo. Los incrementos fueron modestos pero significativos en el conjunto (Ver Fertilizar N° 15, 1999. Pag. 19).

En la campaña 1999-2000 se pretendió separar los efectos del azufre y del magnesio, resultando que algunos sitios mostraron respuestas sólo al Cl y otros solo al Magnesio, pero no se descartó totalmente el efecto del potasio ya que todos los tratamientos contaron con potasio y azufre. (Fertilizar N° 18, 2000. Pag. 20).

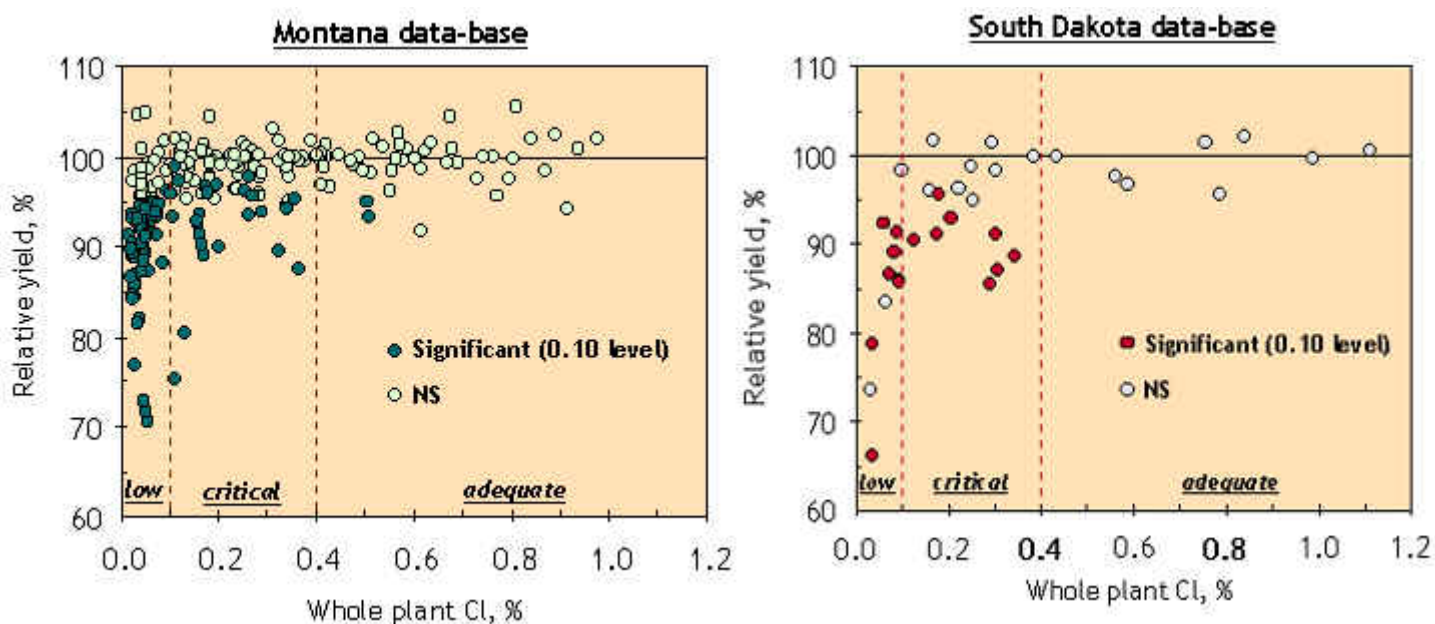
Para determinar lo mas fehacientemente posible que el potasio no era el responsable de estas respuestas durante la campaña pasada se llevó a cabo un experimento en tres localidades, que compararon el agregado de Cloruro solo, de potasio solo y del agregado de Cl con K. Para eso se utilizó como fuente el cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl) y de sulfato de potasio. Con la finalidad además, de

determinar si el Cl poseía algún efecto particularmente mensurable sobre la sanidad del cultivo, la mitad del experimento fue tratada con fungicida. Se esperaba así, que las parcelas sin fungicida pero con Cl podrían tener grados equivalentes de ataque de enfermedades de hoja que aquellos con fungicida.

