

Cloro en trigo: Resultados de las experiencias en la región pampeana argentina Años 2001 a 2006

Fernando O. Garcia

IPNI Cono Sur. Av Santa Fe 910, Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

fgarcia@ipni.net

Introducción

El cloro (Cl) fue identificado como nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas en 1954 (Broyer et al., 1954); sin embargo, se reportan respuestas a la aplicación de Cl desde mediados de 1800 (Fixen, 1993). Los requerimientos de Cl de las plantas son generalmente bajos, menores de 100 mg/kg, por lo cual es clasificado como un micronutriente. A diferencia de otros micronutrientes, se lo puede hallar en concentraciones elevadas, de 2000 a 20000 mg/kg, sin generar problemas de fitotoxicidad.

Las principales funciones del Cl involucran: i) la fotosíntesis, en la ruptura de la molécula de agua en el fotosistema II; ii) la actividad enzimática, estimulando la actividad de ATPasa, amilasa, y la síntesis de asparagina; y iii) la regulación de procesos osmóticos, actuando como contra-ion en el transporte de cationes, en el ajuste osmótico, en la actividad de estomas y en el movimiento de hojas (Fixen, 1993). El Cl se absorbe como cloruro (Cl⁻) compitiendo con bromuro, nitrato y sulfato. Interactúa con el nitrógeno (N) (inhibición de nitrificación y competencia con nitratos), el fósforo (P), y el manganeso (Mn) (incremento de concentración de Mn en planta).

Los efectos de interacción de Cl con diversas enfermedades han sido ampliamente mencionados (Christensen et al., 1982; Fixen et al., 1987). Se han registrado efectos de supresión del patógeno: pietín en trigo, podredumbre de raíz, roya amarilla y estriada, y otras enfermedades foliares; y de mayor tolerancia de los cultivos (Christensen et al., 1990).

Los efectos del Cl en el desarrollo de trigo varían con el ambiente específico de cada estación de crecimiento. Se ha observado una más temprana formación de la espiguilla terminal y de anthesis en trigo, aunque sin variar la fecha de madurez fisiológica y, por lo tanto, alargando el periodo de llenado de grano. Los mayores pesos de grano registrados con fertilización clorada se han relacionado con una duración del periodo de llenado más prolongada, aunque también se han observado incrementos en la tasa de llenado de los granos (Fixen, 1993).

Las respuestas a Cl en trigo y otros cereales como cebada y avena, han sido evaluadas en el noroeste y la región de las grandes planicies centrales de EE.UU. desde la década del '70 (Fixen et al., 1986; Engel et al., 1992). Las respuestas, en magnitud y frecuencia, han sido superiores en el noroeste que en las grandes planicies. Para las grandes planicies, se encontraron respuestas significativas en el 42% de 169 sitios con respuesta promedio de 369 kg/ha (Engel et al., 1992). La probabilidad de respuesta a la aplicación de Cl se ha relacionado con el cultivar, la presión de enfermedades, y la ocurrencia de estrés hídrico y/o térmico (Fixen, 1993).

La cantidad de Cl disponible para los cultivos está determinada por la cantidad en solución del suelo, el Cl⁻ intercambiable en el suelo, la deposición atmosférica y la utilización de abonos o fertilizantes clorados (Goos, 1987). La mayoría del Cl del suelo se encuentra en solución, solamente en suelos ácidos dominados por arcillas 1:1, puede haber una significativa capacidad de intercambio aniónica. La deposición atmosférica de Cl es alta cerca del mar (hasta 100 kg/ha por año), pero disminuye marcadamente hacia el interior (20 kg/ha por año a 200 km del mar).

La remoción de Cl en granos de trigo y/o cebada es baja, cercana a 0.05%, mientras que la acumulación en planta puede alcanzar 9 a 24 kg/ha a madurez fisiológica (Fixen, 1993).

Las metodologías desarrolladas para la predicción de las respuestas a Cl en trigo y/o cebada incluyen el análisis de Cl a 0-60 cm en pre-siembra (Fixen et al., 1987), y/o el análisis de planta entera entre espigazón y floración (Engel et al., 1992). Ambos análisis han sido más efectivos en detectar las situaciones en las cuales la probabilidad de respuesta es muy baja, que en detectar situaciones de alta probabilidad de respuesta.

