INFORMACIONES AGRONÓMICAS DEL CONO SUR #38

IPNI
INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

INSTITUTO INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN DE PLANTAS

WWW.IPNI.NET

PROGRAMA LATINOAMERICA - CONO SUR

JUNIO 2008

CONTENIDO

- MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS FERTILIZANTES
- FERTILIZACIÓN N Y S EN CEBADA CERVECERA
- FERTILIZACIÓN COMPUESTA (N-P-S) DE TRIGO EN UNA ROTACIÓN
- CLORO EN TRIGO EN REGIÓN PAMPEANA ARGENTINA
- CLORO EN TRIGO: EFECTO DE LA DOSIS Y RESPUESTA VARIETAL
- FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN AVENA

UN MARCO GLOBAL PARA LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO (MPM) DE LOS FERTILIZANTES

Tom W. Bruulsema, Christian Witt, Fernando García, Shutian Li, T. Nagendra Rao, Fang Chen, y Svetlana Ivanova
IPNI - Grupo de Trabajo de MPM

Este trabajo describe el marco designado para facilitar el desarrollo y la adopción de las mejores prácticas de manejo (MPM) para la utilización de los fertilizantes, y para avanzar en la comprensión de como estas prácticas contribuyen a los objetivos del desarrollo sustentable. El marco guía la aplicación de principios científicos para determinar cuáles de las MPM pueden ser adoptadas, a un nivel práctico, para las condiciones locales.

Figura 1. Marco Global para las mejores prácticas de manejo (MPM) para el uso de los fertilizantes.

Las MPM para el uso de los fertilizantes - aplicando la fuente correcta a la dosis, momento y ubicación correctos - se integran con las MPM agronómicas seleccionadas para alcanzar los objetivos del manejo del cultivo de productividad, rentabilidad, sustentabilidad y salud ambiental. Un balanceado complemento de los indicadores es necesario para reflejar la influencia de las MPM de los fertilizantes sobre los cuatro objetivos de manejo del cultivo a nivel de campo, y sobre los objetivos económicos, ecológicos y sociales para el desarrollo sustentable, en una escala amplia para las políticas públicas regionales.

IPNI
International
Plant Nutrition
Institute

Director: Dr. Fernando O. García
Instituto Internacional de Nutrición de Plantas
Programa Latinoamerica - Cono Sur
Av. Santa Fe 910
(B1641ABO) Acassuso – Argentina
Tel/Fax (54) (011) 4798-9939
E-mail: fgarcia@ipni.net
Sitio Web: www.ipni.net

Propietario: International Plant Nutrition Institute
ISSN 1666 - 7115
No. de Registro de Propiedad Intelectual en trámite

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

Diseño: www.agroeditorial.com.ar - amatthiess@amatthiess.com.ar
Impresión: Grancharoff Impresores

Contenido:

Un marco global para las Mejores Prácticas de Manejo (MPM) de los fertilizantes ____ 1

Fertilización nitrogenada y azufrada en cebada cervecera cv. Scarlett ____ 5

Fertilización compuesta (N-P-S) de trigo en una rotación: Respuesta productiva y desarrollo radicular ____ 12

Cloro en trigo: Resultados de las experiencias en la región pampeana argentina. Años 2001 a 2006 ____ 17

Fertilización con cloro en el cultivo de trigo: Efecto de la dosis y respuesta varietal ____ 22

Fertilización nitrogenada en avena ____ 25

Publicaciones de IPNI ____ 27

Congresos, Cursos y Simposios ____ 28

A nivel de establecimiento productivo o campo, los sistemas de cultivos son manejados para múltiples objetivos. Las mejores prácticas de manejo (MPM) son aquellas que alcanzan, con mayor probabilidad, los objetivos planteados. El manejo de los fertilizantes usualmente se incluye, dentro del gran contexto agronómico del manejo de los sistemas de cultivos. Un marco es de gran ayuda para describir cómo las MPM para el uso de los fertilizantes se ajustan y complementan con las prácticas del sistema agronómico.

Los objetivos del desarrollo sustentable, en sentido general, incluyen igualmente el énfasis en los aspectos económicos, sociales y ecológicos (Brundtland, 1987). Este desarrollo es esencial para proveer las necesidades de las generaciones actuales y futuras. A nivel de establecimiento, sin embargo, es difícil relacionar las prácticas de manejo específicas de los cultivos con estos tres aspectos generales. Cuatro objetivos de manejo son aplicables al nivel de campo en todos los sistemas de cultivos (Witt, 2003). Estos cuatro objetivos son **p**roductividad, **r**entabilidad, **s**ustentabilidad del sistema de cultivos, y un **a**mbiente social y bio-físico favorable (PRSA). Las relaciones entre ellos se puede observar en la Figura 1.

Las MPM de uso de los fertilizantes comprenden un subgrupo interconectado de las MPM del cultivo. Para que una práctica de utilización de los fertilizantes sea considerada como la *"mejor"*, esta debe armonizar con otras prácticas agronómicas brindando una combinación óptima para los cuatro objetivos, PRSA. Por lo tanto, el desarrollo, la evaluación y el refinamiento de las MPM a nivel de campo, deben considerar los cuatro objetivos, como así también, la selección de indicadores que reflejen el impacto combinado a nivel regional, nacional y global. El uso de indicadores apropiados a diferentes escalas es discutido en la sección posterior de "indicadores funcionales".

Objetivos de Manejo del Sistema de Cultivos

Productividad. La medición primaria de productividad para sistemas de cultivos es el rendimiento por unidad de área cultivada por unidad de tiempo. La productividad debe ser considerada en término de todos los recursos, o factores de producción involucrados. Numerosos indicadores, que describen la producción y la eficiencia de uso de recursos e insumos, son probablemente requeridos para evaluar adecuadamente la productividad.

Rentabilidad. La rentabilidad es determinada por la diferencia entre el valor y el costo de producción. Su medición primaria es el beneficio neto por unidad de área cultivada por unidad de tiempo. La ganancia en rentabilidad de una práctica de manejo específica es el incremento en el ingreso que genera, menos los costos marginales.

Sustentabilidad. Sustentabilidad—a nivel del sistema de cultivo—se refiere a la influencia del tiempo en los recursos involucrados. Un sistema de producción sustentable es aquel en el cual la calidad (o eficiencia) de los recursos utilizados no disminuye con el transcurso del tiempo, por lo cual "los resultados (*outputs*) no disminuyen cuando los insumos (*inputs*) no se incrementan" (Monteith, 1990).

Ambiente (social y bio-físico). Los sistemas de producción de cultivos tienen un amplio rango de efectos en los ecosistemas vecinos, a través de la pérdida de material a las aguas y al aire. Los efectos específicos pueden ser limitados, en cierta medida, a través de prácticas designadas para optimizar la eficiencia de uso de los recursos. Las opciones de manejo a nivel de campo, cuando son consideradas en conjunto, también ejercen una influencia en el ambiente social a través de la demanda laboral, condiciones de trabajo, cambios en los servicios del ecosistema, etc.

Objetivos del Manejo de los Fertilizantes

Las MPM de uso de los fertilizantes, esencialmente, sustentan los cuatro objetivos identificados para el manejo del sistema de cultivos, y pueden ser apropiadamente descriptas como la selección de la fuente correcta para ser aplicada en la dosis, ubicación y momento correctos (Roberts, 2007). La fuente del fertilizante, dosis, momento y ubicación son interdependientes, y se encuentran también interconectadas con el set de prácticas de manejo agronómicas aplicadas en los sistemas de cultivos, como puede observarse en la Figura 1.

Principios Científicos

Principios científicos específicos fundamentan las MPM de cultivos y uso de fertilizantes, en grupo e individualmente. Estos principios son globales y también aplicables al nivel práctico de manejo en el campo. La aplicación de estos principios científicos puede diferir ampliamente, dependiendo del sistema específico de cultivo que se encuentre bajo consideración. Los principios específicos relevantes a cada categoría de las MPM son listados a continuación.

1) Manejo del Cultivo

a) Buscar medidas prácticas de validación.
b) Reconocer y adaptarse a los riesgos.
c) Definir indicadores funcionales.
d) Asegurar la retroalimentación entre los niveles globales y práctico de campo.

2) Manejo del Fertilizante

a) Ser consistentes con los mecanismos de los procesos conocidos.
b) Reconocer las interacciones con otros factores del sistema de cultivos.
c) Reconocer interacciones entre fuente de nutrientes, dosis, momento y ubicación.
d) Evitar efectos detrimentales sobre las raíces de las plantas, hojas y plántulas.
e) Reconocer los efectos en la calidad del cultivo como en el rendimiento.
f) Considerar los resultados económicos.

3) Fuente

a) Suministrar nutrientes en formas disponibles para las plantas.
b) Ajustarse a las propiedades físicas y químicas del suelo.
c) Reconocer sinergismos entre nutrientes y fuentes.
d) Reconocer compatibilidad de mezclas.
e) Reconocer beneficios y sensibilidades a los elementos asociados.
f) Controlar el efecto de los elementos no-nutritivos.

4) Dosis

a) Utilizar métodos adecuados para evaluar la disponibilidad de nutrientes en suelo.
b) Evaluar todas las fuentes de nutrientes nativos del suelo disponibles para el cultivo.
c) Evaluar la demanda de nutrientes de la planta.
d) Predecir la eficiencia de uso del fertilizante.
e) Considerar los impactos en el recurso suelo.
f) Considerar las dosis específicas económicas.

5) Momento

a) Evaluar la dinámica de absorción del cultivo.
b) Evaluar la dinámica del nutriente en el suelo.
c) Reconocer el momento en que los factores climáticos influencian la pérdida de nutrientes.
d) Evaluar la logística de las operaciones a campo.

6) Ubicación

a) Reconocer la dinámica suelo-raíz.
b) Manejar la variabilidad espacial dentro y entre los campos.
c) Ajustar las necesidades al sistema de labranza.
d) Limitar el transporte potencial de nutrientes fuera del campo.

El número de principios científicos aplicables para una situación específica a nivel de campo es considerable. La elección de las MPM apropiadas a nivel práctico requiere de la participación de individuos calificados: productores y técnicos, quienes entienden estos principios y su aplicación. Más detalles acerca de estos principios se encuentran disponibles en IPNI (2008).

Indicadores Funcionales

Los indicadores funcionales necesitan reflejar la influencia de las MPM sobre los cuatro objetivos de manejo de los sistemas. La eficiencia de uso de los nutrientes (EUN, rendimiento o absorción de nutriente por unidad de nutriente de fertilizante) es, a menudo, considerada como el principal indicador relacionado con la utilización de los fertilizantes. Sin embargo, como se muestra en la Figura 1, este se relaciona más directamente con la rentabilidad y productividad, más que con la sustentabilidad y la salud ambiental. Existen otros indicadores de eficiencia de uso de nutrientes (Dobermann, 2007; Snyder y Bruulsema, 2007), que difieren en cómo se relacionan con los cuatro objetivos. Por ejemplo, uno de los más importantes indicadores funcionales para N es la eficiencia agronómica, el incremento en el rendimiento en grano por unidad de fertilizante aplicado. Sin embargo, una baja eficiencia agronómica puede ser aceptable para nutrientes tales como P y K, para los cuales una medida diferente de la eficiencia- balance parcial de nutrientes- puede ser más relevante para evitar una disminución o un incremento excesivo de los niveles de los nutrientes en el suelo.

La lista parcial de indicadores, que se puede observar en la Figura 1, es descripta posteriormente en la Tabla 1. El set de indicadores funcionales que describen el impacto total de una combinación de MPM de uso de fertilizantes varía dependiendo la escala de consideración. Todos los usuarios deben contribuir a la selección de indicadores para alcanzar el óptimo de los cuatro objetivos de manejo, PSRA. El marco conceptual que proponemos, es de gran utilidad para garantizar que el set de indicadores elegidos provea un balance de los cuatro objetivos, en armonía con los objetivos de desarrollo sustentable.

Conclusión

Las mejores prácticas de manejo para el uso de los fertilizantes son aquellas que sostienen el logro de forma exitosa de los principales objetivos del manejo de sistemas de cultivos: **p**roductividad, **r**entabilidad, **s**ustentabilidad, y salud **a**mbiental. Un fuerte conjunto

de principios científicos guiando el desarrollo y la implementación de las MPM de uso de los fertilizantes, ha surgido a partir de una larga historia de investigación agronómica y de fertilidad de suelos. Aquellos principios – cuando se ven como una parte del marco global- muestran que el conjunto de las MPM más apropiado, puede solamente ser identificado a nivel local, cuando el contexto total de cada práctica es conocido. El marco global para las MPM, también muestra la necesidad del empleo de un complemento balanceado de indicadores para describir adecuadamente los beneficios y riesgos del uso de los fertilizantes en el contexto del desarrollo sustentable.

Referencias bibliográficas

Brundtland G.H. 1987. Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development.

Dobermann A. 2007. Nutrient use efficiency – measurement and management. pp 1-28. In Fertilizer Best Management Practices. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices (FBMPs). 7-9 March, 2007. Brussels, Belgium.

IPNI. 2008. A global framework for best management practices for fertilizer use. IPNI Concept Paper #1. Norcross, GA.

Monteith J.L. 1990. Can sustainability be quantified? Indian J. Dryland Agric. Res. Dev. 5:1-5.

Roberts T.L. 2007. Right product, right rate, right time, and right place…the foundation of best management practices for fertilizer. pp. 29-32. In Fertilizer Best Management Practices. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices (FBMPs). 7-9 March, 2007. Brussels, Belgium.

Snyder C.S. y T.W. Bruulsema. 2007. Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America: Indices of Agronomic and Environmental Benefit. International Plant Nutrition Institute. Reference # 07076.

Witt C. 2003. Fertilizer use efficiencies in irrigated rice in Asia. Proceedings of the IFA Regional Conference for Asia and the Pacific, Cheju Island, Republic of Korea, 6-8 October 2003. [online]. Disponible en www.fertilizer.org (last update 2003; accessed 27 Sept. 2005). Paris: International Fertilizer Association.

Agradecimientos

El Dr. Paul Fixen contribuyo con la generación del concepto de marco, y su aporte a través del proceso de desarrollo es muy apreciado.

Tabla 1. Indicadores funcionales para las MPM de uso de los fertilizantes relacionados con los objetivos de manejo del cultivo.