Todos el cultivo recibió una fertilización de base con 100 kg de N, 46 kg de  $P_2O_5$  y 20 kg de S por ha; por supuesto aquellas parcelas que recibieron el cloruro de amonio recibieron menos N para equilibrar a todas las parcelas con la misma dosis de N. De la misma manera, aquellas que recibieron sulfato de potasio recibieron menos azufre. Los niveles de K del suelo, como habitualmente, fueron muy altos y por primera vez se comenzaron a medir los niveles de Cl, e interpretarlos según los estudios realizados por Paul Fixen en Montana y Dakota del Sur, estados del Noroeste de EE.UU., pioneros en estos estudios. Estos trabajos demostraron coincidentemente que menos de 30 kg de Cl/ha en el perfil de 0 a 60 cm eran indicadores de deficiencia y posibles de obtenerse incrementos económicos con el agregado de Cl. Estos 30 kg/ha o alrededor de 20 ppm en la capa superior, son decididamente más altos que los valores encontrados en los sitios experimentales estudiados: Arequito: 8,1 ppm; Alberti: 5,0 ppm y Arrecifes: 6,2 ppm. Es decir, nuestros valores sugerían importantes respuestas a la aplicación de Cl, siempre de acuerdo a los datos de EE.UU.

Los datos de estos dos grupos de investigadores también indicaron la fuerte relación entre los datos de disponibilidad de Cl, considerando suelo y los del fertilizantes, y la concentración de Cl en la planta, y a su vez con las respuestas a la aplicación de Cl, determinando que 0,4 % era el límite crítico de Cl en la planta, que dividía los resultados de respuestas económicas y falta de respuestas.

Figura 1. Relación entre las concentraciones de Cl en planta y rendimientos relativos de trigo de acuerdo a dos grupos de trabajo: (A) Montana, y (B) Dakota del Sur. Obsérvese que en ambos gráficos se señala a 0,4 % de Cl como el valor crítico.



La concentración foliar de Cl en los testigos mostró alguna relación con las respuestas en rendimiento (Figura 2. Aquí se incluyen los datos de cinco sitios de la campaña anterior). Teniendo en cuenta el nivel crítico propuesto por los

autores mencionadas, de 0.4 % de Cl, solo dos sitios tuvieron niveles de concentración del nutriente en las hojas superiores, y los demás por debajo, sugiriendo así respuestas a la aplicación de Cl. Sobre 8 sitios evaluados, 6 dieron respuestas esperadas, 4 positivas con niveles deficientes, dos no las dieron con niveles suficientes, y dos fueron desvíos de lo esperado, es decir sin respuesta en situaciones deficientes. Desde ya la cantidad de pruebas es todavía muy baja para arribar a conclusiones más definitivas. Sin embargo, en los tratamientos fertilizados, no en todos los sitios se registraron aumentos del nivel de Cl en planta, al contrario, en algunos los valores fertilizados indicaron concentraciones menores al testigo y en los promedios son casi iguales.

En la figura 3 se muestran el efecto de los distintos tratamientos de fertilización sobre el rendimiento del cultivo. Se observa un claro efecto del agregado de Cl, con incrementos en la producción de alrededor de 3.5 q/ha, mientras que las diferencias entre los demás tratamientos y con el testigo no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Para simplificar el gráfico presentamos un promedio de los dos niveles de fertilización utilizados, pero el 1er nivel de Cl fue el que más impactó en los rendimientos.

Los efectos positivos sobre el rendimiento encontrados con el agregado de Cl probarían la hipótesis planteada al principio, en cuanto a que la buena provisión de K de los suelos predominante de la Región Pampeana explicaría la falta de respuesta a la fertilización potásica en los sitios evaluados. La respuesta a la aplicación de Cl estuvo asociada a una menor severidad de enfermedades foliares. No se observó interacción entre los tratamientos de fertilización y el control con fungicida, indicando que ambos poseen efectos independientes con similar acción: tanto el producto fungicida como la acción del Cl reducen la incidencia de las enfermedades foliares, con el consiguiente efecto positivo sobre el rendimiento.

Figura 2. Relación entre repuestas observadas a la aplicación de cloro y concentración de Cl en hoja bandera en floración (Feeks 10.1) en las parcelas testigos.