Cantidades de Cl en suelo inferiores a 34 kg/ha a 0-60 cm de profundidad, presentaron respuesta en el 69% de los casos, entre 35 y 67 kg/ha respondieron 31% de los sitios, y por arriba de 67 kg/ha, no se observaron respuestas (Fixen et al., 1987). Según estos resultados, se recomienda aplicar Cl hasta alcanzar 67 kg/ha luego de descontar la cantidad disponible según el análisis de suelo:

$$\text{Dosis recomendada de Cl} = 67 \text{ kg/ha} - (\text{Cl en suelo a 0-60 cm})$$

Para el análisis en planta se determinó un nivel > 4000 mg/kg, como adecuado, y un nivel < 1200 mg/kg con respuestas significativas en 78% de los casos (Engel et al., 1992). Para el rango de 1200 a 4000 mg/g, las respuestas fueron significativas en 50% de los casos.

En cuanto a fuentes, localización y momento de aplicación para trigo y/o cebada, las experiencias de Norteamérica indican que (Fixen et al., 1986):

- Las fuentes de Cl evaluadas (KCl, NH_4Cl , CaCl_2 y MgCl_2) han resultado igualmente efectivas.
- La ubicación del fertilizante clorado no es de gran impacto en la respuesta por la movilidad elevada del Cl^- en suelos.
- Debe evitarse la aplicación junto con la semilla por los efectos salinos.
- Aplicaciones de pre-siembra a macollaje han presentado eficiencias similares.

Numerosos aspectos presentados en esta introducción pueden ser ampliados en las revisiones de Fixen (1993) y Xu et al. (2000).

Los antecedentes de deficiencia y respuesta a la aplicación de trigo en otras regiones del mundo, motivaron la exploración y experimentación en Cl para cultivos de trigo en la región pampeana. Trabajos realizados en la década del '90, muestran respuestas bajo algunas situaciones (Melgar y Caamaño, 1997; Melgar et al., 2001 a y b). Este escrito sintetiza los resultados de numerosos ensayos de fertilización clorada en trigo realizados entre 2001 y 2006 en la región pampeana argentina. Esta información ha sido reportada parcialmente, y con mayor detalle, por Díaz Zorita et al. (2002, 2004 y 2007), Ventimiglia et al. (2003), Ferraris y Couretot (2004), Díaz Zorita y Duarte (2005), y Salvagiotti et al. (2005).

Metodología

El análisis incluye 26 experiencias realizadas entre 2001 y 2006 en la región pampeana argentina, realizados por unidades del INTA (Gral. Villegas, 9 de Julio, Oliveros, Pergamino, Rafaela), o empresas privadas (DZD Agro, Boxler y Asociados, Klein) con la coordinación y apoyo de IPNI Cono Sur (previamente INPOFOS Cono Sur). Los ensayos incluyeron la evaluación de dosis y fuentes de Cl, e interacciones Cl*Fungicida y Cl*Variedad, según se indica en la Tabla 1. Asimismo, se incluyeron los resultados de 20 franjas realizadas en 2006 en el oeste de Buenos Aires y Este de La Pampa por M. Díaz Zorita y colaboradores.

Las dosis de Cl evaluadas fueron de 0, 23, 46 y 69 kg/ha, según ensayo. Las fuentes de Cl fueron KCl y cloruro de amonio. La evaluación de fuentes permitió separar el efecto de Cl del efecto de K. Las variedades evaluadas variaron según ensayo, buscando contrastar variedades de distinto comportamiento a enfermedades. El uso de fungicida tuvo el objetivo de verificar si el impacto de Cl se debía a un efecto de supresión y/o tolerancia a enfermedades.

En la mayoría de los ensayos se determinaron la disponibilidad de Cl a 0-60 cm y el pH, la materia orgánica y potasio (K) intercambiable a 0-20 cm de profundidad en pre-siembra. En todos los ensayos se determinó el rendimiento y, en algunos casos, los componentes de rendimiento. En casos especiales, se evaluó la incidencia de enfermedades.

Resultados

Una síntesis de los análisis de suelo a la siembra se muestra en la Tabla 2. Los niveles de Cl en suelo variaron entre 2.6 y 73.9 mg/kg a 0-20 cm, y entre 19 y 270 kg/ha a 0-60 cm. Los niveles a 0-20 y 0-60 cm, se correlacionaron significativamente (Fig. 1). Esta relación indicaría que el Cl en los primeros 20 cm representa aproximadamente un tercio del Cl del perfil de 0-60 cm, y permitiría estimar la cantidad de Cl disponible a 0-60 cm a partir de la concentración en la capa de 0-20 cm.