Objetivo de Manejo	Indicador Funcional	Descripción
Productividad	Rendimiento	Cantidad de cultivo cosechado por unidad de área cultivada por unidad de tiempo.
	Calidad	Cantidad de componentes del cultivo cosechados (azúcar, proteína, minerales, etc.) u otros atributos que agregan valor al producto cosechado.
	Eficiencia de Uso de los Nutrientes	Rendimiento o absorción de nutrientes por unidad de nutriente aplicado.
	Eficiencia del Uso del Agua	Rendimiento por unidad de agua aplicada o disponible. Relevante para los sistemas de producción irrigados o en secano.
	Eficiencia de Uso del Trabajo	Demanda y suministro de mano de obra están críticamente relacionados con el número y momento de operaciones de campo.
	Eficiencia de Uso de la Energía	Rendimiento del cultivo por unidad de energía consumida.
Rentabilidad	Beneficio Neto	Refleja el volumen y el valor del cultivo producido, por unidad de tiempo, relativo a todos los costos de producción. Limitación es la falta de capacidad para manejarse con las externalidades que no presentan un valor económico.
	Inversión o Retorno	Similar al beneficio neto, adicionando en la consideración el capital de inversión y las amortizaciones.
	Adopción	Proporción de productores que utilizan MPM especificas. A menudo, medibles con facilidad, pero el contexto es importante.
Sustentabilidad del Sistema de Cultivos	Productividad del Suelo	Refleja cambios en los niveles de fertilidad del suelo, materia orgánica, y otros indicadores de calidad del suelo.
	Estabilidad de los Rendimientos	Resilencia de los rendimientos de los cultivos a variaciones en el clima y las adversidades (plagas, malezas y enfermedades).
	Ingresos del campo	Mejoras relacionadas a la subsistencia.
	Condiciones de Trabajo	Calidad de Vida.
Ambiente Saludable	Calidad del agua y del aire	Concentración y carga de nutrientes en los cuerpos de agua y aire en las cuencas de los sistemas agrícolas. Limitada habilidad para monitorear a escala de campo; el monitoreo a nivel de cuenca, escala regional y global es un servicio público importante.
	Servicios del Ecosistema	Difícil de cuantificar. Importante de identificar. Puede incluir la dependencia del cultivo de depredadores y polinizadores, relacionado con la recreación deportiva, caza, pesca, etc.
	Biodiversidad	Difícil de cuantificar- puede ser descriptivo.
Social y BioFísico	Erosión del Suelo	Grado de cobertura del suelo por cultivos en activo crecimiento y con residuos de cultivos anteriores.
	Pérdida de Nutrientes	Pérdidas específicas de nutrientes al agua o al aire. Hay muchas vías de pérdida, razón por la cual son difíciles de cuantificar a nivel de campo.
	Balance de Nutrientes	Medida total de ingreso y egreso de nutrientes, a nivel de la superficie del suelo o del campo. El requerimiento de ingreso de nutrientes es, a menudo, relacionado con el incremento en la remoción de nutrientes por la cosecha de los cultivos, a medida que los rendimientos se incrementan.

Fertilización nitrogenada y azufrada en cebada cervecera cv. Scarlett

P. Prystupa[1], R. Bergh[2], G. Ferraris[3], T. Loewy[4], L. Ventimiglia[5], F.H. Gutierrez Boem[1] y L. Couretot[3]
[1]Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, FAUBA; [2]Chacra Experimental Integrada de Barrow, INTA-MAA; [3]EEA Pergamino, INTA; [4]EEA Bordenave, INTA; [5]UEEA 9 de Julio, INTA.
prystupa@agro.uba.ar

Introducción

La cebada producida en nuestro país tiene como destino casi exclusivo la elaboración de malta. Para este objetivo, se prefiere que el contenido proteico del grano de cebada sea mayor a 10% y menor a 12%. Durante la comercialización, las partidas de cereales que no cumplen con este requisito reciben importantes descuentos en el precio.

El cultivar Scarlett es uno de los más difundidos en el país y en el mundo. Al igual que otras variedades, como Quilmes Ayelén, tiene un muy alto potencial de rendimiento pero suele presentar concentraciones de proteínas excesivamente bajas (Matthiess et al., 2002; Michiels y Degenhart, 2004). En los cultivos de cereales, la fertilización nitrogenada es una herramienta que permite incrementar el contenido proteico de los granos y alcanzar los potenciales de rendimiento.

La información disponible sobre la fertilización nitrogenada en cebada cervecera en nuestro país se refiere casi exclusivamente al cultivar Quilmes Palomar. Esta variedad tiende a generar altos contenidos proteicos, pero posee un menor potencial de rendimiento (Lázzari et al., 2007; Loewy y Ron, 2001). Existe escasa información publicada sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada en las variedades de altos potenciales de rendimiento. Matthiess et al. (2002), en una red de ensayos de fertilización nitrogenada realizados en el sur de la provincia de Buenos Aires con la variedad Scarlett, no pudieron establecer un método para diagnosticar las deficiencias de N, pero observaron que con disponibilidades de hasta 150 kg N/ha el contenido proteico no superaba el 12%.

La difusión de estas variedades han generado un nuevo desafío tecnológico: ¿cómo obtener contenidos proteicos que no sean demasiado bajos, sin resignar eficiencia en la utilización del N? Una alternativa para aumentar el contenido de proteínas de los granos podría ser complementar las fertilizaciones nitrogenadas realizadas entre siembra y macollaje, con aplicaciones foliares durante antesis-espigazón. En nuestro país, se ha observado que las aplicaciones durante esta etapa suelen producir aumentos del contenido proteico en trigo pan y trigo candeal (Bergh et al., 2000; Loewy et al., 2004). Esta aplicación se realiza cuando ya ha transcurrido una parte del ciclo del cultivo, razón por la cual se podría diagnosticar la necesidad de fertilización con mayor precisión. El diagnóstico en este estadío fenológico puede realizarse evaluando ciertas características de las plantas. En nuestro país, se ha logrado predecir satisfacto-

Tabla 1. Algunas características de los ensayos realizados.

N°	Año	Localidad	Partido	Labranza	Años Agric.	Suelo
1	2005	Micaela Cascallares	Tres Arroyos	S.D.	>10	Argiudol típico
2	2005	San Francisco Belloq	Tres Arroyos	L.C.	>20	Hapludol típico
3	2005	Puan	Puan	L.C.	6	Haplustol típico
4	2005	Coronel Suarez	Coronel Suarez	L.C.	>10	Argiudol típico
5	2005	La Trinidad	Gral. Arenales	S.D.	>20	Argiudol típico
6	2005	Arribeños	Gral. Arenales	S.D.	>20	Hapludol típico
7	2005	Dennehy	9 de Julio	L.C.	7	Hapludol éntico
8	2005	Junín	Junín	S.D.	>20	Hapludol éntico
9	2005	Baigorrita	Gral. Viamonte	L.C.	>10	Hapludol típico
10	2006	Micaela Cascallares	Tres Arroyos	S.D.	>10	Hapludol típico
11	2006	San Francisco Belloq	Tres Arroyos	L.C.	>20	Hapludol típico
12	2006	Puan	Puan	L.C.	5	Haplustol típico
13	2006	Coronel Suarez	Coronel Suarez	S.D.	12	Argiudol típico
14	2006	La Trinidad	Gral. Arenales	S.D.	>10	Argiudol típico
15	2006	Arribeños	Gral. Arenales	S.D.	>10	Hapludol típico
16-17	2006	Anderson	Bragado	S.D.	5	Hapludol éntico
18	2006	Junín	Junín	S.D.	>10	Hapludol éntico
19	2006	Baigorrita	Gral. Viamonte	L.C.	>10	Hapludol típico

S.D.: siembra directa, L.C.: Labranza convencional

riamente la respuesta a la fertilización nitrogenada durante antesis en trigo, mediante el índice de verdor en hoja utilizando el clorofilómetro, Minolta Spad (Bergh et al., 2000).

En la región pampeana, las principales limitantes nutricionales para la productividad de los cultivos son las deficiencias de nitrógeno (N) y fósforo (P). Pero, en los últimos años, se han observado respuestas a la fertilización azufrada en diversos cultivos, soja (Gutierrez Boem et al., 2007); maíz (Prystupa et al., 2006) y trigo (Galantini et al., 2006). En un ensayo realizado en el partido de Bragado empleando cebada cv. Scarlett, Michiels y Degenhart (2004) observaron una importante respuesta a la fertilización azufrada.

Los objetivos de esta red de ensayos fueron evaluar diferentes estrategias de fertilización nitro-azufrada en cebada cervecera cv. Scarlett, orientadas a compatibilizar altos rendimientos con adecuado contenido proteico, y determinar si la medición del índice de verdor contribuye al diagnóstico de aplicaciones complementarias de N foliar en espigazón.

Materiales y Métodos

Entre los años 2005 y 2006 se realizaron 19 experimentos distribuidos en el área de cultivo de cebada de la Provincia de Buenos Aires. En la Tabla 1 se indican la ubicación de los experimentos y algunas características de los sitos experimentales.

Se empleó la variedad Scarlett y se realizaron las prácticas culturales habituales para cada región. Todos los tratamientos fueron fertilizados con 20 kg de P/ha previo a la siembra.

El diseño experimental fue de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones, excepto en los ensayos 8, 9, 17 y 18 donde se realizaron cuatro repeticiones.

Los tratamientos a evaluar correspondieron a la combinación de distintos niveles de fertilización nitrogenada y azufrada a la siembra, y fertilización nitrogenada en espigazón (Tabla 2). Los diferentes niveles de N inicial se establecieron como la suma del N como nitratos presente en el suelo antes de la siembra (0-60 cm de profundidad) y el N aplicado con el fertilizante nitrogenado. Los tratamientos fertilizados con azufre recibieron 10 kg de S/ha, en una fuente soluble junto con la fertilización nitrogenada inicial. La fertilización nitrogenada se realizó durante macollaje en los ensayos realizados en el sur de la provincia (N° de ensayos: 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12 y 13) e inmediatamente después de la siembra, en los realizados en el norte de la provincia (5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18 y 19). Para ello se aplicó urea en todos los experimentos, excepto en los ensayos 3, 4, 12 y 13 donde se empleó UAN. La fertilización nitrogenada foliar en espigazón se realizó aplicando sobre el canopeo urea en solución con bajo contenido de biuret.

Previo a la fertilización foliar en espigazón, se determinó el índice de verdor mediante un clorofilómetro (Minolta-Spad). En el cultivo de trigo esta medición se realiza usualmente en la hoja bandera; pero dado que la hoja bandera en cebada es muy pequeña, la medición se realizó en la anteúltima hoja en 20 plantas por parcela.

La cosecha se realizó en forma manual y se trilló en trilladoras estacionaria. El contenido proteico de los granos se determinó mediante espectroscopia de infrarrojo cercano.

Los resultados se analizaron por análisis de varianza. Cuando el efecto de los tratamientos fue significativo, se realizaron contrastes entre medias previamente planeados utilizando diferencia mínima significativa según lo detallado en la Tabla 3. Para determinar el efecto simple del N inicial, las interacciones entre el N inicial y el S, y la interacción entre el N inicial y el N en espigazón, se combinaron contrastes.

Resultados

Efectos sobre el rendimiento

a) Fertilización nitrogenada inicial

Si bien esta red presentó una gran variabilidad de rendimientos entre ensayos, se debe destacar el alto potencial de rendimiento alcanzado: en 5 de los 19 ensayos, con rendimientos superiores a los 6.000 kg/ha (Fig. 1).

Tabla 2. Tratamientos realizados en los ensayos evaluados.

Tratamiento	N inicial ($N\text{-}NO_3$ en el suelo + N del fertilizante) (kg N/ha)	Cantidad de nutriente aplicar (kg/ha)	
		S en siembra	N en espigazón
1	Testigo	0	0
2	70 (ó 100)	0	0
3	100 (ó 130)	0	0
4	130 (ó 160)	0	0
5	70 (ó 100)	10	0
6	100 (ó 130)	10	0
7	130 (ó 160)	10	0
8	70 (ó 100)	10	20
9	100 (ó 130)	10	20
10	130 (ó 160)	10	20

Nota: El N inicial indicado entre paréntesis indica los niveles de disponibilidad de N empleados en los experimentos 4, 5, 6, 13, 15 y 17.

Se observaron respuestas significativas, a la fertilización nitrogenada inicial, en 7 de los 19 ensayos (Tabla 4). En ellos, el rendimiento aumentó entre el 24 y 45%, lo que significó incrementos superiores a una tonelada en 5 ensayos. Cabe destacar, que incluso en los 12 ensayos en que las diferencias no fueron significativas, se observó también una tendencia general al aumento de los rendimientos.

Considerando todos los ensayos, los rendimientos se relacionaron de manera poco estrecha con la disponibilidad de N, considerando la suma del N en el fertilizante y en el suelo a la siembra (Rendimiento = 9,3 N + 3577; R^2 = 0,052; *P*=0,053). Se puede observar que los ensayos que tuvieron rendimientos máximos menores a 4.000 kg ha^{-1} (Puan 2005, San Francisco 2005, Junín 2005, Puan 2006 y Junín 2006) no respondieron a la fertilización nitrogenada (Fig. 1). Los sitios con respuesta fueron aquellos con potencial de rendimiento intermedio o alto. Si se consideran los cinco ambientes de mayor potencial productivo (que representarían situaciones cercanas al potencial de rendimiento para la región), los valores máximos se obtuvieron con niveles de N inicial de entre 100 y 130 kg N/ha.

b) Fertilización azufrada

La fertilización azufrada incrementó significativamente los rendimientos en los dos experimentos realizados en el Partido de General Arenales en el año 2006 (Trinidad y Arribeños) (Tabla 4). En estos dos experimentos, la respuesta promedio fue de 593 kg/ha. En el ensayo de Trinidad realizado en el año 2005, la aplicación de este elemento disminuyó significativamente los rendimientos. La respuesta promedio en todos los ensayos fue de 112 kg/ha. Esta información sugiere que las deficiencias de este elemento en los cultivos de cebada de la región pampeana no son generalizadas, aunque en ciertas situaciones puntuales pueden representar una limitante a la producción.

La respuesta a la fertilización azufrada (expresada como respuesta absoluta o rendimiento relativo) no se asoció a ninguna de las variables medidas. En los 14 experimentos en que se midió la concentración de sulfatos, esta variable no resultó un buen predictor de la respuesta a la fertilización azufrada (Fig. 2). Esta ausencia de asociación entre la respuesta a la fertilización azufrada y la concentración de sulfatos ha sido observada en la mayoría de las redes de fertilización azufrada realizadas en la región pampeana (Echeverria et al. 2002 en soja, Ferraris et al. 2005 en maíz, Galantini et al. 2006 en trigo).

c) Fertilización nitrogenada en espigazón

La aplicación de N en espigazón sólo incrementó significativamente el rendimiento en el ensayo de Trinidad del año 2005 (Tabla 4). La respuesta promedio en todos los ensayos fue de 19 kg/ha. La interacción entre las fertilizaciones nitrogenada inicial y en espigazón no fue significativa en ninguno de los experimentos realizados. En síntesis, la fertilización nitrogenada en este estadío no afectó de manera marcada el rendimiento

Efectos sobre el contenido proteico de los granos

a) Fertilización nitrogenada inicial

En general, los contenidos proteicos de los granos observados en esta red son bajos: en sólo 4 ensayos los valores fueron superiores al 12,5% que es considerado excesivo de acuerdo a las condiciones comerciales utilizadas en los últimos años (Fig. 3). La

Tabla 3. Contrastes entre tratamientos empleados en el análisis estadístico.

