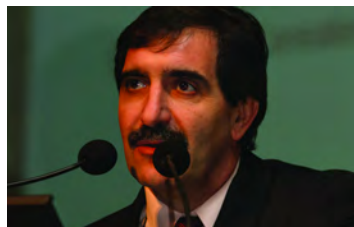




FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 4 - Junio 2006



**Investigación en la
Universidad de Entre Ríos**

Fertilización en trigo

**Módulo de investigación
Asociación Civil Fertilizar-INTA**

Nutrición y fertilización
Balances, modelos de diagnóstico e interacciones

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO II - Nº 3 - MARZO 2006

Investigación en la
Universidad de Entre Ríos

04



Fertilización en trigo

08



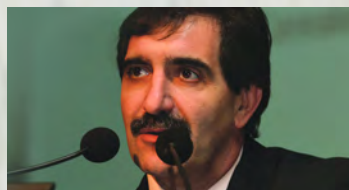
Módulo de Investigación
Asociación Civil
Fertilizar-INTA

19



Nutrición y fertilización
Balances, modelos de
diagnóstico e interacciones

25



Novedades & Eventos

33



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Alejandro Enrique Vollert

Vicepresidente
Jorge Bassi

Secretario
Sebastián Marcos Grondona

Prosecretario
Juan Luis Tamini Elicegui

Tesorero
Manuel Santiago Zardain

Protesorero
Marco Eugenio Prenna

Vocales Titulares
Claudio Horacio Martínez
Julían José Carneiro
Francisco Llambías

Vocales Suplentes
Miembro Vacante
Camila López Colmano

**Comisión Revisora
de Cuentas**

Miembro Titular
Pablo Omar Pussetto

Miembro Suplente
Julio Gastón Nogués

Comisión Técnica
Ana Balut
Santiago Chevallier
Oscar López Matorras
Pedro Parenti
Marcelo Palese

ACA
BUNGE
EMERGER
FÉLIX MENÉNDEZ
FERTICROPS
FERTIVA
NIDERA
PETROBRAS
PROFERTIL
QUEBRACHITO
REFRACTARIOS ARGENTINOS
REPSOL YPF
ROULLIER
YARA

Asesor en Contenidos Técnicos
Dr. Ricardo Melgar

ISBN en trámite

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

En esta nueva campaña de trigo, el desafío consiste en maximizar los rendimientos y mejorar los resultados económicos manteniendo o recuperando la fertilidad de los suelos. En Fertilizar Asociación Civil, estamos convencidos de que en el largo plazo, la fertilización constituye una herramienta fundamental en el manejo del sistema productivo para mitigar los desbalances nutricionales que se incrementan con la cosecha.

Si bien los resultados de las últimas encuestas realizadas a productores indican que el trigo sigue siendo el cultivo que más se fertiliza, es importante remarcar que aún hay un gran trabajo por hacer en materia de reposición. Según estimaciones propias, tomando la cantidad de nutrientes que se extrajeron con la cosecha de trigo y soja de la reciente campaña y expresándolos en valor fertilizante (MIO U\$S), vemos que la reposición fue sólo de un 22%. Esta cifra es muy baja si tenemos en cuenta el gran desbalance que produce la soja, en la cual tenemos que poner el foco para tener una reposición balanceada que pueda continuar dándonos beneficios como hasta ahora.

El 70% de los productores se apoya en asesores externos tales como: servicios de las compañías, entidades oficiales como INTA y universidades, revistas especializadas y asesores privados. Esto nos confirma que se requiere de un conocimiento y práctica más acabada para la toma de decisiones en esta materia. Es así que FERTILIZAR continúa organizando cursos de capacitación para profesionales del agro dictados por técnicos de reconocida experiencia y sigue editando la revista con el objetivo de difundir las herramientas disponibles para la toma de decisiones.

Seguiremos trabajando, esperando que esta edición sea una verdadera herramienta de gestión.

Hasta el próximo número.

Enzo G. Cástino
Gte. Ejecutivo Fertilizar Asoc. Civil

Investigación en la Universidad

El Magister Scientiae César Quinteros nos cuenta sus experiencias como investigador en el área de suelos



César Quinteros en sus habituales exposiciones.

¿Podés describirnos tus comienzos en la vida y la profesión?

Nací en Paraná, Entre Ríos, adonde vivo desde siempre con mi esposa y dos hijos. Egresé de la Universidad de Entre Ríos, como Ingeniero Agrónomo en julio de 1990. Inmediatamente comencé a trabajar en asesoramiento de campo y en un Proyecto de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, a cargo de los ensayos de campo en pasturas. Desde 1990 al 2000 he asesorado a productores de mi provincia, dedicados fundamentalmente a la agricultura, abarcando unas 10.000 has de siembra anual.

En el año 2000 formé una SRL dedicada a la comercialización de granos, venta de insumos y siembra en campos de terceros, con una participación del 33 % de las cuotas societarias. Se trata de una empresa pequeña que comercializa unas 20.000 toneladas de granos anualmente, con unas 2.000 has sembradas al año. En la misma, estuve a cargo del departamento técnico, compra y venta de insumos, siembras propias y asesoramiento de clientes. A fines de 2005 vendí mis cuotas societarias.

de Entre Ríos

En lo que respecta a mi formación de postgrado he asistido a cursos de capacitación, congresos, etc. En 1999, presenté la tesis que me permitió alcanzar el grado de Magister Scientiae, en la Facultad de Agronomía de la UBA. Actualmente he sido aceptado como alumno de Doctorado en la Universidad de La Coruña, España. Mi especialidad es suelos y nutrición de cultivos.

Soy docente de la Cátedra de Edafología y de Fertilidad de suelos y nutrición de cultivos de la UNER. He sido docente de postgrado en la UBA y en UNCba. En 15 años de docente universitario he integrado equipos multidisciplinarios de investigación en distintos temas. He dirigido becarios, tesis de grado y de postgrado. He dictado charlas y conferencias en distintos ámbitos. He sido integrante, codirector y director de distintos proyectos de investigación, con equipos de trabajo formados por distintas Universidades, Institutos de investigación y el INTA, en proyectos financiados por la Universidad, el Conicet, ANPCyT, Fundaciones, etc. He llevado adelante proyectos de desarrollo de productos para empresas del sector. En 2004 presidí la comisión organizadora del XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, con más de 600 asistentes.

Los resultados de las experiencias e investigaciones en las que he participado han sido publicados en revistas científicas con revisión de pares, revistas técnicas de diversa índole, congresos, libros, etc.

¿Desde cuándo te conocen como un referente nacional de nutrición de pasturas y en cultivos de Entre Ríos?

Creo que desde 1995 cuando publicamos los primeros trabajos sobre pasturas y fósforo.

¿Cuáles fueron y son los ámbitos de investigación?

El ámbito principal de nuestras investigaciones ha sido la Universidad Nacional de Entre Ríos con apoyo de otras instituciones como el CONICER, CAPFTA, ANPCyT, Fundaciones como ProArroz y empresas del sector.

El tema central que hemos abordado es el Fósforo, generando conocimiento sobre sus formas químicas, inorgánicas y orgánicas, procesos y relaciones que ayudan a comprender mejor el P en el sistema suelo-planta y hacer un mejor manejo del nutriente.

Otros aspectos han estado relacionados a problemas físicos y químicos de suelo en el cultivo de arroz.

¿Qué logros y desafíos puedes destacar?

El mayor desafío fue la capacitación y perfeccionamiento, creo que la obtención del título de Magister Scientiae en la UBA fue un gran logro para mí.

Otro aspecto que destacaría es que siempre he mantenido la investigación y la docencia en paralelo con las actividades profesionales independientes, esto es un desafío y un logro al poder realizar ambas tareas con buenos resultados.

Me queda pendiente la obtención del título de doctor, para lo cual me he inscripto en la Universidad de La Coruña (España) y pienso que podré presentar los resultados de nuestras investigaciones en arroz.

Lo otro que es gran desafío es constituir grupos de trabajo y tener las estructuras mate-



riales para afrontar y resolver los problemas que nos plantea el medio. Para esto hay que formar gente, conseguir recursos para capacitarlos, adquirir equipos, edificios, etc.

¿Pensás que los problemas del medio en el área de tu competencia son problemas que debe resolver la investigación o la educación y transferencia?

Gran parte de los problemas del medio en mi área de trabajo se pueden reducir con educación y transferencia de conocimientos. Sin embargo, existe un número importante de productores inquietos, de avanzada, junto con profesionales asesores que deben dar respuestas a las empresas que los contratan y que demandan investigaciones y pruebas para sostener sus recomendaciones, lograr mayor productividad y rentabilidad.

¿Cómo ves o entendés la transferencia de tus investigaciones al medio? ¿Consideras que es exitosa, o no? ¿Considerás que la Universidad te da un marco apropiado para realizar la transferencia de los resultados de tus investigaciones?

La transferencia de las investigaciones al medio es un proceso lento. La UNER no tiene una estructura para ello. Existe una Secretaría de extensión, que dentro del bajo presupuesto universitario dispone de pocos recursos para ello. Le UNER edita una revista de difusión y la Facultad de Ciencias Agropecuarias otra donde se pueden publicar los resultados.

El principal mecanismo de difusión es la formación de alumnos, la capacitación de profesionales y la publicación de los resultados en distintos ámbitos. Los técnicos colaboran llevando al medio y aplicando los resultados de nuestras investigaciones.

¿Hay conciencia entre los productores sobre los problemas que investigás?

Los productores son concientes y saben a quien recurrir cuando tienen un problema. En el caso de arroz están muy atentos a los temas que abordamos y los resultados que obtenemos. Aunque muchos otros no saben seguramente qué temas estamos investigando.

¿Cómo realizás tus experiencias en la región y cómo interactuas con otras regiones productoras sabiendo que tenés acciones allá también?