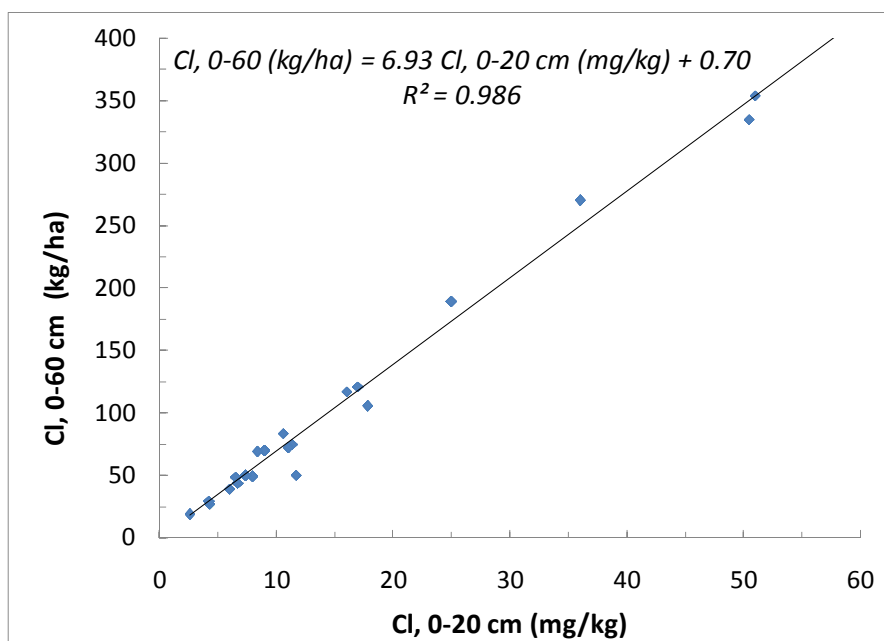


Figura 1. Relación entre el contenido de Cl a 0-60 cm de profundidad y la concentración de Cl a 0-20 cm.

Los rendimientos variaron entre 1419 y 7176 kg/ha, dependiendo del tratamiento y las condiciones edafo-climáticas del sitio y del año. La Tabla 1 indica las variables con efecto significativo en cada ensayo. De 26 sitios evaluados, 10 sitios presentaron respuesta a la aplicación de Cl (38%). Se registro respuesta significativa a la aplicación de fungicida en 10 de 20 sitios (50%) y a la interacción Cl*fungicida en 3 de 20 sitios (15%). En 7 de los 11 ensayos donde se evaluaron dosis de Cl para distintas variedades se registro interacción Cl*Variedad significativa (64%). Hubo diferencias por fuentes de Cl en 3 de 18 sitios, con efectos directos de K en 3 sitios e interacción Cl*K en 1 sitio. En las franjas de

evaluación de 2006 en el Oeste de Buenos Aires-Este de La Pampa, 6 de las 20 franjas mostraron respuesta a Cl (30%). La Figura 2 muestra los promedios de rendimiento para las distintas dosis de Cl considerando todos los ensayos y franjas evaluadas.

El porcentaje de sitios con respuesta a Cl es similar al observado en regiones trigueras de EE.UU. (Engel et al., 1992; Freeman et al., 2006). En los sitios con respuesta significativa, los rendimientos con las distintas dosis de Cl, promediando para los tratamientos de fungicida, variedad y fuente de Cl, se muestran en la Figura 3. Las respuestas promedio fueron de 213, 319 y 357 kg/ha para dosis de 23, 46 y 69 kg Cl /ha, respectivamente. Considerando estas respuestas las eficiencias de uso serían de 9.2, 6.9 y 5.2 kg de trigo por kg de Cl aplicado. La relación de precios trigo/Cl a Marzo 2008 se puede estimar en 4.7 kg de trigo para pagar cada kg de Cl (cloruro de potasio a 420 U\$/t y trigo a 180 U\$/t), por lo que las aplicaciones de 23 y 46 kg/ha de Cl serían rentables, mientras que la dosis de 69 kg/ha solamente cubriría el costo de la inversión.

Los efectos de Cl no parecen haberse asociado a la supresión y/o tolerancia de enfermedades ya que solo se observó interacción Cl*F significativa en 15% de los sitios. Si bien el Cl confiere una mayor tolerancia a enfermedades en trigo y cebada, los efectos nutricionales también pueden ser de magnitud (Fixen, 1993).

Las evaluaciones de fuentes de Cl (cloruros de potasio y amonio), muestran que solamente hubo diferencias por la aplicación de K en 17% de los casos. Los elevados niveles de K de los suelos evaluados (Tabla 2), explican la falta o baja respuesta a K. Los tres sitios con respuesta presentaron niveles de K intercambiable altos (mayor de 400 mg/kg, Bragado 2001 y 9 de Julio 2001) y bajo (178 mg/kg, 9 de Julio 2002).