Contraste No	Tratamientos	Efecto
1	1 vs (2, 3 y 4)	N inicial
2	2 vs (3 y 4)	
3	3 vs 4	
4	(2, 3 y 4) vs (5, 6 y 7)	S
5	(2, 6 y 7) vs (5, 3 y 4)	N inicial X S
6	(3 y 7) vs (4 y 6)	
7	(5, 6 y 7) vs (8, 9 y 10)	N espigazón
8	(5, 9 y 10) vs (8, 6 y 7)	N inicial X N espigazón
9	(6 y 10) vs (8 y 7)	

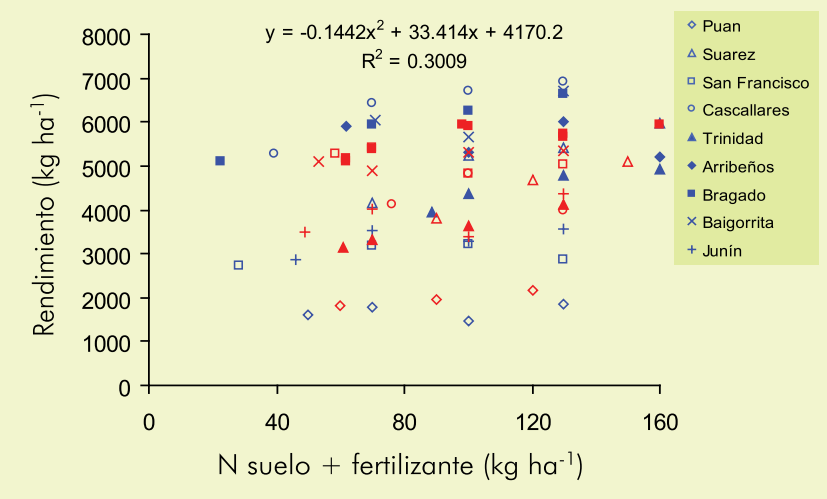

Figura 1. Rendimiento en función de la oferta de N (suelo + fertilizante, 0 - 60 cm). Los símbolos azules corresponden a los experimentos del 2005 y los rojos a los del 2006. La línea indica la función ajustada a los ambientes de mayor rendimiento (Cascallares, Baigorrita, Bragado y Arribeños en el 2005 y Bragado en el 2006).

fertilización nitrogenada incrementó significativamente el contenido proteico de los granos en 12 de los 19 experimentos analizados (Tabla 5). La respuesta promedio fue de, aproximadamente, 2 puntos de porcentaje. Esto significa que por cada kilogramo de N aplicado el porcentaje proteico aumentó, en promedio, 0,03. En todos los experimentos (con la excepción del de Puan del 2005 y Baigorrita 2006) el contenido proteico obtenido con la máxima dosis (tratamiento 4) fue superior al inmediatamente inferior (tratamiento 3). Esto indica que el efecto del N sobre el contenido de proteínas se prolonga más allá de los niveles de N inicial que maximizan el rendimiento.

b) Fertilización azufrada

La fertilización azufrada disminuyó significativamente el contenido proteico en tres ensayos y lo aumentó en uno (Tabla 5). Si se consideran todos los ensayos, la fertilización azufrada tendió a disminuir el porcentaje de proteínas en un 0,27%. Esta tendencia a disminuir el contenido proteico en los tratamientos fertilizados con S puede ser interpretada como una dilución como consecuencia del aumento en el rendimiento.

c) Fertilización nitrogenada en espigazón

La fertilización nitrogenada durante espigazón aumentó significativamente el contenido proteico de los granos en diez ensayos (Tabla 3). De la misma manera, en los ensayos en que los efectos no fueron significativos, la fertilización nitrogenada durante espigazón también tendió a aumentar las proteínas (excepto en los ensayos de Puan del 2005 y de Arribeños del 2006). Promediando todos los ensayos, la fertilización durante espigazón incrementó el contenido proteico de los granos un 0,75%, lo que implica que por cada kilogramo de N aplicado en este momento el contenido proteico aumentó 0,0375%. Considerando que en las aplicaciones en las primeras etapas del cultivo aumentaron el contenido proteico un 0,03% por kg N, la aplicación en espigazón fue, en promedio, un 25% más efectiva que la realizada en las etapas iniciales (aunque cabe señalar que las aplicaciones iniciales también aumentaron el rendimiento).

La respuesta del contenido proteico de los granos a la fertilización nitrogenada en espigazón no se asoció en forma significativa con el índice de verdor (Fig. 4). Para considerar las posibles variaciones entre sitios, se calculó un índice de verdor relativo dividiendo la observación obtenida en cada tratamiento por la medición obtenida con el máximo nivel de N inicial donde puede suponerse que no hubo limitantes en la disponibilidad de N, o al menos fueron mínimas. Sin embargo, el índice de verdor relativo tampoco se asoció significativamente con la respuesta de las proteínas a la fertilización en espigazón. Por lo tanto, las mediciones de índice de verdor, no serían útiles para predecir la respuesta a la fertilización nitrogenada en espigazón en esta especie. Es probable

Tabla 4. Respuesta del rendimiento al nitrógeno inicial (Ni), al azufre (S) y al nitrógeno en espigazón y análisis de varianza en cada sitio. La respuesta al Ni se calculo como la diferencia entre el tratamiento 1 y el máximo de los tratamientos 2,3 y 4. La respuesta al S se calculó como la diferencia entre los promedios de los tratamientos (2, 3 y 4) y (5, 6 y 7). La respuesta a Ne se calculó como la diferencia entre los promedios de los tratamientos (5, 6 y 7) y (8, 9 y 10).

Sitio	Respuesta (kg ha^{-1})			Análisis de varianza (valor de *p*)				
	Ni	S	Ne	Ni	S	Ni x S	Ne	Ni x Ne
1	1644	-181	-71	0,021	NS	NS	NS	NS
2	494	572	-586	NS	NS	NS	NS	NS
3	254	-162	20	NS	NS	NS	NS	NS
4	1805	-7	-279	0,001	NS	NS	NS	NS
5	952	-323	517	0,001	0,013	NS	0,001	NS
6	82	343	42	NS	NS	NS	NS	NS
7	1526	239	251	0,031	NS	NS	NS	NS
8	709	179	-116	NS	NS	NS	NS	NS
9	662	-101	117	NS	NS	NS	NS	NS
10	680	336	-1064	NS	NS	NS	NS	NS
11	124	-14	309	NS	NS	NS	NS	NS
12	353	55	-78	NS	NS	NS	NS	NS
13	1278	174	457	0,010	NS	NS	NS	NS
14	960	886	-125	NS	0,010	NS	NS	NS
15	1307	301	147	0,010	0,060	NS	NS	NS
16	794	-35	105	NS	NS	NS	NS	NS
17	785	133	127	NS	NS	NS	NS	NS
18	881	-56	239	0,010	NS	NS	NS	NS
19	241	-200	355	NS	NS	NS	NS	NS

que el pequeño tamaño de las hojas terminales de la cebada (comparadas con las hojas del cultivo de trigo) haya incrementado el error de la determinación disminuyendo el valor predictivo de la medición.

Estimación del contenido proteico a partir de la fertilización nitrogenada

a) El contenido proteico y la relación oferta de N / rendimiento

En la mayoría de los ensayos realizados en esta red observamos incrementos en el contenido proteico por efecto de la fertilización nitrogenada. Comparando entre experimentos se observó que los sitios que tuvieron mayores rendimientos presentaron los menores contenidos proteicos y viceversa. Estos resultados sugieren que el contenido proteico de los granos es una consecuencia de la relación entre la oferta de N y el rendimiento.

Para cuantificar esta relación se elaboró un índice dividiendo la disponibilidad de N por el rendimiento (Nd/R). La disponibilidad de N se calculó sumando el N presente en los nitratos del suelo hasta 60 cm de profundidad más el N aportado por los fertilizantes. Se consideró tanto el fertilizante nitrogenado inicial, el fertilizante nitrogenado aplicado en espigazón como el fertilizante nitro-fosforado (por ej., en los ensayos en que se aplicó fosfato monoamónico de base). El Nd/R representa los kilogramos de N disponibles (suelo + fertilizante) por tonelada de grano. El contenido proteico de los granos se asoció significativamente a este cociente (Fig. 5).

Es interesante destacar que tratamientos con y sin S se distribuyeron uniformemente a ambos lados de la curva de regresión indicando que la fertilización azufrada no alteró marcadamente esta relación. De igual manera, los tratamientos con y sin fertilización nitrogenada en espigazón se distribuyeron a ambos lados de la curva indicando que el momento de fertilización nitrogenada tampoco alteró la relación.

La función obtenida permite estimar la cantidad de N por tonelada de grano necesaria para alcanzar un determinado contenido proteico. Para alcanzar un contenido proteico entre el 10 y el 12% se debe disponer entre 22,2 y 40,0 kg N/Tn grano. En la Tabla 6 se indican los niveles de N disponible necesarios para alcanzar diversos valores de contenido proteicos.

b) Utilización del modelo para calcular la dosis de fertilizante nitrogenado

Antes de realizar la fertilización es posible estimar qué rendimiento se espera obtener en un lote. Esto usualmente se realiza promediando los rendimientos obtenidos en el lote en los últimos años, o a través de una evaluación basada en la experiencia del técnico que recomienda la fertilización.

El modelo presentado en la Figura 5 incluye como variable dependiente al rendimiento. Si se reemplaza en las ecuaciones el rendimiento observado por un rendimiento estimado previo a la fertilización, el modelo se transforman en predictivo: permite estimar los requerimientos de N para alcanzar un contenido proteico determinado. Es importante aclarar que las predicciones tienen un nivel de confiabilidad inferior a la que sugiere el R^2 del modelo porque la estimación del rendimiento está sujeto a un error que puede ser muy importante.

Para calcular los requerimientos de fertilizante nitrogenado utilizando el modelo que emplea la relación Nd/R se debe:

a) Estimar, antes de fertilizar, un rendimiento esperado en el lote.
b) Establecer que contenido proteico quiero obtener. A partir de ello se calcula el Nd/R empleando la Tabla 6 o la Figura 5.
c) Determinar los nitratos presentes en el suelo hasta 60 cm de profundidad a la siembra.

Considerando que:

Nd/R (kg N/Tn grano) = Nd (kg N/ha) / Rend (Tn grano/ha) *(Ecuación 1)*

Nd (kg N/ha) = Nd/R (kg N/Tn grano) * Rend (Tn grano/ha) *(Ecuación 2)*

Donde: Nd: N en nitratos hasta 60cm en siembra más N en el fertilizante, y Rend: rendimiento esperado.

La ecuación 2 permite calcular el N en el suelo más el fertilizante que debemos alcanzar para obtener un determinado contenido proteico. Si le descontamos el N presente en el suelo a la siembra y el que aporta el fertilizante nitro-fosforado podemos calcular la dosis de fertilizante nitrogenado.

Conclusiones

La fertilización nitrogenada en las primeras etapas del cultivo resulta una herramienta muy útil para incrementar el rendimiento y el contenido proteico. En los sitios con mayor potencial productivo, es necesario disponer entre 100 y 130 kg N/ha para alcanzar los rendimientos máximos. Las dosis con las que se alcanzan los máximos rendimientos suelen ser inferiores a aquellas con las que se suelen alcanzar contenidos proteicos adecuados. La fertilización nitrogenada en espigazón es algo más eficiente que la inicial, para aumentar el contenido proteico. Independientemente del momento en que se fertiliza, es posible estimar los requerimientos de nitrógeno para obtener un determinado contenido proteico si se estima un rendimiento esperado.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Fertilizar Asociación Civil por el apoyo económico recibido; a Maltería Pampa S.A., en particular al Ing. Agr. Daniel Desmery del Laboratorio de la Planta Tres Arroyos, por los análisis de calidad de las muestras de cebada; y a los Ings. Agrs. Gustavo Franco y Marcelo Sabbione por el apoyo brindado en la realización de los experimentos de Junín y Baigorrita.

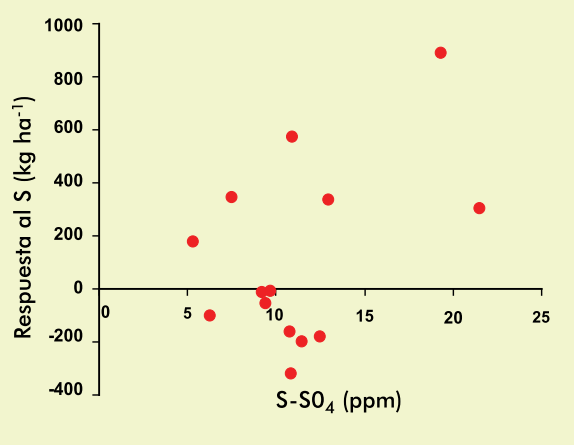

Figura 2. Respuesta a la fertilización azufrada (calculada como la diferencia entre el promedio de los tratamientos 5, 6 y 7 menos el promedio de los tratamientos 2, 3 y 4) en función de la concentración de $S\text{-}SO_4^-$ presente en la capa de 0 a 20 cm del suelo durante la siembra.

Referencias bibliográficas

Bergh R., A. Baez, A. Quattrocchio y M. Zamora. 2000. Fertilización nitrogenada para calidad en trigo candeal. Informaciones Agronómicas 7: 13-16.

Echeverría E., G. Ferraris, G. Gerster, F.H. Gutierrez Boem y F. Salvagiotti. 2002. Fertilización en soja y trigo - soja: respuesta a la fertilización en la región pampeana resultados de la red de ensayos del proyecto fertilizar – INTA Campaña 2000/2001 y 2001/2002. EEA INTA Pergamino, 44 p. (disponible on line en www.fertilizar.org.ar).

Ferraris G., F.H. Gutiérrez Boem, P. Prystupa, F. Salvagiotti, L. Couretot y D. Dignani. 2005. Fertilización azufrada en maíz en la pampa ondulada. VIII Congreso Nacional de Maíz. 16 a 18/11/2005. Rosario, Pcia. de Santa Fe: 162-165.

Galantini J., M.R. Landriscini, R. Fernandez, G. Mindolo, J. Cachiarelli y J.O. Iglesias. 2006. Trigo: Fertilización con nitrógeno y azufre en el sur y sudoeste bonaerense. Informaciones Agronómicas 29: 23-25.

Gutierrez Boem F.H., P. Prystupa y G. Ferraris. 2007. Seed number and yield determination in sulphur deficient soybean crops. J. Plant Nutr. 30: 93-104.

Lazzari M.A., M.R. Landriscini y M. Echagüe. 2007. Nitrogen uptake by malting barley grown under conditions found in Buenos Aires Province, Argentina. Commun. Soil

Tabla 5. Respuesta del contenido proteico de los granos al nitrógeno inicial (Ni), al azufre (S) y al nitrógeno en espigazón y análisis de varianza en cada sitio. La respuesta al Ni se calculo como la diferencia entre el tratamiento 1 y el máximo de los tratamientos 2, 3 y 4. La respuesta al S se calculó como la diferencia entre los promedios de los tratamientos (2, 3 y 4) y (5, 6 y 7). La respuesta a Ne se calculó como la diferencia entre los promedios de los tratamientos (5, 6 y 7) y (8, 9 y 10).