Realizamos la mayor parte de nuestras experiencias en campos de productores. Para ello nos contactamos con profesionales (ex alumnos muchos de ellos) y conseguimos las situaciones o condiciones que queremos evaluar. Cuando el problema no puede resolverse a campo, tomamos muestras de suelo y realizamos las investigaciones en el invernadero o en el laboratorio.

La Internet y los correos electrónicos nos han permitido interactuar y llevar adelante experiencias en otras zonas y hasta en otros países. Las relaciones con el INTA y otras Universidades han permitido concretar trabajos conjuntos en otras provincias.

¿En qué trabajás actualmente?

Desde 1985 hasta 2004 llevamos adelante varios proyectos sobre fósforo con los cuales abarcamos distintos aspectos del tema.

Actualmente trabajo analizando los factores que limitan el rendimiento de arroz (financia la Fundación Pro Arroz), especialmente aquellos factores del suelo, como los nutricionales y de manejo. Para ello hemos realizado más de 100 ensayos a campo, analizando los componentes

del rendimiento, la estructura del cultivo, el manejo, la absorción de todos los nutrientes, etc.

Además, tenemos un proyecto en RED entre la UNER, la Universidad de Río Cuarto, la de Mar del Plata, la de La Pampa y el CENPAT de Madryn sobre indicadores de sostenibilidad ambiental de agroecosistemas (suelo y agua) que financia la ANPCyT.

Por otro lado, seguimos con el desarrollo de productos para empresas, pruebas de nuevos productos, ajustes de dosis y momentos de aplicación en distintos cultivos como soja, trigo, arroz y maíz.

¿Cuál es tu visión sobre la situación de los suelos y cultivos de la región?

Los suelos de ER tienen limitaciones para la producción agrícola. Los principales inconvenientes son la alta cantidad de arcilla expandente, la baja macroporosidad, la gran susceptibilidad a la erosión y al escurrimiento, baja disponibilidad de P, por lo que requieren de mayor tecnología y costos de producción.

El área dedicada a la agricultura (soja) en ER, ha crecido a un ritmo mayor que la media nacional, pero la extrapolación de planteos de otras regiones ha llevado al fracaso productivo y al incremento de la erosión en más de un caso.

Sin embargo, ajustando el manejo, (con fertilización adecuada, variedades, fechas y densidad de siembra, reduciendo las pérdidas de agua o maximizando el almacenamiento de agua en el suelo, controlando la erosión) es posible obtener rendimientos similares a otras regiones productivas de país.

¿Qué aspecto valorás más sobre lo que aporta la Universidad en materia de investigación?

Creo que un marco como el que da la Universidad en lo que respecta a libertad de crecimiento e investigación, aunque sea con bajos recursos, es importante para el crecimiento de las personas que están dispuestas a hacerlo.

Otro tema importante es la colaboración de colegas como Graciela Boschetti, René Benavidez y Eduardo Díaz así como la de aquellos amigos de otras instituciones o lugares que siempre dan una mano que es importante reconocer.

No sé si puedo hacer recomendaciones pero te digo que creo que siempre podemos superar las limitaciones personales o estructurales con más esfuerzo. Es como con los suelos, hay que manejarlos mejor (gastar más) para que rindan.

Los resultados pueden no ser siempre lo que uno quisiera pero lo que realmente importa es que se ponga todo el esmero para que así sea.



Fertilización en trigo

Dr. Ricardo Melgar

Producir commodities en el mundo enfrenta el estigma de cualquier actividad económica en estos días, el cambio y las exigencias de rentabilidad son cada vez mayores. La presión por lograr una mayor eficiencia es creciente ya que los márgenes son cada vez más estrechos. Se necesita ganar en escala, en productividad y en calidad, y todo ello en el usual escenario de incertidumbre de clima y mercados que enfrenta todo productor agropecuario. Se piensa que no es posible producir un alto rendimiento de trigo sin caer en castigos por baja calidad, sea por bajo porcentaje de proteína como por otros factores. En el artículo intentamos demostrar que con las actuales tecnologías de procesos, que nos permiten ir tomando decisiones a medida que el cultivo se desarrolla, es posible perfectamente lograr una alta producción de calidad superior con las actuales restricciones económicas.

Los métodos de balances ofrecen un marco muy adecuado para realizar las recomendaciones de fertilizantes, pero también ofrecen un importante error asociado a varios factores que se acumulan, tanto por el lado de la oferta, como ser: la estimación del N disponible a la siembra, y la del N entregado por mineralización durante el ciclo de cultivo; así como por el lado de la demanda de N por el trigo, sujeto a las variabilidades espaciales e interanuales. Esta variabilidad a errores en la dosis a utilizar, muchas veces superior a la dosis económica, aún a pesar de la amplia propaganda realizada en los últimos 15 años. Este método se desarrolló y se adoptó en un contexto donde el costo de los fertilizantes era relativamente barato y con frecuencia se lo asume



como un seguro contra la disminución de rindes por deficiencia de N. Aún así, con las exageradas relaciones N: Trigo presentes, dicho seguro puede fallar induciendo una sub-fertilización cuando tenemos soja como antecesor.

Más aún, las tecnologías de procesos, que exigen monitoreo del proceso de producción han superado por lejos a las tecnologías basadas en insumos. En otras palabras, todos los productores usan N (como urea, UAN, u otra forma), y en general, más N implica más rendimiento y mayor porcentaje de proteína. Pero hay grandes diferencias en cuanto a su modo de uso, lo que resulta en grandes diferencias entre las respuestas, y por ende en la eficiencia de uso. Por ejemplo, las dosis promedio de N en maíz han permanecido constantes desde hace muchos años en EEUU, pero la eficiencia, es decir, cuántos kg de maíz se obtienen por kg de N aplicado ha ido en aumento sistemáticamente. Con las relaciones de precios actuales es forzoso extremar nuestra capacidad de técnicos y empre-



sarios agrícolas para hacer rendir la inversión en los fertilizantes aplicados.

Objetivo de la Fertilización Nitrogenada en Trigo: Compatibilizar la óptima nutrición nitrogenada con una alta eficiencia de uso del N

Para maximizar el retorno de nuestra inversión y minimizar la variabilidad asociada con los resultados, por obra del clima y de los mercados, debemos maximizar la eficiencia en el uso de fertilizantes, ajustar dosis, decidir el momento óptimo de aplicación, el tipo de producto a aplicar, etc.; es decir, minimizar la aleatoriedad a la respuesta a nuestras aplicaciones basándonos en parámetros técnicos y de esta manera tener una elevada probabilidad de generar un resultado físico y por ende económico positivo. Para que esto sea posible es indispensable conocer cómo funciona el sistema cultivo-suelo-clima-fertilizante.

Primera Parte Para obtener máximos rendimientos

Asumiendo que el fósforo y el azufre son aportados según el diagnóstico, en el primer caso por un análisis de suelo y en el segundo, por una combinación de criterios en que, además del análisis de suelos de S-SO₄ y materia orgánica, intervienen la historia, textura del suelo y otros componentes que el técnico integra incluyendo la necesidad de S por la soja subsiguiente si fuera el caso.

Las dosis así definidas son aplicadas a la siembra o en presiembra, incluyendo en algunos casos algo de N de los ingredientes del complejo o de la mezcla de fertilizantes. En cualquier caso, los criterios de suficiencia, además del criterio económico de la rentabilidad que debe tener el cultivo, se definen las dosis que no deben resultar limitantes para maximizar la eficiencia del N aplicado. El conocimiento detallado de este proceso es esencial para construir el rendimiento aplicando con éxito los factores de protección para optimizar la producción.



La producción final de grano en un sitio determinado es función de la combinación de los factores del rendimiento: genética, nutrición, precisión de la siembra (un problema importante en situaciones de siembra directa) y factores de protección del cultivo

La nutrición no es un gran problema en situaciones sin labranza; determinar cuándo sembrar y obtener la densidad necesaria, así como el manejo de las enfermedades y plagas son los principales desafíos.

En el caso del trigo el rendimiento en grano es función del producto del número de espigas por unidad de área (ha o m²), el número de granos por espiga y el peso de los granos. La definición de estos componentes del rendimiento es secuencial; siguiendo el desarrollo del cultivo y la demanda de nitrógeno varía a lo largo de la misma.

Es necesario notar que para maximizar la eficiencia del fertilizante nitrogenado debe sincronizarse la disponibilidad del N aplicado con la demanda del cultivo. Esta sincronización implica distintos momentos de aplicación, desde aquellos más tempranos, cuando el horizonte de tiempo es más largo e incierto y por ende, las decisiones sobre dosis son más riesgosas, hasta los momentos finales de definición de la calidad del grano, cuando se tiene bastante certeza del potencial de rinde del cultivo, del precio del grano, y por lo tanto, las decisiones de fertilización son más seguras y mejores.

La densidad de espigas se define realizando una siembra precisa, apuntando a lograrla con la cantidad de semilla apropiada. Durante el período vegetativo se generan los macollos

que tienen el potencial de desarrollar espigas con granos. El monitoreo de la densidad de macollos es crítica para estimar las necesidades de fertilización suplementaria.

La elongación de los tallos marca el fin del macollaje y el comienzo del período reproductivo. La espiga embrionaria que se ha formado en la base del tallo comienza a emerger y en ese período se forma el máximo número posible de granos. Enseguida de este estadio, el primer nudo se hace visible, y el daño por tráfico o pisoteo es irreversible. Un importante momento es cuando emerge la hoja bandera. Éste produce una larga proporción de carbohidratos para el llenado de los granos. Debe protegerse de enfermedades e insectos y asegurarse un largo período operativo para desarrollar un alto potencial de producción.

El número de granos por ha se define alrededor de antesis; y el peso, al finalizar el período de llenado. La supervivencia de los primordios florales tendrá una gran incidencia en el número de granos/m² logrados. El número de flores que se polinizan determina el número de granos por espiga.