El efecto Variedad es frecuentemente mencionado en las referencias como una variable de importancia en cuanto a la probabilidad de respuesta a cloro. En los 11 ensayos de evaluación de respuesta a Cl con distintas variedades, 7 sitios mostraron una interacción significativa Variedad*Cl. La Tabla 3 muestra el listado de variedades evaluadas en los distintos ensayos y el número de casos con respuesta respecto al total. La frecuencia de evaluación de las variedades es distinta, por lo que no se pueden sacar conclusiones generales. Variedades de gran difusión en distintos años, tales como Baguette 11, Cronox y Don Enrique, presentaron respuesta en un 35-45% de los casos. Otras menos evaluadas, presentaron siempre respuesta (Baguette 10), o en ninguna oportunidad (Tijereta). Obviamente, existe un marcado efecto del ambiente que condiciona las respuestas entre variedades.

La concentración de Cl en el suelo a 0-20 cm de profundidad o la cantidad de Cl a 0-60 cm no se relaciona claramente con el rendimiento relativo sin aplicación de Cl o con las respuestas a 23, 46 y 69 kg/ha de Cl (Fig. 4). Los sitios con concentración de Cl a 0-20 cm por arriba de 35 mg/kg mostraron rendimientos relativos siempre superiores al 90% del rendimiento máximo y respuestas a la aplicación de Cl menores de 250 kg/ha. Considerando la cantidad de Cl disponible a 0-60 cm, no se observaron rendimientos relativos superiores al 90% o respuestas mayores a 250 kg/ha con disponibilidades mayores de 65-70 kg/ha de Cl. Por debajo de las 35 mg/kg Cl a 0-20 cm o de los 65-75 kg/ha Cl a 0-60 cm, las respuestas fueron muy variables.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Fixen et al. (1987), en el sentido, que el análisis de suelo indica los sitios con muy baja probabilidad de respuesta, pero no distingue la posibilidad de respuesta debajo de ese umbral. Deberá seguir generándose información en ambientes con niveles contrastantes de disponibilidad de Cl a la siembra y/o buscar otros parámetros que permitan predecir la probabilidad de respuesta para cada lote o ambiente.

Conclusiones

- En 26 ensayos a campo en la región pampeana argentina, se detectaron 10 sitios con respuesta a la aplicación de Cl (38%). El porcentaje de sitios con respuesta a Cl es similar al observado en regiones trigueras de EE.UU.
- En los sitios con respuesta significativa, los respuestas, promediando para los tratamientos de fungicida, variedad y fuente de Cl, fueron de 213, 319 y 357 kg/ha para dosis de 23, 46 y 69 kg Cl /ha, respectivamente.
- Considerando estas respuestas, las eficiencias de uso serian de 9.2, 6.9 y 5.2 kg de trigo por kg de Cl aplicado. Para la relación de precios trigo/Cl a Marzo 2008 de 4.7 kg de trigo por kg de Cl, las aplicaciones de 23 y 46 kg/ha de Cl serian rentables, mientras que la dosis de 69 kg/ha solamente cubriría el costo de la inversión.
- Los efectos de Cl no parecen haberse asociado a la supresión y/o tolerancia de enfermedades ya que solo se observo interacción Cl*F significativa en 15% de los sitios.
- Las evaluaciones de fuentes de Cl (cloruros de potasio y amonio), muestran que solamente hubo diferencias por la aplicación de K en 17% de los casos.
- En los 11 ensayos de evaluación de respuesta a Cl con distintas variedades, 7 sitios mostraron una interacción significativa Variedad*Cl. La frecuencia de evaluación de las variedades es distinta, por lo que no se pueden sacar conclusiones generales.
- La concentración de Cl en el suelo a 0-20 cm de profundidad o la cantidad de Cl a 0-60 cm no se relaciono claramente con el rendimiento relativo sin aplicación de Cl o con las respuestas a 23, 46 y 69 kg/ha de Cl. Concentraciones de Cl a 0-20 cm por arriba de 35 mg Cl/kg o cantidades de Cl disponible a 0-60 cm superiores a 65-70 kg Cl /ha mostraron rendimientos relativos siempre superiores al 90% del rendimiento máximo y respuestas a la aplicación de Cl menores de 250 kg/ha. Por debajo de las 35 mg Cl/kg Cl a 0-20 cm o de los 65-75 kg Cl /ha a 0-60 cm, las respuestas fueron muy variables.
- Deberá seguir generándose información en ambientes con niveles contrastantes de disponibilidad de Cl a la siembra y/o buscar otros parámetros que permitan predecir la probabilidad de respuesta para cada lote o ambiente.