Sitio	Respuesta (%)			Análisis de varianza (p)				
	Ni	S	Ne	Ni	S	Ni x S	Ne	Ni x Ne
1	2,30	-0,20	0,74	0,001	NS	NS	0,001	NS
2	3,40	-0,74	1,80	0,001	NS	NS	0,001	NS
3	3,10	0,47	-0,08	0,001	NS	NS	NS	NS
4	2,23	0,49	0,23	0,001	0,024	NS	NS	NS
5	-0,30	0,10	0,46	NS	NS	NS	NS	NS
6	0,37	-0,18	0,51	NS	NS	NS	NS	NS
7	3,33	-0,91	0,93	0,001	0,011	NS	0,008	NS
8	2,60	-0,38	1,15	0,001	NS	NS	0,003	NS
9	1,85	0,48	0,34	NS	NS	NS	NS	NS
10	2,83	-1,07	1,44	0,017	NS	NS	0,011	NS
11	3,80	-0,07	0,62	0,001	NS	NS	NS	NS
12	4,17	-1,50	1,27	0,001	0,029	NS	0,059	0,070
13	1,63	-0,12	0,80	0,001	NS	NS	0,001	0,090
14	1,20	-0,04	0,51	NS	NS	NS	NS	NS
15	0,50	-0,70	-0,28	NS	NS	NS	NS	NS
16	1,30	-0,07	0,82	0,020	NS	NS	0,002	NS
17	1,57	-0,11	0,67	0,009	NS	0,017	0,011	NS
18	1,73	-1,23	2,31	NS	0,060	NS	0,013	NS
19	-0,07	0,62	-0,05	NS	NS	NS	NS	NS

Tabla 6. N disponible calculado como la suma de los nitratos en el suelo hasta 60 cm de profundidad más el contenido de N presente en el fertilizante, por tonelada de grano (Nd/R) necesario para alcanzar un determinado contenido proteico.

Contenido proteico (%)	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
Nd/R (kg N/Tn grano)	22,1	26,4	30,8	35,3	40,0

Sci. Plant Anal. 38: 371-388.
Loewy T., H.E. Echeverria y R. Bergh. 2004. Nitrógeno en trigo: Rendimiento y calidad panadera. II. Fertilización complementaria. VI Congreso Nacional de Trigo y IV Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. Bahía Blanca, Buenos Aires: 153-154.
Loewy T. y M.M. Ron. 2001. Proteína en trigo y cebada cervecera bajo fertilización nitrofosfórica. V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-invernal. Carlos Paz, Pcia. de Córdoba. Actas de la mesa de Cereales de siembra otoño-invernal.
Matthiess W., M. Serre, y M. Cattáneo. 2002. Fertilización nitrogenada en una variedad de cebada cervecera de alto potencial de rendimiento en la Argentina. Anales de la XXII Reunião Anual de Pesquisa de Cevada. Passo Fundo, Brasil.
Michiels C. y S. Degenhart. 2004. Ensayo de fertilización de cebada cervecera, var. Scarlett. Informaciones agronómicas 22:18-20.
Prystupa P., F.H. Gutierrez Boem, F. Salvagiotti, Ferraris G. y L. Couretot. 2006. Measuring corn response to fertilization in the Northern Pampas. Better Crops 90: 25-27.

APENDICE

Un ejemplo de uso del modelo (todos los cálculos son por hectárea). Si en un lote
a) hay 50 kg de N como nitratos hasta los 60 cm de profundidad
b) quiero obtener un contenido proteico de 11%
c) estimo que el rendimiento será de 5000 kg ha^{-1}
d) planeo aplicar 50 kg de fosfato monoamónico por hectárea que contiene 5,5 kg de N
En la Tabla 6 o en la figura 5 puedo estimar que para obtener 11% de proteínas debo disponer 30,824 kg N/Tn de grano.
Considerando que el rendimiento será de 5000 kg (o 5 Tn):
5 Tn * 30,8 kg N/Tn = 154 kg N
El N disponible puede provenir del suelo o de los fertilizantes. En este lote disponemos de 50 kg N
N fertilizante = N disponible total – N suelo =154 kg N – 50 kg N = 104 kg N
Pero vamos a aplicar 5,5 kg N con el fosfato monoamónico
N fertilizante nitrogenado = N fertilizante – N fertilizante nitrofosforado
N fertilizante nitrogenado = 104 kg N – 5,5 kg N = 98,5 kg N

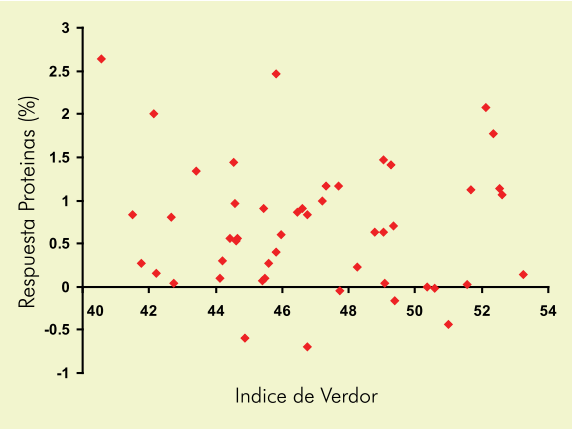

Figura 4. Relación entre la respuesta del contenido proteico de los granos a la fertilización durante espigazón y el índice de verdor de la anteúltima hoja. Cada punto representa el promedio de las 3 (o 4) observaciones realizadas en cada nivel de N inicial en cada uno de los sitios experimentales.

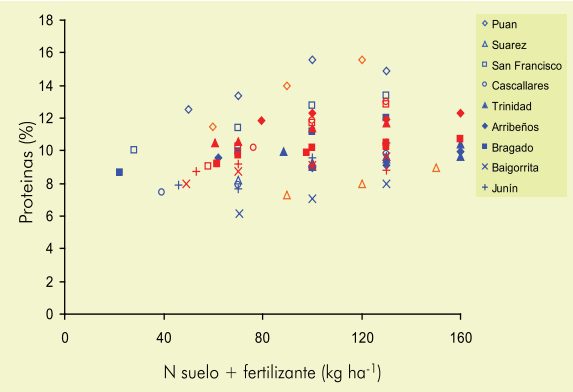

Figura 3. Proteína de los granos en función de la oferta de N (0-60 cm). Los símbolos azules corresponden a los experimentos del 2005 y los rojos a los del 2006. La línea indica la función ajustada a los ambientes de mayor rendimiento (Cascallares, Baigorrita, Bragado y Arribeños en el 2005 y Bragado en el 2006).

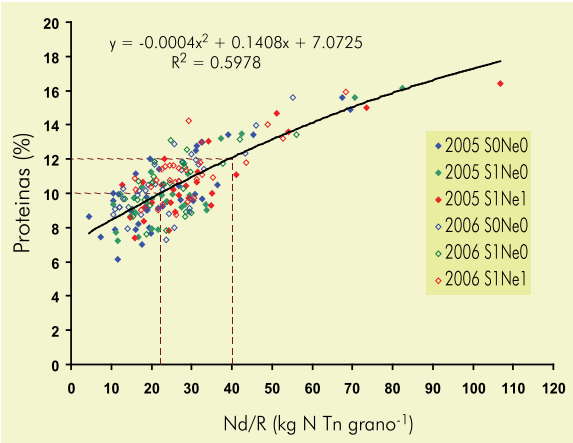

Figura 5. Relación entre el contenido proteico de los granos y el cociente entre la disponibilidad inicial de N en el suelo más el aportado por el fertilizante y el rendimiento obtenido (Nd/R). Se indica la ecuación ajustada (n = 183). Cada punto indica la media de las 3 o 4 (de acuerdo al experimento) parcelas.

Fertilización compuesta (N-P-S) de trigo en una rotación: Respuesta productiva y desarrollo radicular

Hugo S. Vivas[1], R. Albrecht[1], A. Oliveira Ferreira[2] y J. L. Hotián[3]
[1]INTA EEA Rafaela, [2]Universidad Estadual de Ponta Grossa, PR, Brasil, [3]Cooperativa Bernardo de Irigoyen.
hvivas@rafaela.inta.gov.ar

En la región central de la provincia de Santa Fe, el trigo es un componente importante de las rotaciones agrícolas, y normalmente para optimizar la producción requiere de una fertilización integral con nutrientes como el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S) (Vivas et al. 2003; Fontanetto et al. 2003). Según la disponibilidad de los suelos puede en ciertos casos, como en el oeste de Santa Fe, obviarse el uso del P o utilizarlo como arrancador. En cambio, en el centro-este de la provincia, como el Departamento San Jerónimo, y en particular en el presente ensayo de larga duración, la fertilización no solo debe ser balanceada, sino incluir una dosificaciones extra de P y S para obtener beneficios productivos y económicos en la leguminosa posterior de la secuencia (Vivas, 2003).

Con el sistema de siembra directa la disponibilidad de N de nitratos ($N\text{-}NO_3^-$) del suelo superficial al momento de la implantación del trigo es escasa, básicamente por las bajas temperaturas en suelo (Dowdell y Cannell, 1975). Cuatro años de relevamientos realizados por la EEA Rafaela en la región central de la provincia de Santa Fe, mostraron que entre el 82% al 94% de los análisis fueron inferiores a 10 ppm, concentración de N en suelo considerada como muy baja para los requerimientos de los cultivos, confirmando otras referencias como la de Alley y Brann (1999). La baja mineralización del suelo implica una inevitable utilización de fertilizantes nitrogenados para compensar el sistema. Los restantes nutrientes podrían variar según las características específicas del sitio o región.

La escasa mineralización en la época de siembra del trigo también afecta la disponibilidad del P, por lo que es importante que la mayor concentración de fosfatos se encuentre disponible en la capa superficial del suelo para favorecer el desarrollo radicular, el macollaje, la espigazón y, en consecuencia, los rendimientos (Blumenthal y Sander, 2002). Aunque el N es el nutriente más demandado, el P tiene una importancia estratégica: es deficiente en amplias áreas de la región pampeana, no tiene una reposición natural y la importación es necesaria para abastecer la provisión de los fertilizantes fosfatados, a nivel país. Como particularidad se destaca las características residuales como las encontradas por Vivas et al. (2001) y Vivas (2003) en la región central de la provincia y la sugerida por Salvagiotti et al. (2003) para la región centro-sur. Es necesario puntualizar que en condiciones de déficit hídrico la deficiencia de P condiciona la absorción del N (Vivas y Hansen, 1996).

Al igual que el P, el otro nutriente que posee propiedades residuales es el S y ello fue demostrado en varias oportunidades (Ramig et al., 1975; Vivas et al., 2001; Fontanetto et al., 2003). La respuesta al S es más notable en los sistemas de agricultura continua de secano y sobre todo si existe disminución de la materia orgánica (MO) o procesos de erosión (Oveson, 1966).

Como el diagnóstico del S es errático tanto en los análisis de suelo como en tejidos de plantas, hasta el presente el mejor indicador es la evidencia sobre el mismo cultivo (síntomas y producción). Cuando la respuesta se observa en trigo u otra gramínea indica que podría ocurrir la misma situación con las leguminosas posteriores y el resto de las cosechas en los años subsiguientes, si es que no ocurren deficiencias hídricas moderadas a severas. Por lo expuesto anteriormente, en la región central de la provincia es necesario fertilizar con N, P y S para aumentar los rendimientos del trigo y permitir que se expresen los efectos residuales del P y S en los cultivos posteriores.

Aunque la siembra directa con rastrojos en superficie tiene menor temperatura del suelo superficial, mayor densidad aparente y resistencia a la penetrabilidad, las condiciones se compensan por un sistema de macroporos más extenso que favorece el crecimiento y la distribución de las raíces (Rasse y Smucker, 1998). Si esta condición se combina con distinta dosis de fertilizantes es factible incrementar la proliferación radicular según la nutrición del suelo (Drew et al., 1973). Al respecto, Sainju et al. (2005) destacan que no solo se promueve mayor biomasa radicular sino también un incremento del carbono y el N edáfico. Qian y Doran (1996) estiman, según cultivo, un aporte entre 400 a 1600 kg/ha de C por cada estación de crecimiento proveniente de dicha fuente. Esto permitiría, con la descomposición radicular de los sucesivos cultivos, ir incrementando la MO de los horizontes superficiales, mejorar las condiciones de la rizosfera y, de ese modo, la calidad, la sustentabilidad y la productividad del suelo.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la fertilización compuesta N-P-S del trigo y su influencia sobre la producción de grano, la materia seca aérea, las espigas por unidad de superficie, los granos por espiga y observar el desarrollo radicular en la capa superficial del suelo.

Materiales y Métodos

La investigación se condujo en la Unidad Demostrativa Agrícola de Bernardo de Irigoyen (UDA), Departamento San Jerónimo, sobre un suelo de la

serie Clason, y como parte de un ensayo de larga duración iniciado en el año 2000 con la secuencia trigo/soja-maíz-soja. Las necesidades de N para el trigo fueron satisfechas en forma uniforme para todo el ensayo. En cambio, el P y el S fueron variables.
Los tratamientos en el trigo fueron una combinación de P (0, 20 y 40 kg/ha) y de S (0, 12, 24 y 36 kg/ha), con 60 kg/ha de N como dosis única, en un diseño de parcelas divididas, en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde el P constituyó la parcela principal y el S las subparcelas. La unidad experimental fue de 4,2 x 12 metros. El P se aplicó bajo la forma de superfosfato triple de calcio (P=20%), el S como yeso (S=18%) y el N como urea (N= 46%). La fertilización se renueva cada dos cosechas (la fertilización se realiza sobre el trigo y el maíz).
El contenido inicial de P extractable, y por el efecto residual de la secuencia anterior, fue P0= 7,5 ppm, P20= 10,7 ppm y P40= 17,8 ppm. Posiblemente, las dosis de S también tuvieron residualidad pero no es factible evaluarla con las actuales técnicas de laboratorio. La MO y el N-NO_3^- no tuvieron diferencias entre los tratamientos y en promedio fueron de 2,5% y 8,6 ppm, respectivamente. El P fertilizante se incorporó con la sembradora mientras que el N y el S se distribuyeron al voleo al momento de la siembra.
La variedad de trigo de ciclo intermedio fue ACA 601, que se sembró el 30-06-2006 y se cosechó el 23-11-06. Al estado de grano lechoso (Zadoks 7), 24-10-2006, se realizó la evaluación de los sistemas radiculares en los 12 tratamientos y en 2 repeticiones, según la técnica de Crestana et al. (1994). Con este propósito se realizaron calicatas de 1m x 0,50m y 0,40m de profundidad en la parte posterior y central de cada parcela y en sentido perpendicular a las líneas de siembra. La cara frontal de la calicata fue removida manualmente en ± 1-2 cm para exponer las raíces y, de ese modo, obtener las imágenes utilizando una cámara digital.
Las evaluaciones del sistema radicular se realizaron sobre imágenes fotográficas y para registrar las mismas se introdujo en la calicata un marco de madera con cuadrículas 0,10 x 0,10 metros formadas por hilos de nylon negro de 3 mm de diámetro. El suelo fue lavado con agua a presión utilizando una mochila y posteriormente con una solución de peróxido de hidrógeno al 10% para blanquear las raíces y favorecer el contraste fotográfico.
Introducido el marco, el relevamiento fotográfico se realizó en un cuadro de 0,80 m de ancho x 0,30 m de alto (0,24 m^2). En cada calicata se obtuvieron 8 imágenes y en cada una conteniendo varias cuadrículas 0,10 x 0,10 m. Cada imagen fue procesada con el programa Corel Draw, versión 12, para obtener el contraste radicular. Posteriormente, para la cuantificación de la longitud del sistema radicular, se utilizó el programa SIARCS 3.0 (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo) desarrollado por Crestana et al. (1994). En la Figura 1 se presenta un esquema del trabajo realizado.
En el momento de la evaluación radicular también se tomaron muestras de la parte aérea de la planta para evaluar la materia seca y las espigas por unidad de superficie (2 m lineales). Posteriormente y previo al momento de la cosecha se tomaron muestras de espigas (15 por parcela) para evaluar los granos por espiga y el peso de los 1000 granos. La producción del trigo se evaluó con la cosecha de 32,4m^2 por parcela, utilizando una cosechadora experimental. Los rendimientos de grano y las demás variables de componentes analizadas se sometieron al análisis de la variancia y de regresión al nivel del 5% de significancia utilizando el programa SAS versión 8 (SAS, 1999).