El peso de los granos de la espiga puede expresarse como el producto entre la duración en días de su período de crecimiento y su tasa de crecimiento (el aumento de materia seca de espiga por m² y por día). El período en que las espigas ganan el 95% del peso que alcanzarán una semana después de antesis (período de crecimiento de las espigas), comienza durante la encañazón. En el SE de la Pcia. de Buenos Aires, su duración es de 25 a 30 días, siendo algo menor en el N de Buenos Aires y S de Santa Fe. Se relaciona inversamente con la temperatura y el fotoperíodo (días más largos y cálidos generan una menor duración del período).



Normalmente no hay gran relación entre el rendimiento y el peso de los granos, ya que esta característica está más bien determinada por la genética de la variedad. En cambio, hay una gran correlación entre el rendimiento y el número de granos/m², es decir, el producto de la densidad de espiga por m² y el número de granos por espiga.

Nitrógeno

Las decisiones de la fertilización con N son cruciales para obtener los máximos resultados económicos. El exceso de N produce plantas que pueden ser susceptibles de vuelco y de enfermedades que disminuirán el rendimiento y aumentarán el costo de fertilización y cosecha. Por el contrario, una deficiente disponibilidad de N reducirá el margen en relación a un cultivo bien fertilizado.

La dosis y el momento de la fertilización nitrogenada son las mejores herramientas disponibles para despensa de la siembra, manipular el trigo y producir un alto rinde por hectárea. El N afecta los tres componentes mencionados del rendimiento. Espigas por hectáreas, granos por espiga y peso de grano, así como un importante componente de la calidad como es el porcentaje de proteína. El objetivo según la zona debería establecerse alrededor de obtener una densidad de espigas de entre 500 y 600, con 25 a 35 granos por espiga.

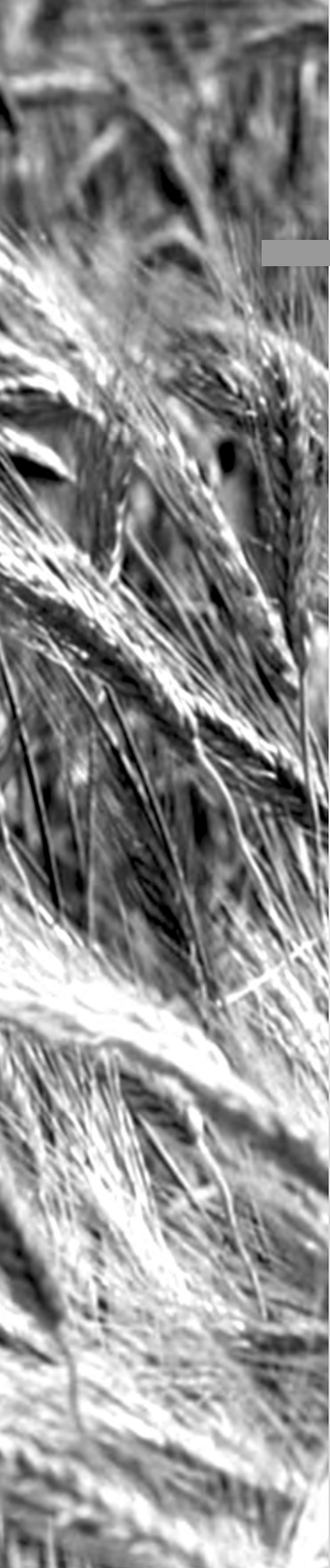
El patrón de absorción de N es la base para desarrollar un eficiente y sensible programa de fertilización. Durante los primeros estadios la absorción de N es muy baja y aumenta sensiblemente al finalizar el macollaje. Sin embargo, es común que al evaluar el N disponible en el suelo a la siembra se juzgue como finalizado el proceso de generar una recomendación de dosis de N. Ello puede ser en algunas situaciones, pero si el

período y volumen de lluvias es intenso, es posible que el N sea lavado fuera del perfil. Las condiciones hídricas subsecuentes pueden ser deficientes y provocar un rendimiento menor al promedio resultando en una sobre-fertilización. No es posible tampoco estimar por esta vía cuánto del N se mineralizara para contribuir a las necesidades durante el llenado de granos, ya que dependerá de las condiciones de humedad y temperatura del suelo durante el mismo. Por esta razón una única decisión de dosis a la siembra puede resultar en un exceso o un defecto de N aplicado con consecuencias negativas sobre el resultado.

La partición de la dosis, aún cuando no haya una definición clara sobre la dosis total, es la base de un manejo eficiente y destinado a lograr el máximo rinde económico y de calidad superior. Por esa razón, la decisión más difícil ronda en la cantidad a aplicarse tanto a la siembra (o presiembra) y previo a la elongación del tallo. La guía que brinda el balance es un buen punto de partida, pudiendo decidirse aplicar una cantidad a la siembra entre el 30 y el 70% del total estimado por el balance, variando la fracción según el grado de aversión al riesgo o a otros factores subjetivos. La aplicación posterior, dependerá de las condiciones operativas, de la fuente disponible.

Por razones logísticas algunos productores deciden realizar una única aplicación. Las eficiencias de aplicaciones a la siembra o durante el macollaje no se han encontrado muy diferentes, siendo por lo tanto, en general, indistinto el momento si se ha decidido por una única aplicación.

Dividir las aplicaciones produce muchas veces rendimientos superiores que una única aplicación, y son recomendadas para cuan-



do se desee la obtención de altos rendimientos, que exigen aplicaciones de dosis más elevadas. No obstante, es cierto que a veces el aumento marginal no es suficiente para compensar el costo de aplicación. El uso de fertilizantes líquidos usando grandes aplicadores y huellas pre-diseñadas¹ es especialmente muy eficiente operativamente, ya que permiten cubrir una amplia superficie en poco tiempo sin dañar demasiado el cultivo por pisoteo y sin pérdidas apreciables por volatilización.

El diagrama de flujo de la figura siguiente resume la estrategia general para determinar dosis óptimas económicas a partir de una estimación de las necesidades de N. Estas, según el nivel de rendimiento, oscilan (considerando al N en el perfil del suelo más el fertilizante a agregar) entre 160 y 170 kg/ha, y puede usarse una regla sencilla igual a la extracción del grano, igual a 25 kg de N por t de trigo. Los aspectos de manejo del N para mejorar la calidad se tratarán en la segunda parte.

Fósforo

El fósforo es esencial para un buen desarrollo radicular, para lograr una espigazón temprana y uniforme, y un rápido llenado de grano y madurez temprana. Adelantos en la cosecha implican siembras tempranas de soja de segunda, que aumentan el potencial de rinde y mejorando la performance del doble cultivo.

La aplicación de P se debe decidir sobre la base del análisis de suelo, exigiéndose cantidades variables por debajo de 15 ppm (Bray 1), crecientes a medida que el valor disminuye y el rendimiento esperado. También, a medida que el rendimiento aumenta se incrementa la extracción. Como el 80% del P

absorbido se encuentra en el grano la cantidad que se remueve con la cosecha es mayor. Altos niveles de P son difíciles de conseguir si éstos han caído mucho. Una vez que éstos se alcanzan, las aplicaciones pueden omitirse pero el nivel de P medido por análisis no debe dejarse caer, exigiendo por lo tanto un monitoreo periódico de los niveles de P disponible.

Azufre

El azufre es esencial para lograr rendimientos en particular proteínas de calidad panadera. En general, de las regiones más deficientes de azufre coinciden con las de soja de segunda, no por coincidencia, ya que ambos cultivos son ampliamente extractivos.

La práctica usual determina que tanto el P como el S pueden aplicarse en una única vez al trigo, en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de la secuencia. Normalmente, entre 10 a 15 kg/ha de S son suficientes para cubrir estas exigencias. Si bien se está investigando exhaustivamente, no hay métodos de diagnóstico adecuados, bastando en general pruebas previas y el buen criterio del productor y el asesor.

Conclusiones y recomendaciones

Las tecnologías de procesos como las descritas en este informe son las que diferencian a los productores eficientes de los demás. En momentos de altos precios de insumos como los fertilizantes nitrogenados y en una economía global, es cuando más debe enfatizarse el uso de la tecnología para maximizar todo el proceso productivo.

La planificación de las operaciones y evaluaciones de campo que ayudarán a tomar

¹ El Uso de Huellas en trigos y otros cultivos densos. Fertilizar N° 26, 2002.

decisiones sigue un claro camino marcado por el desarrollo del cultivo y el jalonamiento de las distintas fases fenológicas. Estos son los que deben usarse para determinar los futuros cursos de acción.

Precisamente, también los ajustes específicos de cada sitio y estación deben implementarse sobre estos criterios ya que los suelos, el clima, las rotaciones y otros factores varían de lote en lote y de año en año.