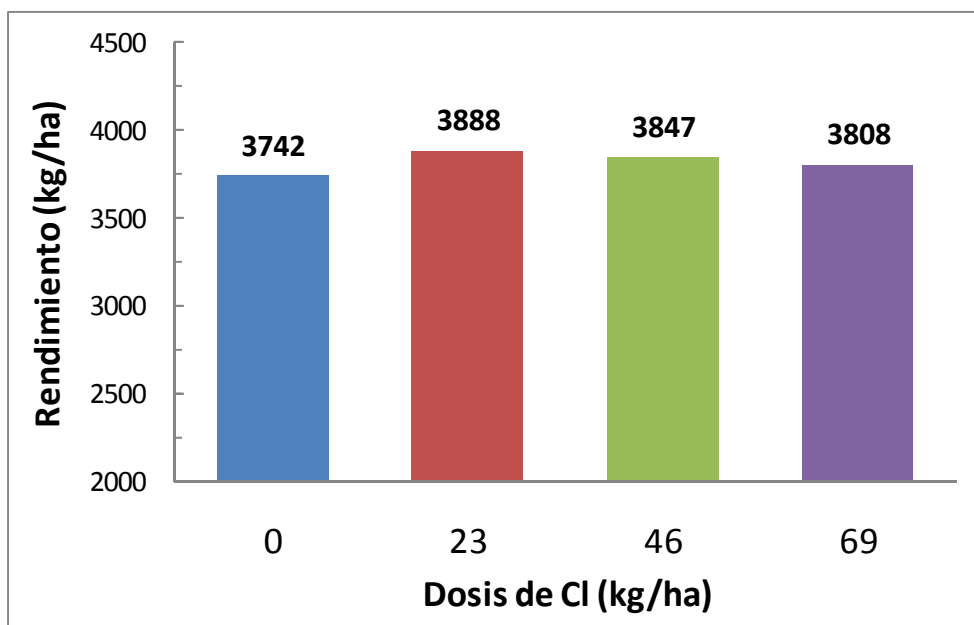


Figura 2. Rendimientos promedio para las cuatro dosis de Cl en ensayos realizados en la región pampeana argentina entre 2001 y 2006. Los rendimientos se promediaron para distintas fuentes de Cl, tratamientos de fungicida y variedades.

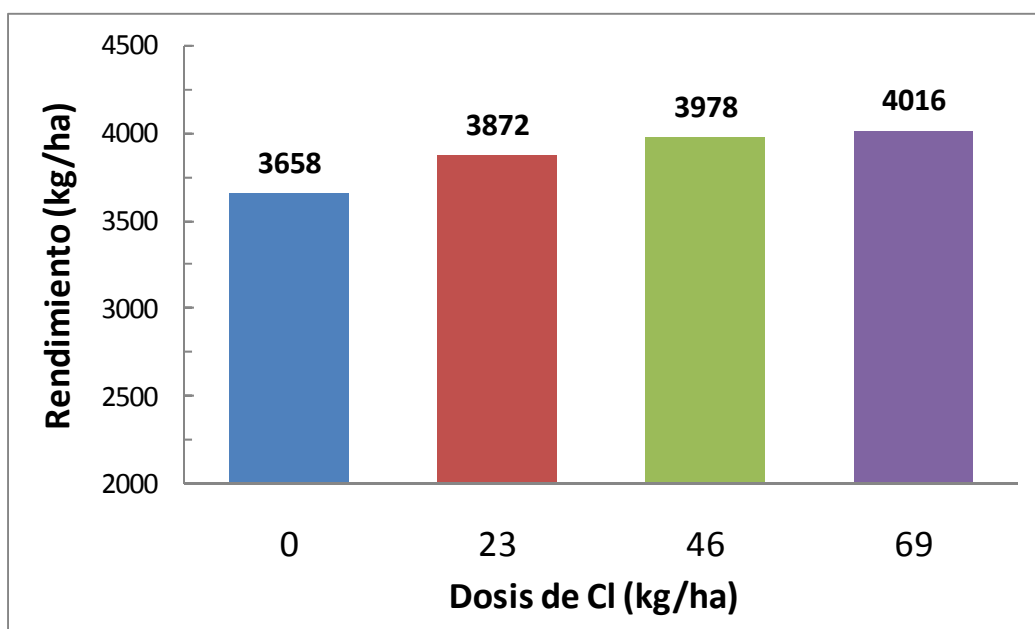


Figura 3. Rendimientos promedio para las cuatro dosis de Cl en ensayos con respuesta a Cl realizados en la región pampeana argentina entre 2001 y 2006. Los rendimientos se promediaron para distintas fuentes de Cl, tratamientos de fungicida y variedades.