Resultados y discusión

Las precipitaciones de interés para el cultivo registradas en 2006 fueron: febrero (110 mm), marzo (87 mm), abril (70 mm), mayo (1 mm), junio (64 mm), julio (5 mm), agosto (2 mm), setiembre (9 mm), octubre (68 mm) y noviembre (120 mm). El déficit hídrico fue marcado durante tres meses del período vegetativo, destacándose la falta de precipitaciones durante setiembre, donde normalmente se acentúa el consumo de agua. Los rendimientos se pueden observar en la Figura 2.
Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P<0,05$) con un coeficiente de variación (CV) del 9,1% y un coeficiente de determinación (R^2) de 0,74. Las diferencias debidas al P y al S fueron significativas ($P<0,05$) pero no así la interacción P*S.
La producción media fue de 2424 kg/ha con una tendencia creciente en función de la combinación de fertilizantes, variando de 1817 kg/ha para el testigo P0S0 hasta 2811 kg/ha para el tratamiento P40S36 (una diferencia superior del 55%). En general, las respuestas al P y al S fueron importantes ratificando la necesidad de utilizar ambos nutrientes junto con el N para mantener la productividad del sistema.
Como en años anteriores se observó la influencia significativa del S, aún en los tratamientos donde nunca se fertilizó con P, lo cual destaca el comportamiento individual de este factor en suelos con muchos años de agricultura continua (Fig. 3).
Sin duda, los dos factores fueron importantes, el P con un efecto lineal y el S con un efecto cuadrático significativo ($P<0,05$). El efecto del S combinado con P fue sobresaliente, particularmente en una campaña con marcado déficit hídrico donde se podría asumir, según lo aportado por Merril el al. (1996), que la fertilización permitió mayor eficiencia en el uso del agua y absorción de los nutrientes.
Respecto a la producción de MS las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron a ser significativas para el factor P ($P>0,05$), posiblemente por un alto CV= 19,4%, en cambio lo fueron para el S ($P<0,05$). La variación del contenido de materia seca (MS) puede verse en la Figura 4.
Existió una diferencia notable entre el testigo S0 y los restantes niveles de S para todas las dosis de P, destacándose la combinación P40S12. El P fue más importante para el desarrollo radicular y tendría un

efecto más indirecto en la generación de biomasa aérea, de allí que las pequeñas diferencias de MS para P no hayan sido más notables. No hubo interacción significativa P*S (P>0,05) la diferencia de magnitud para cada factor puede apreciarse en la Figura 5, donde se destaca nuevamente el rol del S.

La relación entre la producción de biomasa aérea (MS) y el rendimiento de grano para cada tratamiento tuvo una gran correspondencia y se puede apreciar en la Figura 6.

Para el componente espigas/m^2, tanto el P como el S generaron diferencias significativas (P<0,05) pero no así la interacción P*S (P>0,05). Los efectos de cada factor se pueden ver en la Figura 7.

El P tuvo un efecto lineal significativo (P<0,05), pero el S un efecto cuadrático significativo, a través de los niveles de P, (P<0,05) presentando la siguiente ecuación:

$y = 155,75 + 131,01\ x - 21,925\ x^2$; $R^2 = 0,85$.

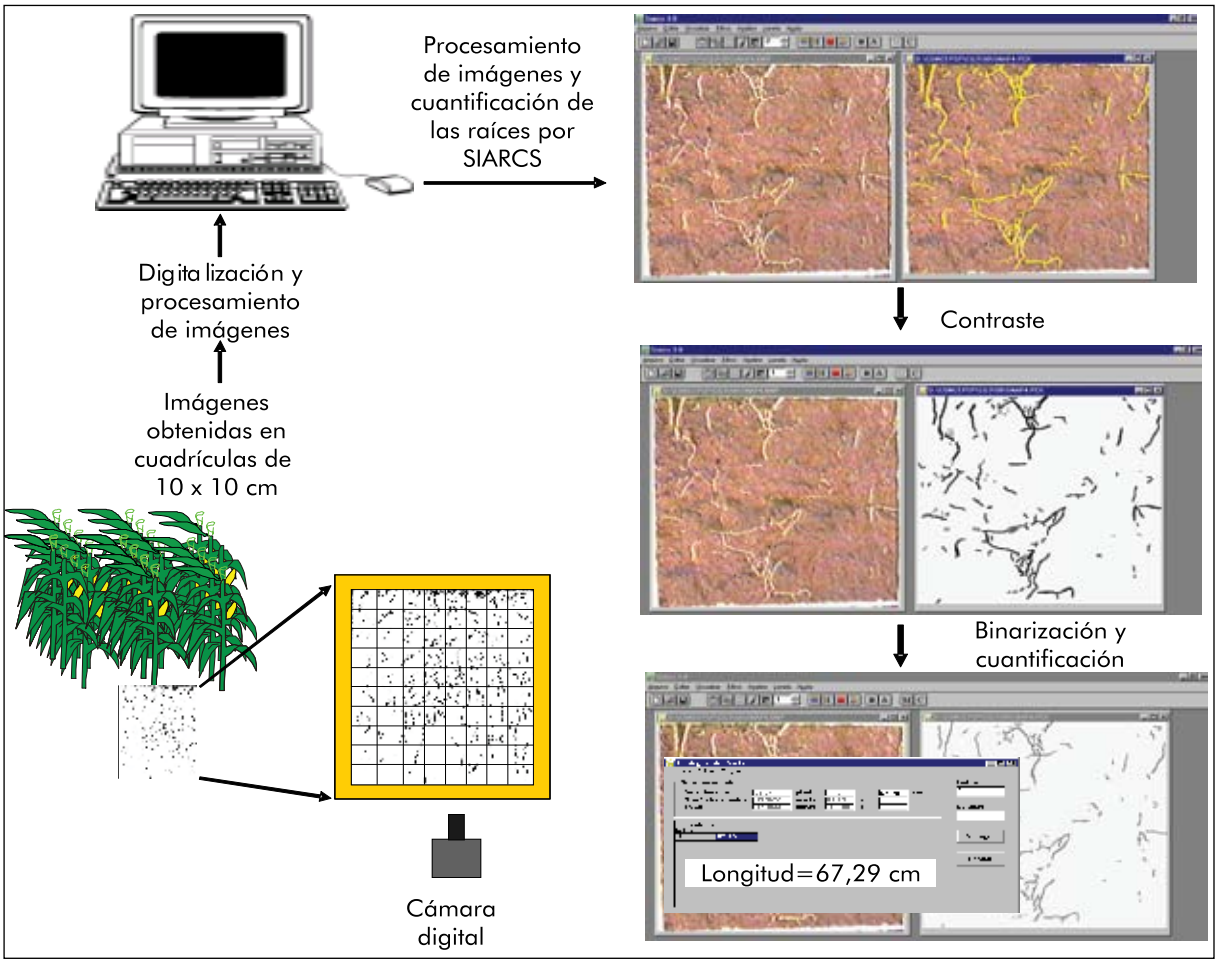

Figura 1. Esquema de trabajo (adaptado de Joao Carlos de Moraes Sá y A. Oliveira Ferreira) para la evaluación del desarrollo radicular (longitud) de trigo en los primeros 0,30 m de profundidad del suelo. Bernardo de Irigoyen, 2006.

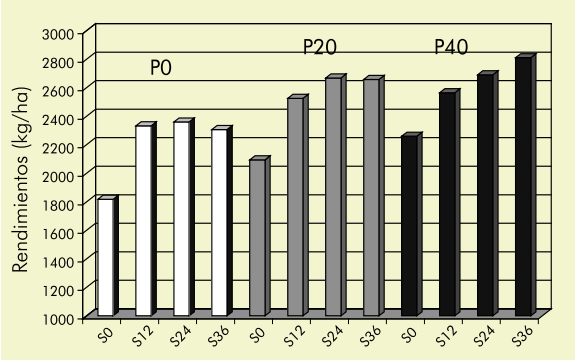

Figura 2. Producción de trigo con dosis variables de P y S, y fertilización uniforme de N dentro de la secuencia trigo/soja-maíz-soja. Bernardo de Irigoyen. 2006.

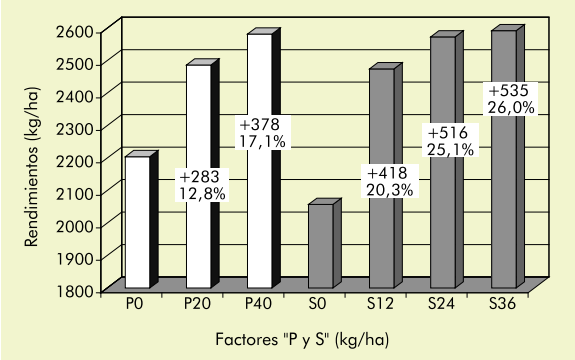

Figura 3. Respuesta de la producción de trigo al P y al S a través de los niveles correspondientes del otro factor. Bernardo de Irigoyen. 2006.

Además de lograr mayor producción de espigas por unidad de superficie, en los tratamientos fertilizados se observaron aumentos en los granos por espiga con las dosis crecientes de fertilización, principalmente por influencia del S con un efecto lineal significativo ($P<0,05$) (Fig. 8). El P no tuvo influencia significativa en la determinación del número de granos por espiga.
El peso de los 1000 granos también fue influido por los factores P y S, con un promedio para el ensayo de 35,4 g (información no presentada).
Los aumentos en la producción de trigo se explicarían por la respuesta significativa de la materia seca, las espigas por unidad de superficie y los granos por espiga, a la fertilización compuesta con N (uniforme para todo el ensayo)-P y S. La diferencia obtenida entre el testigo absoluto P0S0 y el mejor tratamiento P40S36 fue de un 55%. Al respecto se rescata el estudio realizado por Stewart et al. (2005), en ensayos de larga duración, donde estiman que entre un 30 a 50% de las cosechas puede atribuirse al uso de fertilizantes comerciales y que aún así la estimación podría ser conservadora. Como se aprecia, en el presente trabajo se supera dicho porcentaje.
Los efectos de los tratamientos de fertilización P x S

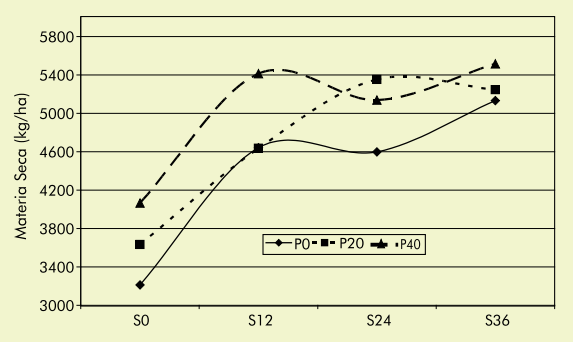

Figura 4. Relevancia del S en la producción de materia seca para los diferentes niveles de P. Bernardo de Irigoyen. 2006.

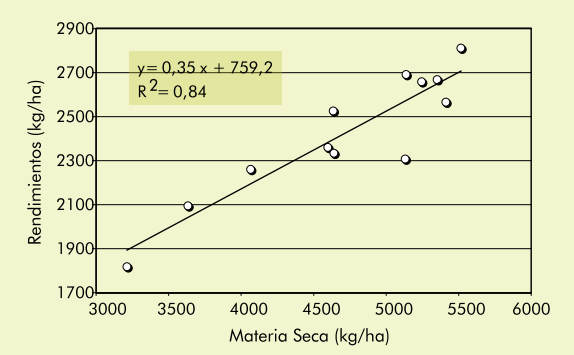

Figura 6. Relación entre la producción de biomasa y los rendimientos de trigo. Bernardo de Irigoyen. 2006.

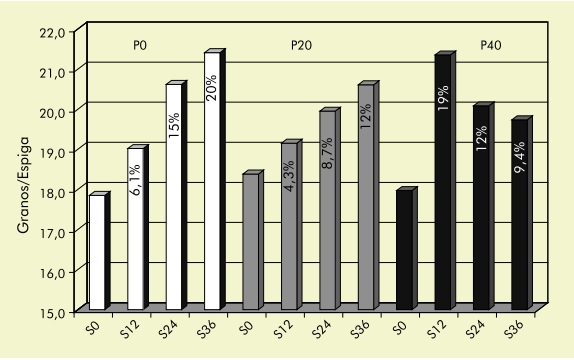

Figura 8. Granos por espiga según niveles de fertilización con P y S respecto del correspondiente nivel S0. Bernardo de Irigoyen. 2006.

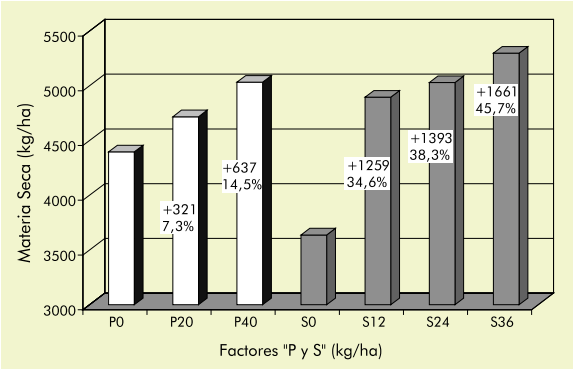

Figura 5. Respuesta de la materia seca del trigo al P y al S, a través de los niveles correspondientes del otro factor. Bernardo de Irigoyen. 2006.

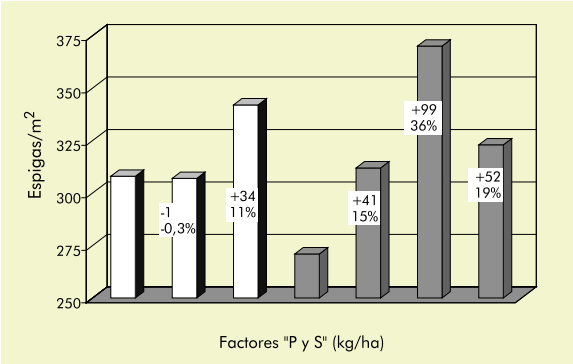

Figura 7. Producción de espigas y efecto de la fertilización con P y S. Respuesta de cada factor a través de los niveles correspondientes del otro. Bernardo de Irigoyen. 2006.