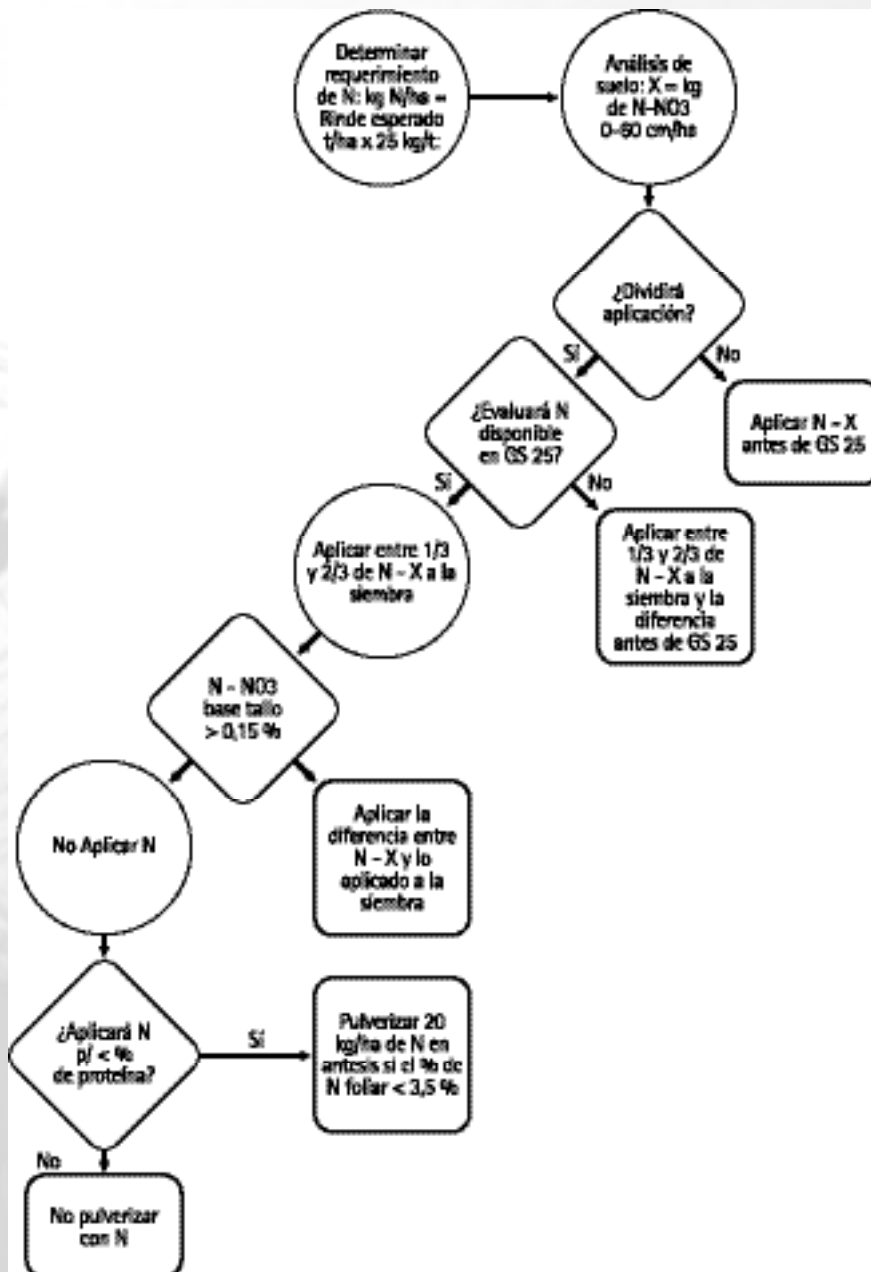


Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de decisiones sitio específicas que definen el manejo del N en trigo.

Segunda Parte Para producir trigos de calidad

Mejorando los niveles de proteína

Una larga discusión en nuestro país se desarrolla alrededor de si el destino del trigo argentino debe asimilarse a los de aquellos países que producen grandes cantidades excedentarias, vendiéndolas a una calidad uniforme y multipropósito, explotando las ventajas de la cantidad a expensas de la calidad, o bien avanzar en un proceso de segregación de forma de separar los trigos panificables de los correctores y los blandos, más aptos para industrialización.

En los últimos años algunas compañías líderes introdujeron en sus programas de mejoramiento genético materiales mucho más productivos, y por ende mas exigentes en fertilizantes, lo que para el productor significó un quiebre en el potencial productivo en las variedades disponibles (Cuadro 2). Esta nueva genética, principalmente del grupo 3 ó de panificación directa, avanzó hacia aquellas regiones con mayor potencial productivo, con predominio del área sembrada en la región del sudeste de Buenos Aires, que tiene más horas de luz en el periodo de llenado de granos, y condujo a varios récords de producción unitaria. Hoy son comunes rendimientos en lotes de producción de más 7 t/ha y normalmente rinde 1 t/ha más sobre las variedades tradicionales, compensando el mayor costo de fertilizantes y funguicidas.

No obstante, dicho proceso de adopción ha sido criticado por afectar la calidad del trigo en su conjunto en particular los porcentajes de proteína. Es conocido que es práctica común de los cerealistas, acopiadores y productores mezclar materiales malos con los buenos para aproximarse al estándar y evitar el cas-

tigo en los precios. El proceso resultante llevó inclusive a quejas de importadores y molineros sobre la disminución de la calidad del trigo. Si bien se ha probado en numerosos ensayos de campo, de molinado industrial y panificación, que esta calidad puede mejorarse por el manejo, el hecho es que se ha asociado al fenómeno de mayor área sembrada con trigos del tipo 3 con la disminución en general de la calidad. Estas variedades van aumentando su participación y cubren más de un quinto del área triguera total, como lo muestra el Cuadro 1.

Grupo/Definición	2003/04	2004/05
Área Ocupada		
1. Correctores	47%	43%
2. Panificación tradicional	39%	38%
3. Panificación Directa	14%	20%

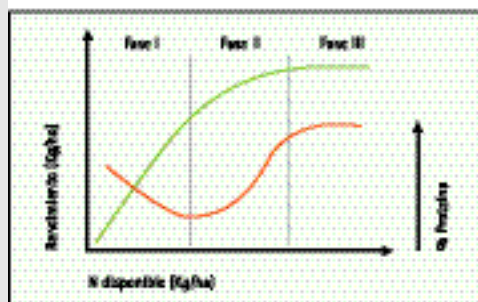
www.agrotrigo.org

Cuadro 1. Área cubierta por variedades pertenecientes a grupos de aptitud panadera.

Relación entre rendimiento y calidad: ¿una opción?

La realidad es que existe una relación general entre productividad y calidad, que lleva a un fenómeno de dilución del N aplicado en una mayor biomasa, y consecuentemente el mayor rendimiento se logra a expensas de la calidad. (Figura 1). No obstante, ello no implica ser determinante en absoluto, ya que es posible perfectamente por el manejo obtener buenos rendimientos y buena nivel de proteína ya sea con variedades del grupo 3 ó de otros orígenes. No hay una opción diletante: es posible obtener buena calidad y rendimiento, pero también es probable obtener bajos rendimientos y buena calidad. En estos casos, no obstante el premio por mayor calidad no compensa el menor beneficio de bajos rendimientos.

Figura 1
Relaciones entre rendimiento y porcentaje de proteínas según disponibilidad de nitrógeno en el suelo.



Fuente: Stone and Seely, 1999. Grain quality and its physiological determinants. En: wheat: Ecology and physiology of yield and quality in short periods of post-anthesis heat stress. Australian Journal of Plant Physiology 27:587-603.

Figura 1.

Relación entre productividad y calidad de trigo.

La fertilización suplementaria

La fuerza panadera o W del alveograma es el parámetro que mejor define la calidad industrial de un trigo. Durante la fermentación por las levaduras, la harina produce gases que son retenidos en la masa. La fuerza y la retención de estos gases están dadas por la tenacidad y la elasticidad de la masa, valores que están relacionados y en equilibrio. Estas cualidades dependen de la cantidad y calidad de las proteínas que conforman al gluten. Por ello, tanto el porcentaje de proteína como el de gluten están íntimamente relacionados con el valor W. Pero este es un valor de calificación para panificación; el trigo admite además otros usos, como galletitas, en que interesa la elasticidad de la masa, o confitería, adonde no interesa que la masa se estire sino que quede densa.

Algunas variedades, en particular las de panificación tradicional (Grupo 1) presentan una mejor relación entre el valor W y los contenidos de proteína y gluten, por lo tanto responden mejor que otras como las de panificación directa (Grupo 3), al manejo del N para el au-

mento de la calidad. Por esta razón es indispensable elegir las variedades más apropiadas para encarar una estrategia de mejora de la calidad. Esta asociación de algunas variedades con la calidad, reconoce que no todas las variedades tienen la misma calidad o responden de la misma manera ante un manejo determinado del programa de fertilización.

Sin duda, además, es importante destacar que en el logro de una calidad superior está implícita la segregación. Es decir, almacenar por separado las partidas y no mezclar calidades superiores con trigos inferiores. Debe existir, por lo tanto, una infraestructura mínima de capacidad de almacenaje en origen y una logística que facilite la manipulación de diferentes calidades. Además, un proceso de segregación implica realizar rutinariamente muestreo y análisis de proteína, gluten, lote por lote, con hasta dos semanas de antelación a la cosecha.

Cuadro 2.
Categorización del
Comité de Cereales
de Invierno de la CO-
NASE (Comisión Na-
cional de Semilla).

Variedades ordena-
das alfabéticamen-
te por Criaderos.

* Categorización proviso-
ria según la información
provista por el obtentor.

GRUPO 1 Trigos Correctores Panificación Industrial	GRUPO 2 Trigos para Panificación tradicional (+ 8 horas de fermentación)	GRUPO 3 Trigos para Panificación directa (~ 8 horas de fermentación)
ACA 302 *	ADROMC 2000 *	BAGUETTE 10 *
BONAERENSE INSUCO	ACA 323	BAGUETTE SUR 5 *
BUCK PONCHO	ACA 301 *	BAGUETTE SUR 15 *
BUCK PRONTO	ACA 303 *	BUCK GUAYAN
BUCK PALADERO	BAGUETTE PREMIUM 13 *	BUCK CHAMBERGO
BUCK AMBITO	BON. PERICOH	BUCK HALCON
BUCK VASATO	BUCK CHARRUA	COOPERACION MILLAN
BUCK FARDI	BUCK ARWAYAN	COOPERACION NABHUE
BUCK GUAYO *	BUCK OMBU	KLEIN PIDASSO
BUCK SUREÑO	BUCK CARIOL	KLEIN DIABLO
BUCK BRASIL *	BUCK GUATIMORIN *	KLEIN CACIQUE
BUCK EXP. 20000 *	BUCK PALISAL *	KLEIN MARTELLO *
CALDELLO	BUCK PRISO *	LEONA
COOPERACION CALQUE	BUCK EXP. 10113 *	NIDENA EXP. S 20025 *
KLEIN DELFIN *	COOPERACION NABHUE	NIDENA EXP. S 4012 *
KLEIN SAEFARIO *	COOPERACION CALQUE	NIDENA EXP. S 31500 *
PRONTO NON ALAZAN	COOPERACION NUBHUE	PRONTO OLIMPIA
PRONTO AMAVECE	GREMA	THOMAS CHAPULCO *
PRONTO S CORROS	INIA BOYERO *	TRIGUERO 100
PRONTO COLISE	INIA TUCUMÁN *	
PRONTO HUENPAV	INIA CHURRINO HE *	
PRONTO MOLINERO	KLEIN BRILLO	
PRONTO REAL	KLEIN ESTRELLA	
PRONTO DON HUBÓN	KLEIN VOLCAN	
	KLEIN DON ENRIQUE	
	KLEIN ESCORPION	
	KLEIN ESCUDO *	
	KLEIN CHALÁ *	
	KLEIN JASAL *	
	MAJAVIBO	
	PRONTO PUNTAL	
	PRONTO FEDERAL	
	PRONTO IMPERIAL	
	PRONTO DON CALQUE	
	PRONTO DON RESOMON	
	PRONTO ELITE	
	PRONTO MILENIO	
	PRONTO DON LIBERTO	
	PRONTO DIABLO	
	PRONTO GALICHO *	
	TRIGUERO 200	