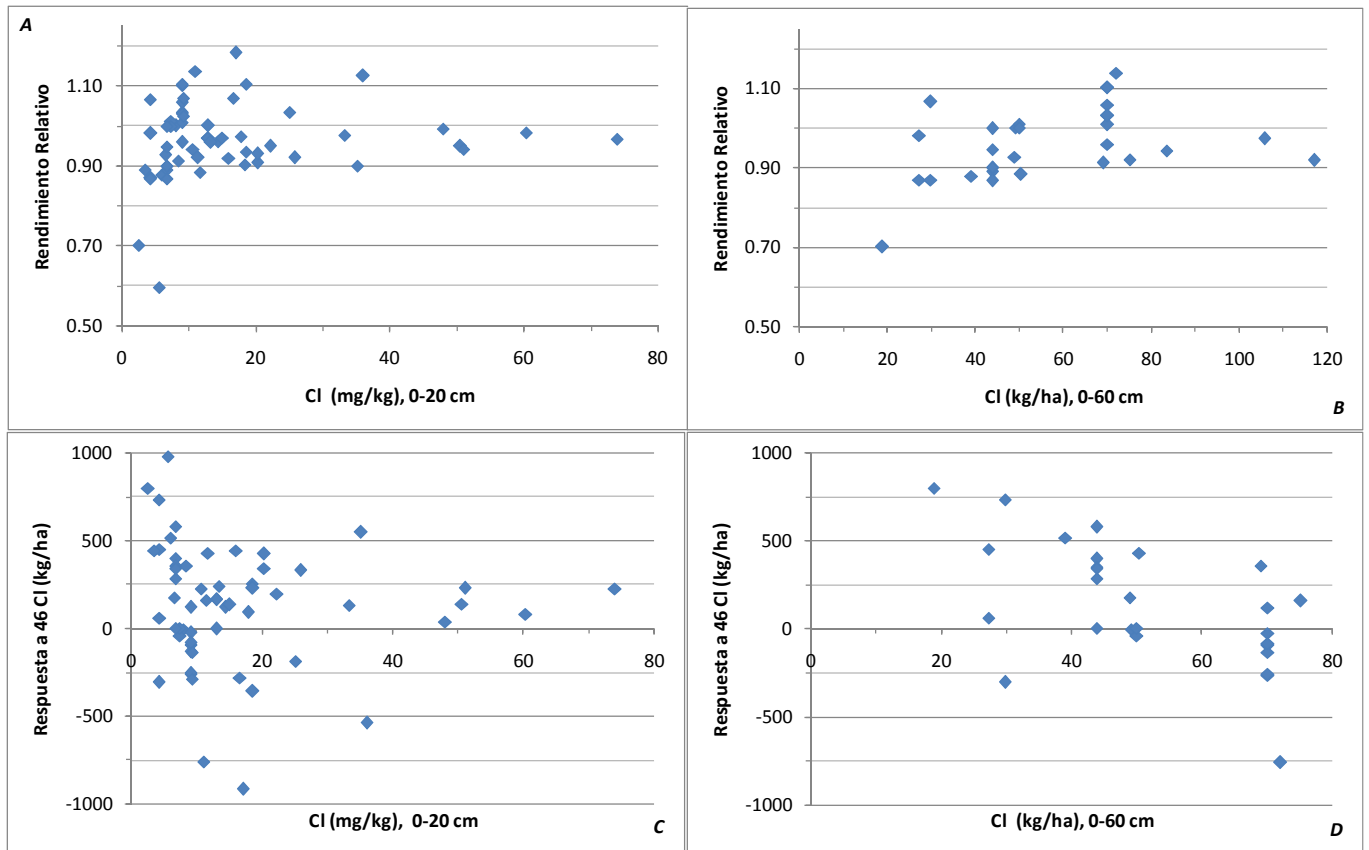


Figura 4. Rendimientos relativos y respuestas a la aplicación de 46 kg/ha de Cl en función de la concentración de Cl a 0-20 cm (A y C, respectivamente) y de la cantidad de Cl a 0-60 cm (B y D, respectivamente) al muestreo de presiembra, en 26 ensayos realizados en la región pampeana argentina entre 2001 y 2006.