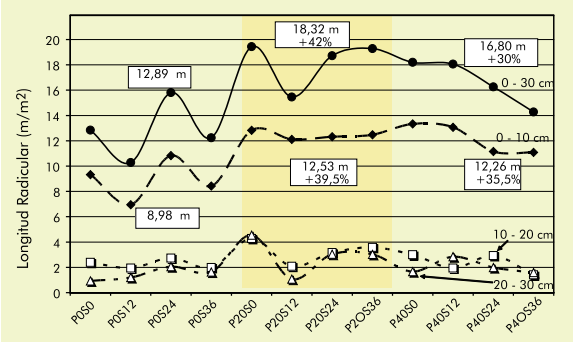

Figura 9. Variación de la longitud radicular (m/m2) de plantas de trigo en tres horizontes, 0-10cm, 10-20cm, 20-30cm y lo acumulado de 0-30 cm de profundidad, según fertilización con P y S. Promedios para cada tratamiento. Bernardo de Irigoyen. 2006.

en la longitud radicular se pueden ver en la Figura 9. En el horizonte de 0-10 cm se encontró la mayor cantidad de raíces y las mayores diferencias. El promedio de los tratamientos con P20 (12,53 m/m2) y P40 (12,26 m/m2) superaron al P0 (8,98 m/m2) en un 40% y 36%, respectivamente. La mayor longitud de raíces en este horizonte también definió las diferencias para la profundidad de 0-30 cm, con aumentos de raíces debido al P20 y P40 de 42% y 30% superiores a P0, respectivamente.

Las dosis de S para cada nivel de P no tuvieron una respuesta consistente en la longitud radicular, y cualquiera de los niveles de P utilizados favoreció el desarrollo de raíces en proporciones similares.

Mayor desarrollo radicular implicaría no solo aumentar la biomasa en los horizontes superficiales (0-30 cm), sino también, los compuestos resistentes como lignina, taninos y suberinas cuyo contenido en las raíces es superior al de los tallos. Esta particularidad facilitaría la fijación del carbono mineralizado del suelo y su acumulación como MO (Lorenz y Lal, 2005).

Hasta el presente, el conocimiento adquirido por este ensayo constituye lo que Fixen y García (2006) consideran como la retroalimentación del dispositivo para perfeccionar el manejo de los nutrientes. Es relevante, porque en los sistemas de secano, con gran variabilidad en la disponibilidad de agua y sin modelos predictivos, la aproximación en la información técnica adquiere importancia para futuras decisiones de manejo.

Consideraciones Generales

- La fertilización uniforme con N, y las dosis variables de P y S produjeron incrementos importantes en los rendimientos del trigo y de las variables asociadas como la materia seca, las espigas por unidad de superficie y los granos por espiga.
- El P fue relevante por el aporte al mayor desarrollo radicular, mientras que el azufre se destacó por su influencia en la magnitud de la biomasa aérea.
- El S produjo aumentos de rendimientos de trigo, aún en los tratamientos que nunca fueron fertilizados con P, lo que además de mostrar un comportamiento independiente de dicho factor evidenció limitaciones de la MO para proveer naturalmente dicho nutriente.

Referencias bibliográficas

Alley M.M. y D.E. Brann. 1999. Nitrogen management for winter wheat: principles and recommendations. Virginia Cooperative Extension. Crop and soil environmental sciences. Publication 424-026.

Blumenthal J.M. y D.H. Sander. Fertilizing winter wheat II. Phosphorus. Nebraska Cooperative Extension GO2-1461-A. 8 p.

Crestana S., M.F. Guimaraes, L.A.C. Jorge, R. Ralisch, C.L. Tozzi, A. Torre y C.M.P. Vaz. 1994. Avaliacao da distribuicao de raíces no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. R. Bras. Ci. Solo. 18:365-371.

Dowdell R.J. y R.Q. Cannell. 1975. Effect of plowing and direct drilling on soil nitrate content. J. Soil Sci. 26: 53-61.

Drew M.C., L.R. Saker y T.W. Ashley. 1973. Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. J. Exp. Bot. 24: 1189-1202.

Fixen P.E. y F.O. García. 2006. Decisiones efectivas en el manejo de nutrientes…mirando más allá de la próxima cosecha. Informaciones Agronómicas. INPOFOS Cono Sur. N° 32. 7p.

Fontanetto H., H.S. Vivas, R. Albrecht y J. Hotian. 2003. La Fertilización con N, P y S y su residualidad en una secuencia agrícola de la región central de Santa Fe. Efecto sobre el rendimiento de granos. INPOFOS Cono Sur. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Simposio: El Fósforo en la Agricultura: 91-92.

Lorenz K. y R. Lal. 2005. The depth distribution of soil organic carbon in relation to land use and management and the potential of carbon sequestration in subsoil horizons. Advances in Agronomy, 88:35-66.

Merril S.D., A.L. Black, y A. Bauer. 1996. Conservation tillage affects root growth of dryland spring wheat under drought. Soil Sci. Soc. Am. J. 60:575-583.

Oveson M.M. 1966. Conservation of soil nitrogen in a wheat summerfallow farming practice. Agron. J. 58:444-447.

Qian, J.H. y J.W. Doran. 1996. Available carbon released from crop roots during growth as determined by carbon-13 natural abundance. Soil Sci. Soc. Am. J,. 60:828-831.

Ramig R.E, P.E. Rasmussen, R.R. Allmaras y C.M. Smith. 1975. Nitrogen-sulfur relations in soft white winter wheat. I. Yield response to fertilizer and residual sulfur. Agron. J. 67:000-000.

Rasse D.P. y A.J.M. Smucker. 1998. Root recolonization of previous root channels in corn and alfalfa rotation. Plant Soil 204:203-212.

Sainju U.M., B.P. Singh y W.F. Whitehead. 2005. Tillage, cover crops, and nitrogen fertilization effects on cotton and sorghum root biomass, carbon, and nitrogen. Agron. J. 97: 1279-1290.

SAS Institute Inc. 1999. SAS OnlineDoc®, Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc.

Salvagiotti F., O. Novello, G. Gerster, S. Bacigaluppo, J. Castellarín y H. Pedrol. 2003. Disponibilidad de fósforo en sistemas agrícolas del centro-sur de Santa Fe y respuesta a la fertilización fosfatada de trigo. INTA EEA Oliveros. Trigo, campaña 2002/2003.

Stewart W.M., D.W. Dibb, A.E. Johnston, y T. J. Smyth. 2005. The contribution of Comercial Fertilizer Nutrients to Food Production. Agron. J. 97: 1-6.

Vivas H.S. 2003. Fertilizando el Suelo: Residualidad de los fertilizantes en rotaciones de cultivos y pasturas. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. XI Congreso de AAPRESID, "Simposio de Fertilidad y Fertilización en Siembra Directa". Bolsa de Comercio de Rosario. 26 al 29 de agosto de 2003.

Vivas H.S., H. Fontanetto, R. Albrecht y J.L. Hotián. 2001. Fertilización con fósforo y azufre para la producción de trigo en el departamento San Jerónimo. 2000/01. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 94. 6 p.

Vivas H. S. y W. Hansen. 1996. Corrección del fósforo edáfico en una rotación agrícola del centro-este de la provincia de Santa Fe. I. Producción de Trigo. Campaña 1995. 6 p.

Vivas H. S., H. Fontanetto, R. Albrecht, M. A. Vega y J. L. Hotian. 2001. Fertilización con P y S en el doble cultivo trigo-soja. Residualidad en soja. Respuesta física y económica. Campaña 2001. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 95.

Vivas H. S., R. Albrecht y J. L. Hotián. 2003. Siembra directa y fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre en trigo. Departamento San Jerónimo, 2003. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 101. p 31-38.

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 fosforo (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 antesis 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:

Dosis recomendada de Cl =
= 67 kg/ha – (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).

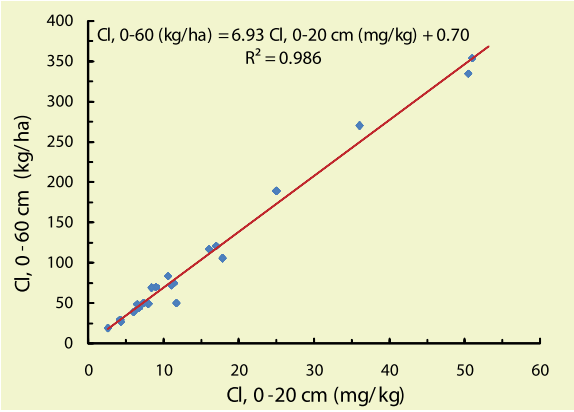

Figura. 1. Relación entre el contenido de Cl a 0-60 cm de profundidad y la concentración de Cl a 0-20 cm.

Materiales y Métodos

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,

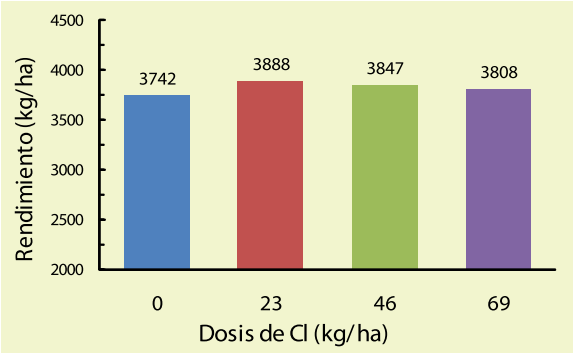

Figura 2. Rendimientos promedio para las cuatro dosis de Cl en ensayos realizados en la región pampeana argentina entre 2001 y 2006. Los rendimientos se promediaron para distintas fuentes de Cl, tratamientos de fungicida y variedades.

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	-
	9 de Julio	L. Ventimiglia	Dosis y fuentes Cl, Fungicida	Cl, K, F, Cl*K
2003	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

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

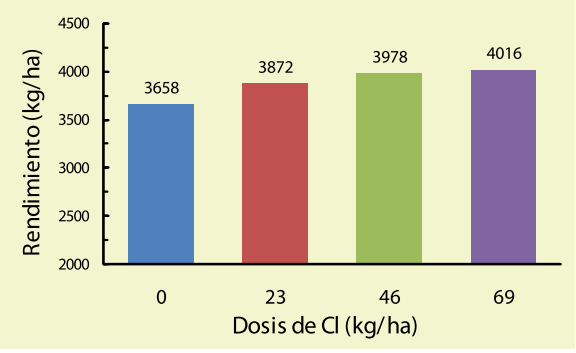

Figura 3. Rendimientos promedio para las cuatro dosis de Cl en ensayos con respuesta a Cl realizados en la región pampeana argentina entre 2001 y 2006. Los rendimientos se promediaron para distintas fuentes de Cl, tratamientos de fungicida y variedades.

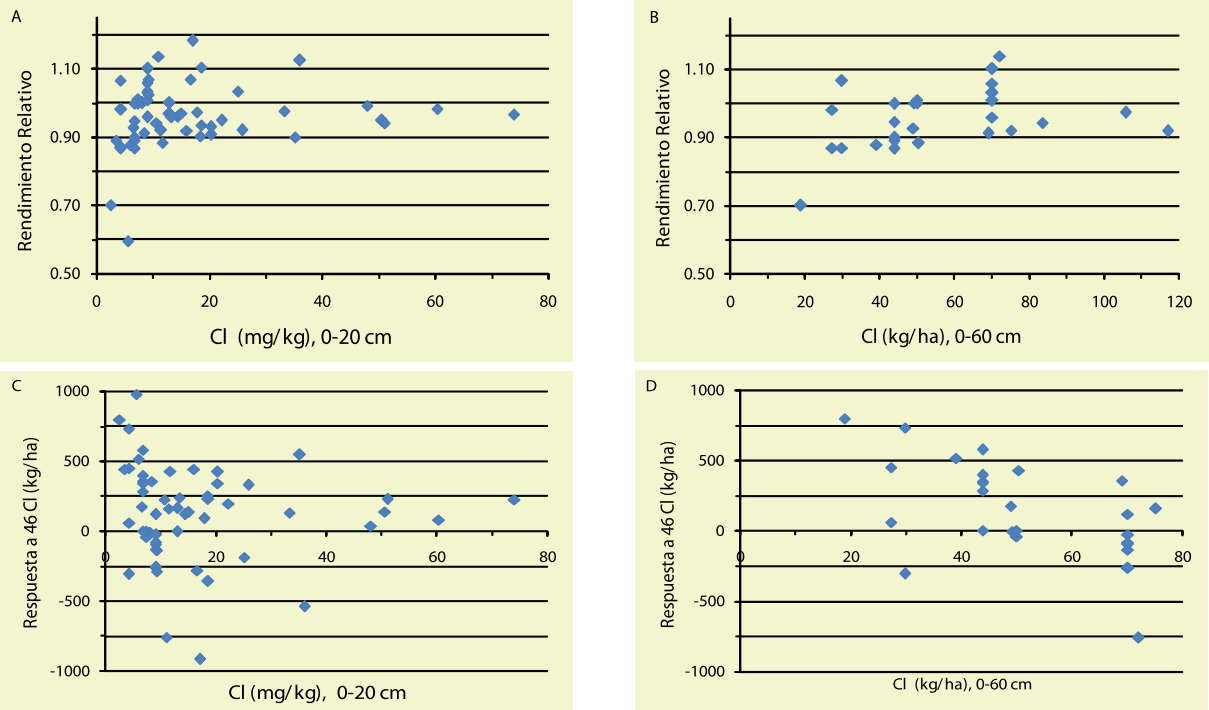

Figura 4. Rendimientos relativos y respuestas a la aplicación de 46 kg/ha de Cl en función de la concentración de Cl a 0-20 cm (A y C, respectivamente) y de la cantidad de Cl a 0-60 cm (B y D, respectivamente) al muestreo de presiembra, en 26 ensayos realizados en la región pampeana argentina entre 2001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

Tabla 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

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.

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 serian 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 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. 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 relaciono 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

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
Gaucho	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
Total	69	26	38

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, las 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.

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 facilito la ejecución de los ensayos

Referencias bibliográficas

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 Agricolas 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.

Fertilización con cloro en el cultivo de trigo: Efecto de la dosis y respuesta varietal

Luis A. Ventimiglia, Lisandro Torrens Baudrix y Jonatan Camarasa
UEEA INTA 9 de Julio. Av. Mitre 857, 9 de Julio, Buenos Aires, Argentina.
a9julio@internueve.com.ar

Introducción

La fertilización del cultivo de trigo se ha tornado en una práctica imprescindible en la región pampeana. En general, los balances nutricionales para los macronutrientes son negativos, esto quiere decir que es más lo que se exporta con los granos que lo que se adiciona con los fertilizantes. La fertilización con micronutrientes no se realiza, o si se aplica son muy pocos los productores que llevan adelante esta práctica. Si bien los micronutrientes son necesarios en cantidades pequeñas por parte de los cultivos, cuando los mismos se encuentran en carencia, comienzan a limitar el rendimiento, por más que exista abundancia de otros nutrientes. Los nutrientes llamados esenciales para el cultivo son 17, a saber: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cloro, hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, níquel y molibdeno.