Aplicaciones suplementarias de N

Aplicar alrededor de 10 a 20 kg/ha de N durante el período crítico de formación de los granos entre 20 días antes y 7 días después de la floración asegura una disponibilidad importante de N para el cultivo en el momento de mayor exigencia. En este período la planta absorbe N a una tasa muy alta, que no siempre es suficiente para fijar un alto número de flores fértiles, determinantes del número de granos por espiga.

La aplicación al suelo puede realizarse tanto con fertilizantes sólidos como líquidos. Los fertilizantes líquidos chorreados tendrán una disponibilidad casi inmediata ya que una fracción del producto es nitrato. De la misma manera, fertilizantes sólidos a base de nitrato tendrán una alta eficiencia ya que no se volatilizan, y aún cuando no existan lluvias inmediatamente posteriores a la aplicación, la misma humedad ambiente es suficiente para disolver el fertilizante y ponerlo al alcance de las raíces.

Una forma fácil, rápida y segura para realizar una nutrición nitrogenada suplementaria, con efectos sobre el porcentaje de proteína es por medio de una fertilización foliar. El problema de esta técnica es la escasa cantidad de N que es posible aplicar aún mojando completamente el cultivo.

Existen varios productos diseñados para tal efecto, y se basan en general en urea re-cristalizada, sin biuret. Es posible lograr efectos similares con urea común, pero con riesgos de fitotoxicidad por el biuret (no debe ser superior a 0,05%). No es apropiado usar UAN o soluciones a base de éste ya que el daño es importante con las dosis de N necesarias para lograr efectos significativos. Las dosis recomendables dependen de la concentración de N. Gran parte de los ensayos realizados en las distintas regiones trigueras

emplearon entre 10 y 30 l/ha de productos con concentraciones entre 10 y 20% de N (Ver Resultados Módulo de Investigación).

El indudable factor que potencia esta práctica es la posibilidad de realizar simultáneamente una aplicación de funguicidas, que posibilite aumentar la duración de las hojas fotosintéticamente activas y contribuyendo así a aumentar el rinde. Por eso, muchas veces el efecto de las aplicaciones complementarias muchas veces es doble, tanto afectando a la calidad como al rendimiento. Muchos ensayos de campo confirman el efecto aditivo de la aplicación de funguicidas y de N por vía foliar.

Es posible utilizar métodos de diagnóstico para anticipar de alguna manera la eficiencia agronómica y económica de la práctica. Lo más importante es el criterio y el conocimiento del lote, ya que estas aplicaciones complementarias son sitio-específicas y año-específicas. Un ejemplo puede ilustrar mejor esto. Si se ha aplicado suficiente N previamente y el año ha resultado relativamente seco, es posible que la misma altura de las plantas, luego de la encañazón, dé un indicio claro de que el objetivo de rinde no se vaya a alcanzar. Por el contrario, un año muy bueno en lluvias define si va a quedar sobrepasado. En el primer caso, el N todavía presente en el suelo puede ser más que suficiente para nutrir los granos en formación, asegurando un buen porcentaje de proteína; el segundo, en cambio indicaría un potencial de respuesta o, al menos, que el porcentaje no descienda.

Se ha usado el índice de verdor (por el clorofilómetro Minolta) como un claro correlato del % de proteína en la hoja bandera (Figura 2), y consecuentemente con posibilidades de diagnóstico de respuesta a aplicaciones complementarias de N. El Ing. Tomas Loewy sugiere la siguiente tabla, basada en las correlaciones aludidas.





Cuadro 3. Valores interpretativos de lectura del clorofilómetro SPAD Minolta, recomendaciones y efectos probables sobre el rendimiento y la calidad de trigo.

NUTRICIÓN N	VALOR SPAD	INDICACIÓN FOLIAR
Muy deficiente	< 30	No aplicar
Deficiente	30 a 35	Aplicar, con alta biomasa y sanidad
Med. Deficiente	35 a 40	Rendimiento y calidad, según biomasa
Med. Provisto	40 a 45	Rendimiento y calidad
Provisto	45 a 47.5	Calidad y rendimiento
Bien provisto	47.5 a 50	Calidad
Muy provisto	> 50	No aplicar

Manejo de la cosecha

Este factor muchas veces subestimado puede conducir a un retroceso de la calidad si no es atendido con eficiencia. Es probable que se haya alcanzado un excelente nivel de proteína y otros atributos de calidad a la madurez fisiológica. Sin embargo, demoras en la cosecha conducen principalmente a disminuciones en el peso hectolítrico, ya que el grano respira y consume carbohidratos en el proceso. Si por alcanzar determinada humedad comercial ésta se demora, se corren riesgos de disminución de la calidad por este factor. También aumenta los riesgos de lluvias, que son frecuentes en la época de cosecha, demorando y agravando más aun el efecto. Estas demoras afectan subsecuentemente el rendimiento potencial de la soja de segunda, al atrasar la fecha de siembra. A veces, unos pocos centavos de secado adicional pueden echar abajo todo un programa de calidad.

Conclusiones y recomendaciones

Aumentar la calidad promedio implica un manejo sitio-específico que comienza con la elección de la variedad.

La gestión comercial es esencial para asegurarse el recupero de la implementación de un programa de manejo. Los contratos con compradores de trigos especiales, sean molinos o exportadores, y la separación de los lotes con mejor calidad son la base de estos sistemas de gestión.

El manejo del N es además específico del año. Si las condiciones de la estación inducen a pensar que se tendrán trigos muy rendidores exigirán un monitoreo más cuidadoso para realizar las aplicaciones complementarias de N y asegurar una mejor calidad de grano.

Éstas deben comenzar a planificarse antes de la encañazón, y en lo posible anticiparse y coincidir las con las aplicaciones de funguicidas. Implementar desde temprano un sistema de huellas para disminuir el pisoteo.

Organizar y planificar a la cosecha de modo de poder realizarla oportunamente a la madurez fisiológica. Anticiparse cosechando con humedad levemente superior y secar el grano eventualmente.

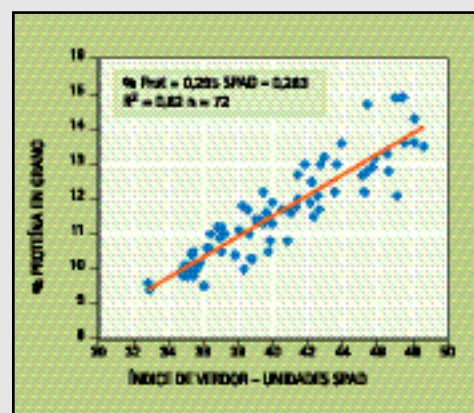


Figura 2. Relación entre el índice de verdor en hoja bandera y el porcentaje de proteína. Campañas 1998/99, 1999/00 y 2000/01 (Bergh. R. 2003).

Módulo de Investigación

Asociación Civil Fertilizar-INTA

Informe de los ensayos de calidad en trigo en el sur de Buenos Aires¹

La Asociación Civil Fertilizar desarrolla junto con el INTA investigaciones desde el 2003 tendientes a generar información para el manejo del trigo para aumentar la calidad comercial y panadera. Ya en el tercer año de ejecución de este módulo, presentamos el resumen de los resultados de la campaña 2004/2005. Si bien se refieren solo al área triguera del sur del país, ésta es el área con mayor extensión. Los resultados apuntan al claro efecto del N en la obtención de altos rendimientos y calidad. La aplicación de altas dosis de N aumentan no sólo el rendimiento sino el contenido de proteína y de otras características relacionadas con la aptitud panadera.

En la región pampeana, se ha producido durante los últimos años un incremento en la superficie dedicada a la agricultura, junto con una mayor tecnología aplicada en los cultivos. Esto ha provocado un intensivo uso del suelo la fertilidad nativa por lo que frecuentemente se observan deficiencias de algunos nutrientes tales como el nitrógeno (N) en los suelos de la región. Debido al elevado requerimiento de N por los cultivos de trigo, se han observado respuestas generalizadas a la aplicación de N en la mayoría de los sistemas productivos de la región pampeana. Por dicha razón, se han realizado estudios tendientes a incrementar la eficiencia en la utilización de los fertilizantes nitrogenados.

La metodología más difundida de diagnóstico de N para el cultivo de trigo, se basa en la medición del contenido de nitratos en suelos (0-60 cm) al momento de la siembra. Se ha reportado que los

cultivos bajo labranza convencional no responden al agregado de N si el contenido de N-NO₃- más el aportado por el fertilizante es mayor a 100-110 kg ha⁻¹ (García et al., 1998) o 125 kg ha⁻¹ (González Montaner et al., 1991). Para siembra directa, Calviño et al. (2000) determinaron un umbral de 150 kg ha⁻¹ de N-NO₃- por encima del cual el cultivo no respondió al agregado de N. En los trabajos mencionados, la determinación de N-NO₃- se realizó antes de la siembra del cultivo y el N se aplicó al estadio de 2 o 3 hojas del mismo, práctica que no es habitual en los productores. Éstos realizan el análisis de suelo y la aplicación de N generalmente antes de la siembra o al macollaje del cultivo.