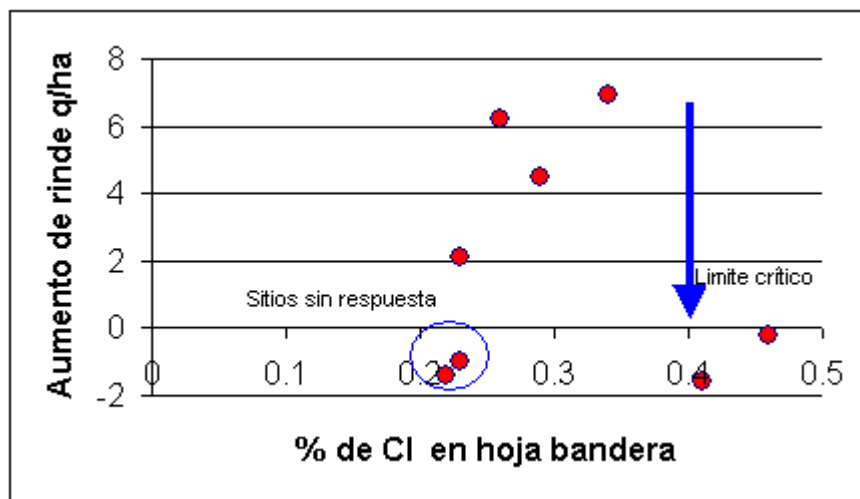
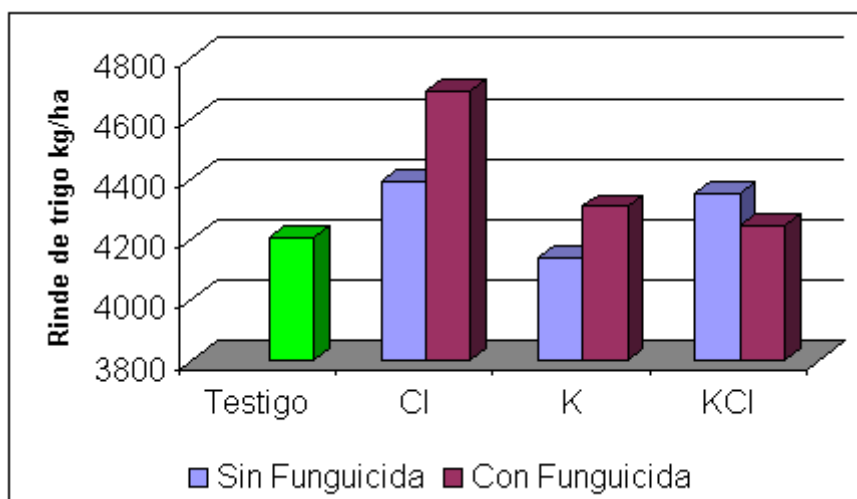


Figura 3. Efecto de la aplicación de nutrientes en los rendimientos de trigo. Promedios de dos niveles, y de tres localidades.



### Finalmente

Los resultados obtenidos en estas experiencias contribuyen con una nueva evidencia que es el agregado de Cloruro y no el de potasio, lo que produce un efecto preventivo de la incidencia de enfermedades foliares, con respuestas a la fertilización de hasta 350 kg/ha de grano. Es interesante señalar que hay dos fuentes baratas de cloruro en el mundo, el de potasio y de sodio (la sal común). Desde ya el este ultimo no es viable por el efecto dañino del sodio en la estructura del suelo porque destruye los agregados. Las cantidades exiguas de Cl requeridas serían adecuadamente cubiertas, con una fertilización con 50 kg de cloruro de potasio, si bien el potasio continúa siendo un nutriente de gran disponibilidad en la mayoría de los suelos de la Región Pampeana.

Tabla 3. Concentración de Cl en hojas bandera en floración (Feeks 10.1) en tratamientos con K+S

	..... Campaña 1999-2000				... Campaña 2000-01 ...		
	..... % de Cl .....						
	Arequito	Urdampilleta	Pergamino	Bolívar	Alberti	Alberti	Arequito
Testigo	0.23	0.26	0.46	0.22	0.41	0.23	0.34
Con Cl	0.35	0.34	0.33	0.31	0.28	0.29	0.30
Respuesta al CL (q/ha)	+2.1	+6.2	-0.2	-1.4	-1.6	-1.0	6.9

### Enfermedades de hoja

La fertilización con KCl resultó en una reducción de la severidad del ataque de roya de la hoja (*Puccinia triticina*) y mejoró los rindes de trigo aumentando el peso del grano, pero esta respuesta se atribuye parcialmente al Cl en el fertilizante (Sweeney et al., 2000).