El cloro (Cl) fue incluido en la lista de nutrientes esenciales en el año 1954. En algunos países desde hace varias décadas existen evidencias que demuestran la respuesta del cultivo de trigo a este nutriente. En nuestro país también se ha experimentado al respecto. Varios grupos de investigadores han demostrado que el cultivo de trigo presenta respuestas, en general positivas a la aplicación de Cl.

Si bien en algunos países existen límites críticos, los cuales dependiendo de los investigadores, se ubican entre los 30 y 70 kg/ha para análisis de suelo en el estrato 0 – 60 cm del perfil de suelo; en nuestro país, 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 (García, 2008). En general, se sabe que nuestros suelos disponen de cantidades bajas de este nutriente.

Otro factor que presenta influencia en la respuesta a este elemento, es la variedad utilizada. Posiblemente esto puede estar influenciado por el germoplasma que integran los respectivos materiales que se disponen hoy en día. Se puede suponer que aquellas variedades, que cuentan con una gran dotación genética de trigos nacionales, quizás tengan menores respuestas, que aquellos que provengan de materiales seleccionados en zonas con buena provisión de Cl en el suelo.

Materiales y Métodos

La Agencia INTA 9 de Julio viene desde hace varios años trabajando en el tema fertilidad de trigo; y el elemento Cl ha ocupado un lugar importante dentro de lo que son los experimentos con micronutrientes. En función de lo estudiado hasta el presente, en la campaña 2007/2008 se efectuaron una serie de ensayos en campo de productores, tratando de obtener información respecto a la adición de dosis crecientes de Cl, como así también verificar el comportamiento de un grupo de variedades, tanto de ciclo intermedio largo, como intermedio corto, con o sin aplicación de Cl.

El experimento con dosis de Cl incluyó 5 ensayos distribuidos dentro del partido de 9 de Julio. Los mismos tuvieron diferentes fertilizaciones de base, como así también de nitrógeno y azufre. Las dosis de Cl fueron iguales para todos los ensayos, estableciéndose de esta manera 4 tratamientos (T), a saber: T0 = 0 kg/ha de Cl; T1 = 23 kg/ha de Cl; T2 = 46 kg/ha de Cl y T3 = 69 kg/ha de Cl. El Cl fue adicionado como cloruro de potasio, en todos los casos fue aplicado en cobertura total posterior a la siembra. Todos los

Tabla 1. Tecnología aplicada en cada uno de los ensayos.

	Ensayos realizados				
	Barzi	Jesús María	Inchausti	Dos Amigos	Aeroclub
Antecesor	Soja 1ra				
Sistema siembra	Directa				
Fecha siembra	28/06/07	07/07/07	02/07/07	01/06/07	04/06/07
Variedad	K. Gavilán	DM Cronox	K. Zorro	K. Capricornio	Baguette P 11
Densidad siembra (kg/ha)	100	70	120	65	80
Fertilización base Dosis (kg/ha) y Fuente	55 - MAP	130 - MAP	100 - SPT	80 - Mezcla	100- Mezcla
Fertilización Nitrogenada Dosis (kg/ha) y Fuente	200 - Urea	200 - Urea	150 - Urea	200 - Urea	200 - Urea
Fertilización Azufrada Dosis (kg/ha) y tipo	55 - Yeso	55 - Yeso	25 - Sulfato Amonio	55 - Yeso	55- Yeso

ensayos contaron con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental presentó una superficie de 21 m² (7 m de largo x 3 m de ancho). En la Tabla 1 se presentan las características de los ensayos realizados.

En el establecimiento "Dos Amigos" se llevó adelante la otra experiencia en la cual se probó el efecto que tuvo el Cl sobre las distintas variedades de trigo Se establecieron dos fechas de siembra, para los ciclos intermedios largos, el 4 de julio, y para los ciclos intermedios cortos, el 10 de julio.

La fertilización aplicada fue de 80 kg/ha de una mezcla en la línea de siembra, la cual aporto fósforo, azufre y calcio, también se aplicaron en cobertura total 150 kg/ha de urea. Cada variedad, inmediatamente posterior a la siembra, recibió en una superficie de 2 m², 46 kg/ha de Cl como cloruro de potasio, al lado de esta parcela, se ubicó otra de la misma superficie, pero sin el agregado de Cl.

Todos los ensayos fueron cosechados en forma manual, el material obtenido fue trillado, pesado y determinado el rendimiento en kg/ha a humedad de recibo.

Resultados

Resultado de los ensayos de dosis de cloro

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los ensayos realizados. De las 5 experiencias, tres manifestaron diferencias a niveles de significancia entre 17,5 y 6,7% (Tabla 2). Las mayores diferencias se establecieron en Inchausti, en donde la dosis de 46 y 69 kg/ha de Cl fueron las que generaron una mayor diferencia entre tratamientos. En el caso de Barzi, los mejores resultados se ubicaron para la menor dosis de Cl aplicada, 23 kg Cl/ha, de todos modos no se establecieron diferencias entre las tres dosis de Cl utilizadas. En el lote Aeroclub, solamente la menor dosis de Cl se diferenció del testigo, mientras que las dosis de 46 y 69 kg Cl/ha presentaron resultados productivos desde el punto de vista estadístico similares. Con los 5 ensayos se realizó un análisis conjunto, el cual se presenta en la Figura 1.

De la Figura 1 se desprende que si bien los tres tratamientos que recibieron Cl presentaron rendimientos superiores al testigo, el único tratamiento que se diferenció del testigo fue el que aportó 46 kg/ha de Cl, si bien este no se diferenció de los tratamientos que aportaron 23 kg/ha y 69 kg/ha de Cl.

Aplicación de cloro a diferentes variedades de trigo

En las Tablas 3 y 4 se presentan los resultados de las variedades de ciclo largo e intermedio corto, con o sin aplicación de Cl.

Comentarios generales

Analizando el ensayo de dosis de Cl encontramos que de los 5 ensayos, 3 tuvieron respuestas positivas, en tanto que en los otros dos restantes no se manifestaron respuestas.

Realizando un análisis conjunto de estos experimentos las mejores respuestas fueron encontradas cuando se aplicaron 46 kg/ha de Cl, en este caso la diferencia con el testigo fue de 498 kg/ha. La dosis de 46 kg/ha de Cl presentó diferencias estadísticas con el testigo, pero no presentó diferencias con las dosis de 23 y 69 kg Cl/ha aplicadas.

Respecto al ensayo de Cl aplicado a las variedades, los resultados fueron diferenciales de acuerdo al material utilizado. Dentro de las variedades de ciclo intermedio largo, 4 variedades no presentaron respuestas, en tanto que 7 sí lo hicieron. La respuesta promedio varió entre 9 kg/ha y 504 kg/ha. Por otro lado, las variedades que no respondieron a la aplicación de Cl, presentaron una variabilidad ubicada entre - 2 kg/ha y - 580 kg/ha. Considerando los 11 materiales que participaron, la respuesta promedio fue positiva en 108 kg/ha.

En los materiales de ciclo intermedio corto, solamente 2 materiales no presentaron respuesta y esta se ubicó entre – 60 y – 206 kg/ha, en tanto que 12 materiales presentaron respuesta, la cual osciló entre 95 kg/ha y 811 kg/ha. Considerando los 14 materiales la respuesta

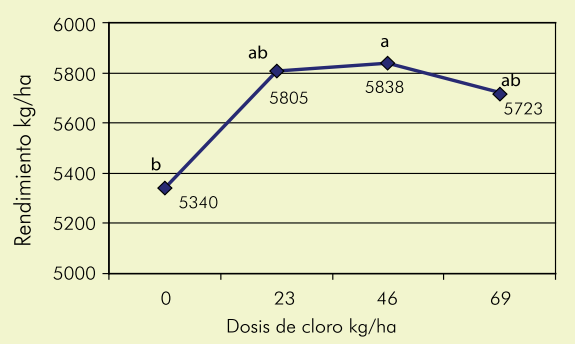

Figura 1. Análisis conjunto de rendimiento de trigo (kg/ha) para 5 ensayos y 4 dosis de Cl. Letras diferentes indican diferencias entre los tratamientos al 14,9% de probabilidad. CV% = 6,1

Tabla 2. Rendimiento (kg/ha) para diferentes dosis de Cl aplicados en cinco ensayos.

	Rendimientos (kg/ha)				
Dosis de Cl (kg/ha)	Barzi	Jesús María	Inchausti	Dos Amigos	Aeroclub
0	5.132 b	6.096 a	4.234 b	4.956 a	6.279 ab
23	6.108 a	6.173 a	5.009 ab	4.844 a	6.889 a
46	5.728 ab	6.289 a	5.609 a	5.087 a	6.478 ab
69	5.782 ab	6.649 a	5.596 a	4.735 a	6.050 b
Nivel significancia	15,1	NS	6,7	NS	17,5
CV %	7,6	12,6	10,8	11,4	6,3

Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas de acuerdo al Test DMS según el nivel de significancia estipulado. NS = No significativo

al Cl, en promedio, fue positiva en 352 kg/ha.
Si se analizan el total de materiales participantes, tanto de ciclo largo como corto, encontramos que los mismos, en el promedio de los 25 materiales participantes, presentaron una respuesta de 245 kg/ha a la aplicación de Cl.

Comentarios finales

- De acuerdo a los resultados obtenidos el trigo presentó respuesta al agregado de Cl.
- Las mejores respuestas se ubicaron en un rango de dosis de 23 a 46 kg/ha de Cl.
- Existiría, como se presumía por otros trabajos realizados con anterioridad, respuestas diferenciales de las variedades de trigo.
- En el promedio de todas las variedades de trigo, la respuesta a Cl fue positiva en el 76% de los casos, presentando una respuesta promedio de 245 kg/ha.
- Las mayores respuestas, tanto en cantidad de variedades que respondieron como así también en rendimiento, fueron para los materiales de ciclo intermedio corto, en este caso, el 86% de los materiales participantes presentaron respuestas positivas a este nutriente.
- Las respuestas aparentemente no fueron producidas por una mejor sanidad del cultivo, tal efecto, Cl como elemento para mitigar las enfermedades, no fue observado, por lo que se presume, que este nutriente estaría actuando dentro de otros procesos, los cuales provocarían un incremento de rendimiento.
- Se debería continuar con esta línea de investigación, indagando no sólo en dosis y variedades, sino también en productos que puedan proveer Cl, en sistemas de labranza, en ciclos de cultivo, en ambientes diferentes, etc.

Agradecimiento: Los autores agradecen al IPNI Cono Sur por el apoyo recibido para la realización de estos ensayos, como así también a los propietarios y personal de los establecimientos (Dos Amigos, Jesús María, Federico Barzi, Escuela Inchausti, Aeroclub), por el apoyo prestado para concretar las experiencias aquí presentadas.

Referencias Bibliográficas

García F.O. 2008. Cloro en trigo: Resultados de las experiencias en la región pampeana argentina: Años 2001 a 2006. Informaciones Agronómicas No. 38: 17-21. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires.

Tabla 3. Rendimiento (kg/ha) de variedades de ciclo intermedio largo con o sin aplicación de 46 kg/ha de Cl, y diferencias expresadas en kg/ha y de manera porcentual.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)		Diferencia	
	Con Cl	Sin Cl	-----kg/ha-----	-------%------
Klein Escorpión	3.911	3.913	- 2	- 0,1
Relmó Torcaza	4.148	4.083	65	1,6
Biointa 3000	5.051	4.718	333	7,0
Klein Gavilán	4.990	5.219	- 229	- 4,4
ACA 303	4.665	4.171	494	11,8
Baguette 30	4.309	4.300	9	0,2
Klein Capricornio	3.911	3.913	- 2	- 0,1
ACA 315	3.876	4.456	- 580	- 13,0
Biointa 3004	4.894	4.390	504	11,4
Baguette 21	4.241	4.021	220	5,5
Baguette Premiun 11	3.884	3.513	371	2,0
Promedio	4.353	4.245	108	2,5

Tabla 4. Rendimiento (kg/ha) de variedades de ciclo intermedio corto con o sin aplicación de 46 kg/ha de Cl, y diferencias expresadas en kg/ha y de manera porcentual.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)		Diferencia	
	Con Cl	Sin Cl	-----kg/ha-----	-------%------
Klein Tauro	3.827	3.887	- 60	- 1,6
Biointa 1001	3.610	3.816	- 206	- 5,4
ACA 901	4.211	3.736	475	12,7
Klein Zorro	3.855	3.508	347	9,8
Baguette 9	3.996	3.185	811	25,4
DM Cronox	4.304	4.028	276	6,8
Klein Chajá	3.887	3.567	320	8,9
DM Onix	4.608	3.812	796	20,8
Biointa 1002	4.750	4.447	303	6,8
Baguette Premiun 13	5.177	4.644	533	11,4
Klein Castor	4.697	4.602	95	2,0
Biointa 1000	4.592	4.096	496	12,1
Relmó Cóndor	4.748	4.367	381	8,7
Relmó Centinela	3.917	3.552	365	10,2
Promedio	4.298	3.946	352	8,9

Fertilización nitrogenada en avena

[1]Hugo Fontanetto, [1]Oscar Keller, [2]Fernando García e [2]Ignacio Ciampitti
[1]EEA INTA Rafaela. Rafaela, Santa Fe, Argentina. [2]IPNI Cono Sur. Av Santa Fe 910, Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
fontanetto@inta.rafaela.gov.ar

Introducción

Los sistemas de producción de la región central de la provincia de Santa Fe presentan diferentes secuencias o rotaciones de pasturas, en las que la avena en siembra directa adquirió gran importancia y es el verdeo de otoño-invierno más sembrado.
En cuanto a los requerimientos, se debe considerar que la extracción de nitrógeno (N) por la avena es elevada, de 20 kg N por tonelada de materia seca producida (Ciampitti y García, 2007). Esta especie, al igual que el resto de las gramíneas, en siembra directa presenta una gran respuesta al agregado de N al momento de implantación. Ello se explica en gran proporción a la baja disponibilidad de nitratos presentes en el suelo en ese momento.
La fertilización nitrogenada produce un rápido crecimiento y un gran aumento de producción de materia seca, variando la respuesta básicamente de acuerdo a la fuente de nitrógeno empleada, al momento de aplicación, a la dosis y al contenido de humedad y nitratos del suelo.