En Balcarce, Melaj et al. (2000) determinaron que la eficiencia de recuperación del N del fertilizante por el trigo fue del 46 y 56% para la fertilización al momento de la siembra y al macollaje, respectivamente. Además, el N aplicado al macollaje tuvo como principal destino el grano, lo que permitió aumentar la proteína del mismo. Sin embargo, en el oeste de la provincia de Buenos Aires, Díaz-Zorita (2000) reportó un mayor rendimiento y eficiencia de uso del N cuando el mismo fue aplicado al momento de la siembra, respecto de la aplicación al macollaje del cultivo, comportamiento atribuido a una menor disponibilidad de agua luego de dicho estadio. En Chivilcoy, García et al. (2001) determinaron incrementos de rendimiento y calidad de trigo bajo siembra directa por aplicaciones fraccionadas de N (en macollaje, y foliar). Sin embargo, la magnitud de la respuesta varió con los cultivares.

¹ Resumen de Informes 2004 presentados por Ing. Agr. Hernán Echeverría (INTA Balcarce); Ing. Agr. Ricardo Bergh, (INTA Barrow), e Ing. Agr. Tomas Loewy (INTA Bordenave).



Si bien ha sido ampliamente reportado que la fertilización nitrogenada entre siembra y macollaje incrementa el rendimiento, su efecto sobre la concentración de proteína en grano es variable y asociado a la disponibilidad hídrica para el cultivo (Tanoni et al., 1998). Algunos trabajos indican que la fertilización nitrogenada en el período cercano a la antesis, mientras no afecte el rendimiento en grano, provoca una mayor concentración de N en los granos. Como consecuencia, se ha registrado una disminución en el porcentaje de granos panza blanca, incrementos en la concentración de proteína en grano y en el porcentaje de vitriocidad de los mismos (Echeverría y Studdert, 1998; Bergh et al., 2000). También, se ha reportado que esta práctica mejora algunos parámetros relacionados con la calidad panadera de las harinas (Gooding y Davies, 1992).

A los efectos de maximizar el rendimiento y la calidad de los granos en trigo resulta necesario evaluar alternativas de fertilización nitrogenada, en lo que respecta a la eficiencia de aplicaciones al macollaje en relación a aplicaciones fraccionadas en estadios tardíos. En ensayos realizados durante la campaña 2003 en cultivos de trigo en el sudeste bonaerense bajo labranza convencional, se determinó que los mayores rendimientos se obtuvieron por aplicaciones de dosis elevadas de N (200 kg N ha⁻¹) en forma fraccionada. Si bien el aumento de las dosis de N aplicadas al macollaje provocaron significativos incrementos en rendimiento de grano, los incrementos en el contenido de proteínas y trabajo alveográfico fueron menores. Por el contrario, al incrementar las dosis de N en antesis del cultivo, si bien el rendimiento no fue incrementado, se registraron aumentos en los valores de proteína y trabajo alveográfico.

Resulta necesario confirmar los resultados obtenidos en la campaña anterior para situaciones bajo siembra directa. Por lo tanto, los objetivos de estos ensayos han sido:

- a) Evaluar alternativas de fertilización nitrogenada en trigo tendientes a maximizar la calidad de los granos.
- b) Evaluar metodologías de monitoreo del estatus nitrogenado del cultivo como diagnóstico de requerimiento de aplicaciones demoradas de nitrógeno.

Metodología

Se implantaron seis ensayos de trigo en localidades del Sur de Buenos Aires, que en la Tabla 1 se describen, así como las principales características de fertilidad y tipo de suelo, y manejo agronómico.

Los ensayos se realizaron en un diseño en bloques al azar con tres o cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en distintas dosis de N en aplicaciones divididas de urea al macollaje, combinadas con pulverizaciones de urea en solución al 10% en distintas dosis realizadas al momento de emisión de hoja bandera (Zadoks 39) y de la antesis (Espigazón: Zadoks 65) según se muestra en el cuadro siguiente. Las dosis de las aplicaciones al macollaje se definieron según los valores de N disponible a la siembra (Ns: N-NO₃-). Los sitios además contaron con aplicaciones variables de N a la siembra junto con el P necesario. Se presume que este N aplicado está incluido en la evaluación del N disponible a la siembra.

- 
- 1 • Testigo
 - 2 • 120 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje
 - 3 • 160 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje
 - 4 • 200 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje
 - 5 • 160 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje + 30 N en antesis
 - 6 • 120 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje + 20 kg N/ha en antesis
 - 7 • 120 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje + 30 kg N/ha en antesis
 - 8 • 120 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje + 40 kg N/ha en antesis
 - 9 • 120 kg N/ha (Ns + Nf) en macollaje + 20 kg N/ha en hoja bandera + 20 kg N/ha en antesis

Se realizaron determinaciones de índice de verdor con el Minolta SPAD en hoja bandera expandida (Z40) promediándose lecturas en 20 hojas por parcela. A la cosecha se determinó rendimiento, humedad y sus componentes. Sobre muestras de granos de cada tratamiento se determinaron: peso de 100 granos y otros parámetros de calidad panadera como contenidos de proteína, de gluten y alveograma.

Resultados

Los rendimientos fueron muy variables en cada sitio, como resultado de las diferentes escenarios climáticos, de suelos y de manejo. Los testigos oscilaron entre 2,23 en Cnel. Dorrego y 4,52 t/ha en Cnel. Suárez. Sin embargo, a los efectos de mostrar las tendencias generales se presentarán analizados en conjunto, destacándose en el informe los desvíos más importantes.

El incremento de las dosis de N aplicadas al macollaje provocaron claros incrementos en rendimiento de grano (Figura 1), hasta la dosis de 200 kg/ha de N, sugiriendo que los valores antes citados de 100, 125 o 150 como máximos a

considerar en los programas de fertilización pueden presentar limitaciones para alcanzar altos rendimientos con las variedades actualmente en cultivo. Las respuestas absolutas oscilaron desde 0,85 (T. Arroyos) hasta 3,53 t/ha (Balcarce) de incremento entre el testigo y la dosis de 200 kg/ha. Y en promedio se obtuvieron 12,8 kg de grano por kg de N total; es decir, sumando al N inicial disponible, en promedio (51 kg/ha de N) y el aplicado al macollaje.

Estas dosis crecientes de N resultaron en un importante aumento promedio del nivel de proteína, equivalente a 0,02% por kg de N, o bien 2% por cada 100 kg N/ha. Estos datos sugieren que la sola aplicación al macollaje está vinculada al contenido de proteínas en el grano. Sin embargo, el N aplicado con posterioridad a la espigazón tiene más del doble de mayor eficiencia para aumentar este valor, equivalente a 0,05% por kg de N aplicado a la antesis. Y, al contrario, de las aplicaciones al macollaje, las pulverizaciones con solución de urea no resultaron en aumentos de rendimientos; no obstante, debe considerarse que antes se habían aplicado 120 kg/ha de N al macollaje.

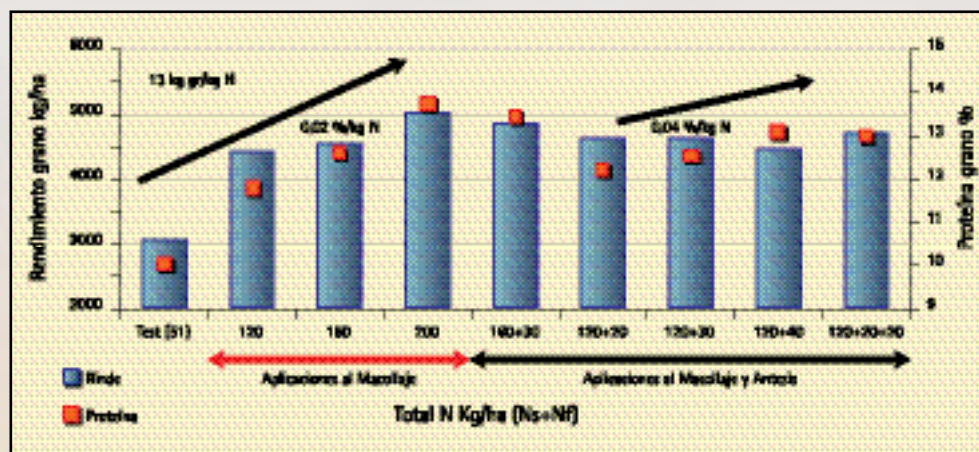


Figura 1. Rendimiento y contenido de proteína en grano de trigo en función de dosis crecientes de N aplicadas sólo en macollaje y combinadas con una aplicación en antesis durante la campaña 2004. Promedio de los seis sitios.



Los aumentos de proteína por las aplicaciones de N fueron muy variables. No obstante, para las aplicaciones al macollaje, éstas oscilaron entre 0,5% y 4,6% para Mar del Plata y los dos sitios en el sudoeste (Bordenave y Cnel. Suárez) respectivamente. Para las aplicaciones a la antesis, las diferencias fueron desde levemente negativas (-0,1%) en Mar del Plata hasta 1,8% en Tres Arroyos.

Los contenidos de proteína estuvieron altamente relacionados con otros parámetros de calidad panadera como el contenido de gluten o valor de farinograma W. Pero negativamente relacionados con el peso de grano, que no mostró variaciones, excepto una leve ten-

dencia a aumentar con el N aplicado al macollaje, (Tabla 2). Estas relaciones se visualizan en la similitud de la Figura 1 con la 2 en lo que respecta al efecto de los tratamientos (Figura 2). Sin embargo, esto no debería generalizarse ya que la calidad panadera depende en gran medida de las variedades, y algunas variedades responden mejor que otras al agregado de N. Si bien casi todas responden aumentando el contenido de proteína en el grano, no siempre esto se traduce en un aumento de la fuerza de la masa, indicador de la calidad para panificación. De hecho, las correlaciones entre W y proteína y gluten son menores que las entre proteína y gluten. Asimismo, el efecto del N no fue el mismo en estas variables cuando se aplicó al macollaje que a la antesis.