Una pulverización foliar de cloruro de potasio aplicado en trigo redujo significativamente el porcentaje de área foliar afectada por el moho pulverulento (*Erysiphe graminis*) (Cook et al., 1995). La reducción de la enfermedad se asoció con aumentos en el potencial hídrico de la hoja. Se sugirió esta explicación ya que una solución de polietilen glicol con un potencial osmótico equivalente al KCl tuvo el mismo efecto. Los autores concluyeron que tanto la inhibición de la germinación como la reducción de los síntomas de enfermedad pudieron deberse

a las propiedades físico - químicas del KCl del fertilizante, antes que a una toxicidad metabólica o efectos nutricionales sobre el huésped anfitrión. En un experimento de cuatro años en Montana, Engel et al. (1994) encontró que el Cl aplicado aumentó el rendimiento de trigo a la cosecha principalmente mediante el aumento del peso de grano. La mancha fisiológica de hoja en las variedades Redwin y Manning, la senescencia de la hoja bandera en Weston y QT542, y el moho Pulvurulento y Puccinia recondita - todos fueron suprimidos por la aplicación de Cl.

### Enfermedades de las raíces

El menor potencial químico del agua en raíces abastecidas con Cl probablemente redujo la colonización de las raíces por el patógeno. (Christensen et al., 1981). El cloruro aplicado a la dosis de 76 kg Cl/ ha aumentó significativamente el rinde de grano en un promedio de 0.5 t/ha al reducir el estrés de absorción de raíces con podredumbre (Scheyer et al., 1987). La supresión de las podredumbres de raíz y la corona (*Rhizoctonia solanis*) por el Cl en remolacha azucarera era independiente de la fuente de Cl. Aplicaciones de KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> y NaCl no difirieron en su capacidad para suprimir la enfermedad (Elmer, 1997). Tanto el KCl como el NH<sub>4</sub>Cl redujeron igualmente la severidad del ataque de la podredumbre común de raíz en cebada (Shefelbine, 1986). En espárragos, tanto el NaCl como el KCl mejoraron la incidencia del Fusarium de la corona y podredumbre de la raíz, (*Fusarium oxysporum*), pero el NaCl fue superior (Elmer, 1992).

En Manitoba, el efecto de 25 y 50 kg de Cl/ha (aplicado como KCl o NaCl) sin considerar el método de aplicación (al voleo o en la línea), aumentó la concentración de Cl en los tejidos de la planta en muestras tomadas entre el estado de bota y la floración. Redujo la severidad de la podredumbre común de la raíz (*Cochliobulus sativus*) en cebada en dos de seis experimentos y en uno de cuatro experimentos en trigo. (Mohr et al., 1995).

Cultivo	Enfermedad		Fuente
	Nombre Común	Nombre Científico	
Cebada	Podredumbre radicular	<i>Cochliobulus sativus</i>	Shefelbine, 1986
			Goos et al., 1987
Maíz	Podredumbre del tallo	<i>Diplodia maydis</i>	Fixen, 1993
		<i>Gibberella zea</i>	
Arroz	Podredumbre radicular	<i>Helminthosporium sigmoideum</i>	Fixen, 1993
	Piricularia	<i>Rhizoctonia solanis</i>	Fixen, 1993
Trigo	Podredumbre radicular	<i>Helminthosporium sativum</i>	Fixen, 1993
	Septoriosis de la gluma o del nudo	<i>Septoria nodorum</i>	Fixen, 1993
	Roya de la hoja	<i>Puccinia recondita</i>	Fixen, 1993
	Roya estriada o amarilla	<i>Puccinia striiformis</i>	Scheyer et al., 1987
	Oídio	<i>Erysiphe graminis</i>	Grybauskas et al., 1988

	Pietín	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	Scheyer <i>et al.</i> , 1987
	Mancha amarilla	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Fixen, 1993

Referencias [www.ppi-far.org/chloride](http://www.ppi-far.org/chloride)

Utilizándose un diseño en parcelas divididas. Las parcelas principales incluían: a) Control sin fungicidas, b) Tratamiento óptimo con fungicida. Las parcelas secundarias estaban representadas por tres niveles de aplicación de Cl (0, 20 y 40 kg Cl/ha), tres niveles de K (0, 25 y 50 kg K<sub>2</sub>O/ha) y tres niveles de la combinación de ambos nutrientes (K y Cl), y el tratamiento testigo, sin agregado de nutrientes.

Vea este y otros trabajos en el sitio oficial del [Proyecto Fertilizar - INTA](#)