Fuentes nitrogenadas y momento de aplicación
Cuando el nitrógeno es aplicado junto con la semilla pueden existir problemas en la germinación. Las sembradoras de siembra directa que no separan al fertilizante de la semilla durante la implantación de la avena, provocan fitotoxicidad y muerte de plántulas cuando se sobrepasan ciertas dosis de fertilizante, alrededor de 70 kg/ha para el caso de la urea. La revisión realizada por Ciampitti et al. (2006), indica pérdidas de hasta el 50% o más de plántulas con dosis entre 80 y 100 kg/ha de Urea, dependiendo de las condiciones de humedad inicial del suelo. Por ello, cuando es necesario agregar dosis mayores sería conveniente la aplicación del fertilizante en forma dividida o separada de la semilla.
Con el objetivo de ajustar dosis y momentos de aplicación de distintas fuentes nitrogenadas se realizó un trabajo en la EEA INTA Rafaela, donde se evaluó el efecto de distintos fertilizantes nitrogenados y momentos de aplicación sobre la producción de forraje de avena en siembra directa.

Materiales y Métodos

La experiencia se realizó sobre un suelo de la serie Rafaela con contenidos iniciales de 3.1% de materia orgánica, 8.7 ppm de $N\text{-}NO_3$ y 0,147% de N total (Nt), para el estrato de profundidad de 0-20 cm del suelo. Las fuentes nitrogenadas en estudio fueron Urea (46% N) y UAN (32% N).
En esta experiencia se usaron dos dosis de N, 25 kg/ha y 50 kg/ha. Los momentos de aplicación fueron dos: en el primer caso la totalidad de la dosis fue aplicada al momento de siembra; mientras que en el segundo momento se dividió en mitad a la siembra al costado de la semilla y, el cincuenta por ciento restante, luego del primer corte, al voleo. Cuando se fertilizó únicamente a la siembra se aplicó junto a la semilla 25 kg/ha de N y en los casos que la dosis debía ser de 50 kg/ha de N se fraccionó, agregando 25 kg de N/ha al voleo previo a la implantación y el resto junto con la semilla.
Se determinó la producción de materia seca (MS) de tres cortes y la producción total acumulada (MSTA), en cada tratamiento evaluado.

Tabla 1. Producción promedio de MS de avena por cada corte y total acumulada.

Fuente de N	Dosis (kg N/ha)	Momento de aplicación	Producción de MS (kg/ha)			MSTA (kg/ha)
			1° corte	2° corte	3° corte	
Testigo	0		910 e	865 g	710 b	2485 e
Urea	25	Siembra	1320 c	1150 f	820 ab	3290 d
		Siembra + Primer pastoreo	1095 d	1370 e	930 a	3395 d
UAN		Siembra	1595 c	1290 ef	905 ab	3790 c
		Siembra + Primer pastoreo	1490 c	1425 de	895 ab	3810 c
Urea	50	Siembra	1850 b	1620 cd	1005 a	4475 b
		Siembra + Primer pastoreo	1375 c	2140 b	1040 a	4555 b
UAN		Siembra	2280 a	1820 c	1105 a	5205 a
		Siembra + Primer pastoreo	1590 c	2420 a	1170 a	5180 a

Medias de tratamientos con la misma letra no difieren entre sí (Duncan, $p < 0,05$). N25: 25 kg/ha de N; N50: 50 kg/ha de N.

Resultados

Los resultados obtenidos arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ensayados, en la producción de MS de los cortes y de la MSTA (Tabla 1). La fertilización provocó incrementos significativos en la MS de todos los cortes y en la MSTA en relación al Testigo, sin fertilizar. Por su parte, dosis de N mayores resultaron en incrementos en la producción de MS en cada uno de los cortes, en relación a la dosis menor (Tabla 1). En el primer corte se observó una gran diferencia entre los tratamientos con aplicación de 50 kg/ha de N a la siembra y el resto, con diferencias a favor de UAN respecto a la urea. Esto sugeriría que 12,5 o 25 kg N/ha fueron insuficientes para satisfacer las demandas del cultivo durante las primeras etapas del desarrollo y crecimiento.

Las dosis divididas provocaron mayores producciones que la dosis única en el segundo corte, debido a que la disponibilidad de N en el suelo para el rebrote fue mayor que en el resto de los tratamientos que aplicaron todo el fertilizante a la siembra. La dosis de 50 kg N/ha supero a la de 25 kg N/ha independientemente del momento de aplicación o la dosis utilizada. El UAN produjo en este segundo corte más producción de MS, con respecto al tratamiento de aplicación de Urea en dosis divididas, probablemente por su formulación, debido a que aporta un 50% de N en forma de nitratos, que se encuentran inmediatamente disponibles para que el cultivo pueda absorberlos.

En el tercer corte, no se registraron diferencias entre dosis de 25 y 50 kg/ha de N, momentos de aplicación o fuentes. Las dosis de 50 kg/ha de N alcanzaron rendimientos de MS superiores al testigo.

Como era lógico de esperar, las mayores producciones de MSTA se obtuvieron con la dosis de N mayor, 50 kg/ha (Fig. 1). Se detectaron diferencias entre fuentes dentro de cada dosis de nitrógeno ensayada, correspondiendo al UAN las mayores producciones de MSTA en relación a la urea. Considerando los tres cortes, la MSTA no difirió entre momentos de aplicación.

Las eficiencias de uso de N variaron entre 32 y 54 kg MS por kg de N aplicado. Si se consideran 15 kg de MS para producir 1 kg de carne y 1.2 kg de MS para 1 L de leche, se pueden estimar respuestas de 2.1 a 3.6 kg de carne por kg de N aplicado y de 27 a 45 L de leche. Para un precio de N de 1.2 U$ por kg (equivalente urea de 550 U$/t), de carne de 1 U$/kg y de leche de 0.8 U$/L, estas respuestas representarían retornos de 1.75 a 3 $/$ invertido para producción de carne y de 18 a 30 $/$ invertido para producción de leche.

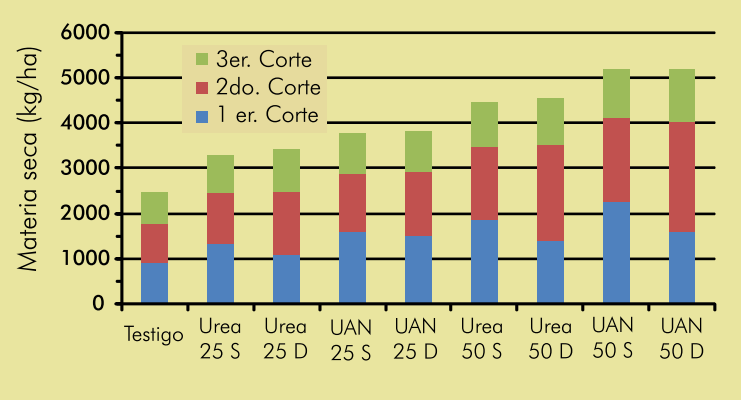

Figura 1. Producción de materia seca total acumulada (MSTA) en los tres cortes, para las distintas dosis, momentos de aplicación y fuentes de N.

Conclusiones

A dosis equivalentes de N y con las fuentes utilizadas en esta experiencia, cualquiera de los momentos de aplicación arrojaron producciones de MSTA similares.

Los resultados de este trabajo demuestran que si son necesarias dosis altas de N para la avena, se pueden aplicar en forma dividida, evitando la fitotoxicidad y muerte de plantas que provocan las mismas al ser aplicadas junto a la semilla.

Las diferencias observadas entre momentos de aplicación para los distintos cortes indican que la fertilización nitrogenada de avena puede ser utilizada estratégicamente para disponer de MS en periodos más o menos críticos.

Los resultados de esta investigación mostraron además, que el UAN produjo una mayor producción de MS de la avena, respecto a la Urea.

Las respuestas a N en avena pueden representar una práctica altamente rentable en la producción de carne o leche.

Referencias bibliográficas

Ciampitti I.A. y F.O. García. 2007. Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I Cereales, Oleaginosos e Industriales. Informaciones Agronómicas N° 33, Archivo Agronómico N° 11. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. Disponible en http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/E036AC788900A6560325728E0069FF05.

Ciampitti I.A., H. Fontanetto, F. Micucci y F.O. García. 2006. Manejo y ubicación del fertilizante junto a la semilla: Efectos Fitotóxicos. Informaciones Agronómicas N° 31, Archivo Agronómico N° 10. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. Disponible en http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/0F49DBD2C6BC86BA032571F60051B03F.

Publicaciones de IPNI

Las siguientes publicaciones se encuentran disponibles con un costo nominal

Titulo de la Publicación *(Vea el catalogo completo de publicaciones de IPNI en www.ipni.net/lasc)*	Costo U$S	Costo $ argentinos
Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Este libro, editado por INTA (Argentina) con la colaboración de IPNI, contiene los principios y conceptos fundamentales de la fertilidad de suelos y del manejo de fertilización para numerosos cultivos.	20	60
Simposio Fertilidad 2007. Actas del Simposio organizado por IPNI y Fertilizar en Rosario en Mayo de 2007.	14	40
La Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe: Resultados y conclusiones de los primeros seis años 2000-2005. Resumen y discusión de los principales resultados obtenidos en la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe (Argentina).	3.5	10
Nutrición y fertilización potásica en frutales y vides. Publicación de INIA La Platina (Chile) que discute los principales aspectos del manejo de potasio en frutales y vides, con énfasis en la situación del centro de Chile.	20	60
Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos en la región pampeana argentina. (Nueva edición en CD).	4	12
Simposio Fertilidad 2005. Nutrición, Producción y Ambiente. Actas del Simposio organizado por INPOFOS y Fertilizar en Rosario en Abril de 2005.	10	30
Síntomas de deficiencias nutricionales de trigo, maíz y soja. Set de tres posters que muestran y describen los síntomas de deficiencia de nutrientes en los tres cultivos.	5	15
Como se desarrolla una planta de soja. Edición en español de la guía fenológica y de manejo publicada por Iowa State University.	5	15
Como se desarrolla una planta de maíz. Edición en español de la guía fenológica y de manejo publicada por Iowa State University.	5	15
Simposio Fertilidad 2004. Fertilidad de Suelos para una Agricultura Sustentable. Actas del Simposio organizado por INPOFOS y Fertilizar en Rosario en Abril de 2004.	8	25
Simposio El Fósforo en la Agricultura Argentina. Actas del Simposio efectuado en Rosario en Mayo de 2003 (98 pág.)	5	15
Fertilidad 2002. Trabajos presentados en la Cuarta Jornada de Actualización Técnica para Profesionales realizada en Rosario (Argentina) en Mayo de 2002.	2.5	7.5
Fertilidad 2001. Trabajos presentados en la Tercera Jornada de Actualización Técnica para Profesionales realizada en Julio de 2001.	2.5	7.5
Fertilidad 2000. Trabajos presentados en la Jornada de Actualización Técnica para Profesionales realizada en Abril de 2000.	2.5	7.5
Manual de Fertilidad de Suelos. Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes.	15	45
Estadística en la investigación del uso de fertilizantes. Recopilación de conferencias presentadas en cursos de la especialidad por el Dr. Larry Nelson, publicada por la oficina de INPOFOS del Norte de Latinoamérica.	6	18
Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos. Cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo.	5	15
Nutrición de la Caña de Azúcar. Guía completa para la identificación y corrección de desordenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar.	15	40
Balance para el éxito. Trifolios con información de manejo nutricional de cultivos. Disponibles: Alfalfa, Trigo, Maíz, Soja, Sorgo granífero, Algodón.	0.50 c/u	1.5 c/u

Nuevas Formas de pago de publicaciones

Argentina

•Giro Postal o Telegráfico, a través de Correo Argentino o Envío de dinero a través de Western Union.
Los datos para realizar su envío son los siguientes:
DESTINATARIO: Sra. Laura Nélida Pisauri - DNI: 17.278.707
DIRECCION: Av. Santa Fe 910 (B1641ABO) Acassuso – Buenos Aires – Argentina
AGENCIA DE CORREOS DE DESTINO: Sucursal Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
•Depósito Bancario en Banco Galicia, Cta.Cte. N° 3856/4 053/5 Sucursal Olivos a nombre de INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE.
•Transferencia Bancaria a INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE, Banco Galicia, Suc. Olivos, Cta.Cte. N° 3856/4 053/5, CBU 0070053520000003856451 CUIT 30-70175611-4.

Solicitamos nos haga saber por teléfono, fax o e-mail, la opción elegida y nos envíe los datos para acreditar su pago (No.de giro y fecha, o datos de depósito o transferencia bancaria).

Otros Países

Envío de dinero a través de Western Union, según instrucciones para el envío indicadas más arriba.

Congresos, Cursos y Simposios

Esta sección presenta eventos futuros en el ámbito regional e internacional que pueden ser de interés de los lectores

1

1° Reunión de Riego "Para un uso más eficiente del agua de riego"
Lugar y fecha: E.E.A. INTA Manfredi, Manfredi (Cordoba). 18-20 Junio 2008.
Información: EEA INTA Manfredi Tel: (54) 03572-493053/58/61
riegomanfredi@manfredi.inta.gov.ar
riegomanfredi@gmail.com www.riego.org.ar

Conferencia Internacional de Agricultura de Precisión
Lugar y fecha: Denver (Colorado, EE.UU.). 20-23 Julio 2008.
Información: www.icpaonline.org

XV Congreso Nacional de AAPRESID
Lugar y fecha: Rosario, Santa Fe. 12-15 Agosto 2008.
Información: AAPRESID. www.aapresid.org.ar

International Conference and Field Workshop on Soil Classification - Soil: A work of art of the nature
Lugar y fecha: Santiago, Chile. 9-17 Noviembre 2008.
Información: www.scc2008.uchile.cl, mcasanov@uchile.cl

V Simposio Internacional Interacciones de Minerales de Suelo con Componentes Orgánicos y Microorganismos
Lugar y fecha: Pucón, Chile. 26-30 Noviembre 2008.
Información: www.ismom2008ufro.cl , mariluz@ufro.cl

Frutic Chile 2009 - Información e ingeniería para la producción sustentable de frutas y hortalizas
Lugar y fecha: Concepción (Chile). 5-9 Enero 2009
Información: www.frutic09.org

IPNI International Plant Nutrition Institute

RENOVACION DE SUSCRIPCION/ RENEWAL SUBSCRIPTION
INFORMACIONES AGRONÓMICAS DEL CONO SUR

SI UD. DESEA SEGUIR RECIBIENDO NUESTRA PUBLICACIÓN COMPLETE EL CUPÓN Y ENVÍELO POR CORREO, FAX O E-MAIL A:
IF YOU WANT TO CONTINUE RECEIVING OUR PUBLICATION, PLEASE FILL IN THE FOLLOWING DATA, AND SEND IT BY FAX, MAIL O E –MAIL TO:

IPNI Cono Sur - Av.Santa Fe 910 – (B1641ABO) Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
Tel/Fax (54)011-4798-9939/9988
E-mail: Lpisauri@ipni.net

Nombre y Apellido: .....
Name and last name: .....

Institución o Empresa:.....
Company:.....

Principal Actividad:.....
Main activity:.....

Dirección :Calle.....N°..... Localidad .....
Complete Adress.....

Provincia.....País.....
Country.....

Teléfono:.....
Telephone:.....

Correo Electrónico:.....
E-mail:.....

FECHA LÍMITE PARA ENVIAR LA SUSCRIPCIÓN: 20 Julio 2008
EN CASO CONTRARIO SERÁ DADO DE BAJA COMO SUSCRIPTOR

EXPIRATION DATE: 20 JULY 2008