	Proteína	Gluten	W	P1000g
Proteína	-	0.92	0.57	-0.22
Gluten		-	0.66	0.10
W			-	0.10
P1000g				-

Tabla 2. Coeficientes de correlación (r) entre los contenidos de proteína, de gluten y el trabajo alveográfico de las harinas (W) y peso de 100 granos. Promedios de tratamientos de los seis sitios de la campaña 2004.

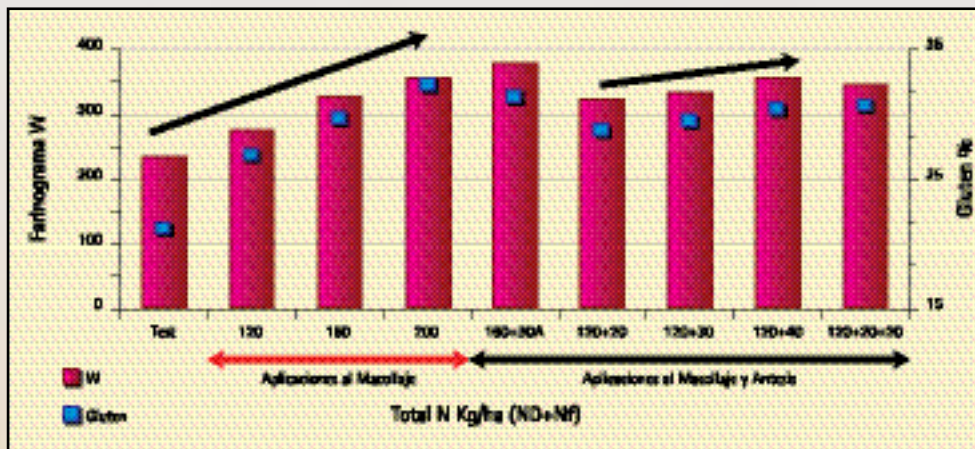
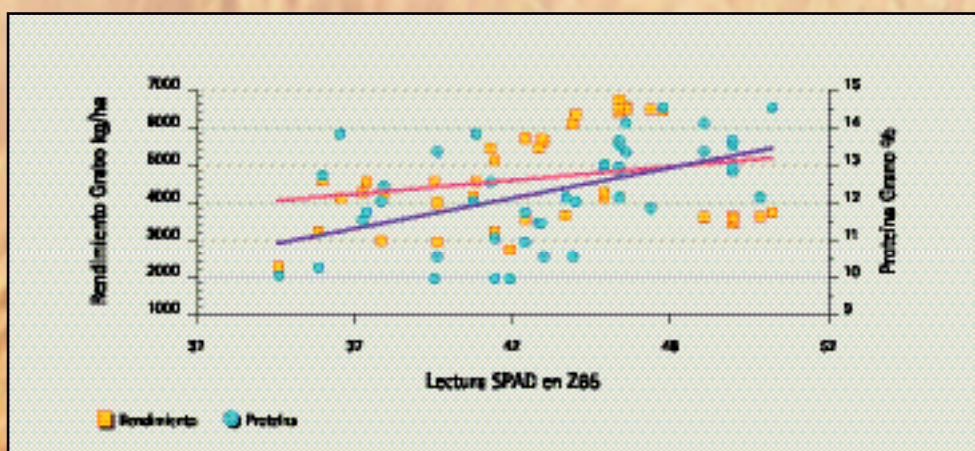


Figura 2. Contenido de gluten en grano de trigo y resultados de farinograma (W) en función de dosis crecientes de N aplicadas sólo en macollaje y combinadas con una aplicación en antesis durante la campaña 2004. Promedio de los seis sitios en W, y de 4 sitios para Gluten.

La posibilidad de que estas respuestas tanto en rendimiento como en proteína u otras variables relacionadas con la calidad pudieran ser predichas o diagnosticadas a través

rendimiento en grano y contenido de proteínas en los seis sitios. Si bien la relación existe y es obviamente positiva; es decir, mayor "verdor" implica más contenido de N en la hoja bandera, y de allí, rendimientos de grano más altos y mayores contenidos en el grano, ésta no es muy ajustada, por la razón de que los distintos efectos ambientales generan un error lógico. Es claro que hay distintos grupos de datos de los distintos sitios, y que serán discutidos en detalle en los informes finales.



de las modernas herramientas como el clorofilómetro SPAD Minolta, vienen siendo investigadas por los distintos grupos. En la Figura 3 se presenta la relación entre las lecturas SPAD y los resultados obtenidos de

Figura 3. Relación entre las lecturas de "verdor" con el clorofilómetro SPAD y los rendimientos y contenido de proteína en grano de trigo. Resultados promedios de seis sitios, campaña 2004.

Consideraciones finales

Los resultados obtenidos confirman en líneas generales los de la campaña 2003. En tal sentido, podría concluirse que el incrementar la dosis de N aplicadas al macollaje del trigo aumenta los rendimientos, y los contenidos de proteína en el grano. Las aplicaciones en el momento de la antesis tienen mayor eficiencia en el aumento del contenido de proteína, pero no tienen casi efecto sobre el aumento de rendimiento. Por esto, las aplicaciones fraccionadas representan, en general, el doble efecto del aumento de rendimiento y del contenido de proteína, a un costo menor de N fertilizante nitrogenado. Las relaciones entre proteína y otras variables de calidad panadera precisan estudiarse más en detalle según la variedad. Tanto el rendimiento como la calidad presentan muy buenas relaciones con el valor de SPAD medido en la hoja bandera, indicando un gran valor en el diagnóstico de la necesidad de N aplicado en antesis para el logro de una mejor calidad de grano. El análisis conjunto de las campañas 2003/04 y la de 2005/06, seguramente mejorarán la precisión de estas conclusiones y la eficiencia de las recomendaciones generadas para el trigo cultivado en el Sur de Buenos Aires.

Referencias

- Calviño P, Redolatti M. 2000. Diagnóstico de nitrógeno en trigo con variedades de distinto potencial de producción. Actas XVII Congreso Argentino Ciencia del Suelo. III-24.
- Calviño PA, Echeverría HE y Redolatti M. 2000. Trigo en siembra directa en el Sudeste Bonaerense: Diagnóstico de necesidades de nitrógeno en función de la fertilización fosfatada. Actas XVII Congreso Argentino Ciencia del Suelo. III-14.
- Díaz Zorita M. 2000. Efecto de dos momentos de aplicación de urea sobre la producción de grano de trigo en Drabble (Buenos Aires). Ciencia del Suelo 18:125-131.
- García F, Fabrizzi K, Berardo A, Justel F. 1998. Fertilización nitrogenada de trigo en el sudeste bonaerense: respuesta, fuentes y momentos de aplicación. Actas XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz. Córdoba. 109-110.
- García R, Annone J.G., Martín A.J., Mac Maney M., Regis S. 2001. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y distintos parámetros de calidad industrial de distintas variedades de trigo pan (*Triticum aestivum* L.). V Congreso Nacional de Trigo. Carlos Paz. Córdoba. CD.
- González Montaner JL, Maddoni GA, Maillard N, Posborg M. 1991. Optimización de la respuesta a la fertilización en el cultivo de trigo a partir de un modelo de decisión para la subregión IV (Sudeste de la provincia de Buenos Aires). Ciencia del Suelo 9:41-51.
- Melaj, M.A.; Echeverría, H.E.; Studert, G.A.; Andrade, F.; Bárbaro, N.O. y López, S.C. Acumulación y partición de nitrógeno en el cultivo de trigo en función del sistema de labranza y momento de fertilización nitrogenada. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. Abril 2000. Actas en CD, 4 pág.

Nota: la siguiente herramienta es a título de ejemplo, Fertilizar no se hace responsable por la calidad ni el buen resultado del mismo.



Localidad	Tipo de Suelo	Antecesor	P	M.O.	pH	Nit Q/ha	Siembra	Fecha de Aplicación N		
			ppm	%		kg/ha		Macollaje	H. Bandera	Antesis
Balneario	Argisoles típicos	Soja	5.5	5.7	6.1	57	20-Jun	23-Ago	06-Nov	24-Nov
Mar del Plata	Argisoles típicos	Miela	6.5	5.8	5.9	81	15-Jun	23-Ago	28-Oct	23-Nov
Tres Arroyos	Argisoles Petrocalcicos	Girasol	6.3	3.8	6.5	42	13-Jul	20-Sep	28-Oct	16-Nov
Cnel. Domingo	Haplosol típicos	Girasol	6.5	2.8	6.4	37	15-Jul	21-Sep	28-Oct	16-Nov
Bordenave	Haplosol énticos	Prad. mixta	10.0	1.3	6.3	80	08-Jul	18-Sep	28-Oct	16-Nov
Cnel. Suárez	Argisoles típicos	Soja	44.0	4.8	6.8	30	01-Jul	14-Sep	27-Oct	12-Nov

Tabla 1. Características de los sitios experimentales y de manejo de los cultivos.

Nutrición y fertilización

Balances, modelos de diagnóstico e interacciones¹

Fernando O. García, INPOFOS Cono Sur, fgarcia@inpofos.org

Martín Díaz-Zorita, DZD Consultores-FAUBA-Nitragin S.A., mdzorita@speedy.com.ar

La nutrición es uno de los factores frecuentemente limitantes para lograr el rendimiento alcanzable de trigo sin factores reductores como malezas, plagas y enfermedades. En Argentina, casi toda la superficie sembrada de trigo recibe fertilización con dosis variables según la zona y el manejo de cada productor. Si bien en muchas zonas trigueras se dispone de metodologías adecuadas para el diagnóstico de las necesidades nutricionales del cultivo, es frecuente encontrar situaciones de sub-fertilización o fertilización no balanceada. Un aspecto adicional a tener en cuenta es que la mayoría de los cultivos de trigo es seguida por un cultivo de soja de segunda, siendo, en general, la fertilización del trigo la única que provee nutrientes para ambos cultivos, es decir que esta fertilización se realiza para el doble cultivo trigo-soja.