Tabla 1. Ensayos de respuesta a cloro realizados entre 2001 y 2006 en la región pampeana argentina incluidos en este análisis.

Año	Sitio	Responsable	Tratamientos	Respuesta observada #
2001	EEA Gral. Villegas	M. Díaz Zorita	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	Cl, F
	El Recreo	M. Díaz Zorita	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	Cl, F
	La María	M. Díaz Zorita	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	Cl, F
	Bragado	J. Lavandera	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	Cl, F, K
	Pergamino	J. Lavandera	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	Cl, F, Cl*F
	9 de Julio	L. Ventimiglia	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	F, K
2002	S. M. Escobas	H. Fontanetto	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	F
	B. Irigoyen	H. Fontanetto	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	F
	EEA INTA Rafaela	H. Fontanetto	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	F
	Don José	M. Boxler	Dosis y fuentes Cl	Cl
	El Pilarcito	M. Boxler	Dosis y fuentes Cl	Cl
	La Suerte	M. Boxler	Dosis y fuentes Cl	-
2003	9 de Julio	L. Ventimiglia	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	Cl, K, F, Cl*K
	Don José	M. Boxler	Dosis y fuentes Cl, Variedad	-
	El Pilarcito	M. Boxler	Dosis y fuentes Cl, Variedad	-
	Meulen	M. Boxler	Dosis y fuentes Cl, Variedad	-
	EEA INTA Pergamino	G. Ferraris	Dosis Cl, Variedad, Fungicida	Cl*V, F*V
	9 de Julio	L. Ventimiglia	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	F
2004	EEA INTA Oliveros	F. Salvagiotti	Dosis Cl, Fungicida, Variedad	Cl*V, F*V
	EEA INTA Pergamino	G. Ferraris	Dosis Cl, Variedad, Fungicida	Cl*V, F*V
	9 de Julio	L. Ventimiglia	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	-
2005	Alberti	R. Klein	Dosis Cl, Variedad, Fungicida	Cl*F, Cl*V
	9 de Julio	L. Ventimiglia	Dosis Cl, Variedad, Fungicida	Cl*F, Cl*V
2006	EEA INTA Oliveros	J. Castellarin	Dosis Cl, Variedad, Fungicida	Cl*V, F*V
	Kiñewen	M. Boxler	Dosis Cl, Variedad, Fungicida	Cl
	9 de Julio	L. Ventimiglia	Dosis Cl, Variedad, Fungicida	Cl*V, F*V
	Oeste Buenos Aires (20 franjas)	M. Díaz Zorita	Dosis Cl, Variedad	Cl en 6/20 franjas

Cl es efecto dosis de Cl, K es efecto dosis de K, F es efecto fungicida, V es efecto variedad

Tabla 2. Resumen de los análisis de suelo a la siembra de los sitios experimentales. Ensayos de respuesta a cloro realizados entre 2001 y 2006 en la región pampeana argentina.

	Cl 0-20 cm (mg/kg)	Cl 0-60 cm (kg/ha)	K intercambiable (mg/kg)	Materia orgánica (%)	pH
Promedio	13.9	73	572	2.4	6.0
DS	12.4	51	212	0.6	0.4
Máximo	73.9	270	1107	5.0	6.9
Mínimo	2.6	19	178	1.1	5.3

Tabla 3. Variedades evaluadas en los ensayos de cloro en trigo 2001-2006: Número de casos, casos con respuesta y porcentaje de respuesta por variedad.

Variedad	No. Casos	Casos con respuesta	Porcentaje
Baguette 11	14	5	36
Cronox	7	3	43
Don Enrique	7	3	43
Baguette 10	3	3	100
Tijereta	3	0	0
ACA 304	2	1	50
Baguette 13	2	1	50
Cacique	2	1	50
Guapo	2	1	50
Molinero	2	1	50
Capricornio	2	0	0
Churrinche	2	0	0
Escorpion	2	0	0
Mataco	2	0	0
Alazan	1	1	100
BioINTA 1002	1	1	100
BioINTA 3004	1	1	100
Castor	1	1	100
Chaja	1	1	100
Pegaso	1	1	100
Puntal	1	1	100
ACA 303	1	0	0
Arriero	1	0	0
DM 1100	1	0	0
Gaucha	1	0	0
Jabali	1	0	0
Martillo	1	0	0
Onix	1	0	0
Proteo	1	0	0
Siri	1	0	0
Tauro	1	0	0
<i>Total</i>	<i>69</i>	<i>26</i>	<i>38</i>

Agradecimientos

- ❖ *A todos los responsables e integrantes de los grupos de investigación que llevaron a cabo estos ensayos*
- ❖ *A los productores y el personal de los establecimientos que facilitó la ejecución de los ensayos*

Referencias

- Broyer T., A. Carlton, C. Johnson y P. Stout. 1954. Chlorine – A micronutrient element for higher plants. *Plant Physiol.* 29:526-532.
- Christensen N., T. Jackson, y R. Powelson. 1982. Suppression of take-all root rot and stripe rust diseases of wheat with chloride fertilizers. *Proc. Int. Plant Nut. College*, 9th, 1:111-116.

- Christensen N., M. Brett, J. Hart y D. Weller. 1990. Disease dynamics and yield of wheat as affected by take-all, N sources, and fluorescent *Pseudomonas*. *Trans. Int. Congr. Soil Sci.*, 14 (3):10-15.
- Díaz-Zorita, M. y G. Duarte. 2005. La fertilización con cloruros en cultivos de trigo del oeste bonaerense. *AAPRESID Trigo en siembra directa*: 115-117
- Díaz-Zorita, M., G. A. Duarte, y M. Barraco. 2004. Effects of chloride fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity in the sandy Pampas region, Argentina. *Agron. J.*: 96:839-844.
- Díaz Zorita M., G. Duarte, M. Barraco y M. Fornasero. 2002. Respuesta de cultivos de trigo a la fertilización con cloruros. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 14:5-7. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Argentina.
- Díaz Zorita M., G. Duarte, M. Fernandez Canigia y C. Brambilla. 2007. Uso de cloruro de potasio y producción de trigo en la pampa arenosa. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 34:10-16. IPNI Cono Sur. Acassuso, Argentina.
- Engel R., H. Woodard y J. Sanders. 1992. A summary of chloride research in the Great Plains. *In* J. Havlin (ed.). *Proceedings of the Great Plains Soil Fertility Conference*. Vol. 4, pp. 232-241. Kansas State University, Manhattan, Kansas, EE.UU.
- Ferraris G. y L. Couretot. 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 Cono Sur. Acassuso, Argentina.
- Fixen P. 1993. Crop responses to chloride. *Adv. Agron* 50:107-150.
- Fixen P., R. Gelderman, J. Gerwing y F. Cholick. 1986. Response of spring wheat, barley, and oats to chloride in potassium fertilizers. *Agron. J.* 78:664-668.
- Fixen P., R. Gelderman, J. Gerwing y B. Farber. 1987. Calibration and implementation of a soil Cl test. *J. Fert. Issues* 4:91-94.
- Freeman K., K. Girma, J. Mosali, R. Teal, K. Martin y W. Raun. 2006. Response of Winter wheat to chloride fertilization in Sandy loam soils. *Comm. Soil Sci. Plant Ana.* 37:1947-1955.
- Goos R. 1987. Chloride fertilization: The basics. *Crops Soils*, 39:12-13.
- Melgar R. y A. Caamaño. 1997. Wheat responses to potassium application in pampean Argentina. *In* Proc. XI World Fertilization Congress. Gent, Belgica.
- Melgar, R., H. Magen, M.E. Camozzi, y J. Lavandera. 2001a. Respuesta del trigo a la aplicación de cloruro de potasio en molisoles con alto contenido de potasio. p. 73–84. *In* Actas del 1er. Simposio FAUBA-IPi-Fertilizar INTA. El Potasio en Sistemas Agrícolas Argentinos, Buenos Aires, Argentina. 20–21 Nov. 2001.
- Melgar R., H. Magen, M. Torres Duggan y J. Lavandera. 2001b. Respuesta a la aplicación de cloro en trigo en la región pampeana. *Actas V Congreso Nacional de Trigo*. Carlos Paz, Córdoba.
- Salvagiotti, F. J. Castellarín, H. Pedrol, M. González, M. Incremona. 2005. Efecto de la fertilización con potasio y cloro sobre el rendimiento y severidad de las enfermedades foliares en trigo. *INPOFOS Informaciones Agronómicas* 26: 16-19.
- Ventimiglia L. S. Rillo. H. Carta y P. Richmond. 2003. Evaluación de la fertilización con cloro y potasio sobre el rendimiento de trigo en 9 de Julio. *In* L. Ventimiglia et al. (ed.). *Experimentación en campo de productores*. Campaña 2002/03. P. 53-58. UEEA INTA 9 de Julio. 9 de Julio, Buenos Aires.
- Xu G., H. Magen, J. Tarchitzky, and U. Kafkafi. 2000. Advances in chloride nutrition of plants. *Adv. Agronomy* 68:97-150. Academic Press.