En este escrito se discuten tres aspectos: i) el efecto del balance de nutrientes en los suelos sobre los rendimientos de trigo, ii) los modelos de diagnóstico y la interacción entre nutrientes y iii) las novedades en cuanto a respuestas a nutrientes "no convencionales" (otros que no sean N, P o S) y a promotores biológicos de crecimiento.

1. Balance de nutrientes en la rotación: Efectos sobre el cultivo de trigo

A pesar del incremento en el uso de nutrientes vía fertilizantes en los últimos 15 años, los balances de nutrientes en Argentina siguen siendo negativos para los suelos. La estimación de extracción en grano y la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S) en los cuatro principales cultivos indica que, para la campaña 2004/05, se repuso vía fertilización el 28%, 42%, menos del 2% y el 13% del N, P, K y S, respectivamente, extraídos en los granos (García, 2006). Estas cifras son similares a las que se han observado en los últimos 5-6 años e indican que el crecimiento en el uso de fertilizantes no compensa el crecimiento en la producción de granos. Estos desbalances de nutrientes impactan en la fertilidad de los suelos y la producción de trigo y otros cultivos en la rotación.



¹ Presentado en Congreso "A Todo Trigo 2006", organizado por FCEGAC, Mar del Plata, 18 y 19 de Mayo de 2006.



Normalmente cuando pensamos en la nutrición de cultivos y la fertilidad de los suelos consideramos únicamente el cultivo que se va a implantar en esa campaña. Sin dudas, un aspecto que debe sumarse a la evaluación de la fertilización es pensar en la fertilidad de los suelos y la producción de los cultivos y/o pasturas que se incluyen en la rotación. Podemos involucrar estos dos aspectos bajo lo que se considera la fertilización del sistema de producción. Este concepto de fertilización se basa en la residualidad de los nutrientes en formas orgánicas (N, P, S) y/o inorgánicas (P, K) en el suelo y son sus objetivos y/o potenciales ventajas:

- Potenciar el reciclado de nutrientes en formas orgánicas (efectos sobre la MO del suelo)
- Mejorar los balances de nutrientes en el suelo (Reposición)
- Producir mayor cantidad de materia seca en cultivos de renta y/o de cobertura (mejorar el balance de C del suelo)
- Aumentar la eficiencia de las aplicaciones de fertilizantes (mejor distribución, menor fitotoxicidad)
- Ahorro de tiempo en la siembra
- Uso más eficiente de maquinarias y de personal

No estamos refiriéndonos simplemente al efecto puntual de residualidad de la aplicación de un nutriente de un año para el otro, un efecto demostrado ampliamente para el caso de P, por ejemplo, sino a generar un suelo de mayor fertilidad y productividad asociando una mejor condición nutricional a prácticas de manejo tales como la rotación de cultivos, la siembra directa, la incorporación de cultivos de cobertura y otras que contribuyen a sostener y mejorar calidad del recurso suelo.

Los ensayos a mediano y largo plazo realizados a nivel nacional e internacional muestran los efectos

de la fertilización del sistema: la nutrición balanceada de los cultivos resulta en la nutrición balanceada del suelo. A modo de ejemplo, la Fig. 1 muestra los rendimientos de trigo/soja en 2004/05 y de maíz en 2005/06, sobre parcelas sin fertilización o que fueron fertilizadas con N, P y S en dosis de reposición durante las cuatro campañas anteriores (2000/01 a 2003/04). Tanto el trigo/soja 2004/05 como el maíz 2005/06 recibieron, en las dos situaciones, fertilización NPS (80-86 kg N + 20-27 kg P + 10 kg S). Los resultados muestran que el efecto residual de cuatro años de fertilización de reposición NPS, aún con una fertilización NPS en el cultivo actual, permitió obtener respuestas adicionales de 2.204 kg/ha de trigo y 559 kg/ha de soja de segunda en 2004/05 y de 1.031 kg/ha en 2005/06. Este es el resultado de la nutrición del cultivo y del suelo en "fertilidad acumulada" que genera ambientes edáficos de mayor fertilidad y productividad.

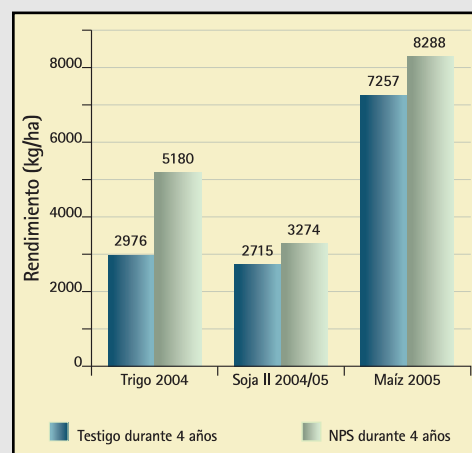


Figura 1. Rendimientos de trigo y soja de segunda en 2004/05 y de maíz en 2005/06 sobre parcelas Testigo o fertilizadas con NPS (dosis de reposición de NPS extraídos en grano), en los 4 años previos (2000 a 2003). Los dos tratamientos fueron fertilizados a la siembra del trigo y a la siembra de maíz con 80-86 kg N + 20-27 kg P + 10 kg S. Información Ensayo El Fortín, Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe, Campañas 2004/05 y 2005/06. Fuente: CREA Sur de Santa Fe-INPOFOS-ASP.

Los resultados de estos ensayos se suman a la información ya disponible en cuanto a efectos de residualidad de P y S en distintas zonas del país (Berardo et al., 1997; Vivas, 2003; Salvagiotti et al., 2005b; Ventimiglia et al., 2005), que aportan a la posibilidad de manejar la fertilización dentro del sistema de producción y no simplemente evaluarla como una práctica aislada para cada cultivo. La fertilización de trigo es una excelente alternativa para mejorar la nutrición en la rotación y no debería definirse solamente por la relación costo/beneficio en este cultivo.

Fernando O. García, INPOFOS Cono Sur

2. Modelos de diagnóstico e interacción entre nutrientes

Existen diferentes alternativas de diagnóstico de la fertilización del cultivo, la mayor parte concentradas en la pre-siembra del cultivo. Muchas de estas metodologías se han desarrollado o validado bajo las condiciones de la región pampeana y otras han sido extrapoladas de otras regiones trigueras del mundo y han sido presentadas y discutidas en otros eventos y publicaciones (García, 2004; García y Berardo, 2005).

Brevemente, entre los modelos de diagnóstico de N se destacan la determinación de N-nitratos en pre-siembra a 0-60 cm de profundidad y el uso de modelos de simulación como el software Triguero (Satorre et al., 2005). El Triguero, en las zonas en las cuales ha sido calibrado, permite generar alternativas de fertilización nitrogenada según las condiciones del ambiente: clima, suelo y manejo.

El diagnóstico de la fertilización fosfatada se basa en la concentración de P extractable, según el método de Bray 1, a 0-20 cm en pre-siembra. La Fig. 2 muestra la calibración observada en los 25 sitios/año de la Red de Nutrición de la región CREA Sur de Santa Fe. Las dosis de aplicación de P dependerán de la estrategia de manejo de P para cada productor: reposición y reconstrucción de los niveles de P Bray, o dosis de suficiencia para alcanzar un determinado rendimiento objetivo según análisis de suelo (Echeverría y García, 1998).

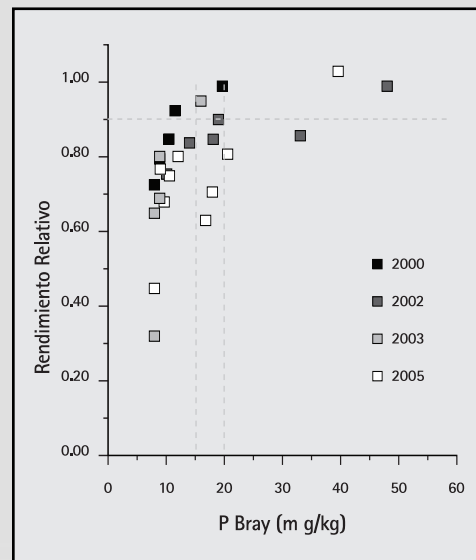


Figura 2. Rendimiento relativo de trigo (rendimiento NS/Rendimiento NPS) en función del nivel de P Bray a 0-20 cm de profundidad a la siembra. La línea horizontal indica rendimiento relativo del 90% y las verticales la concentración de P Bray de 15 mg/kg y 20 mg/kg. Ensayos Región CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04 y 2005/06. Fuente: CREA Sur de Santa Fe-INPOFOS-ASP.

En cuanto a S, las investigaciones desarrolladas no han generado modelos de diagnóstico confiables. La recomendación de fertilización azufrada de acuerdo a la caracterización del ambiente sigue siendo la más adecuada (Martínez y Cordone, 2005). Algunos trabajos indican un posible umbral crítico de 10 mg/kg de S-sulfatos a 0-20 cm en pre-siembra.

Tratamientos biológicos de semillas de trigo

Solubilizadores de fósforo

- a - *Pseudomonas* sp.
- b - Asociaciones con micorrizas
- c - *Bacillus*
- d - *Aspergillus*
- e - Levaduras

Acción:

- Quelación
- Reducción del hierro
- Acidificación

Un aspecto que debe enfatizarse en el manejo de la fertilización de los cultivos, es la interacción de la nutrición con el ambiente y, sobre todo, la interacción entre nutrientes, la que depende de las disponibilidades de los nutrientes en cada lote en particular. En 4 sitios/año de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, la interacción de N, P y S resultó en incrementos de rendimiento de 2.665 kg/ha en promedio, un 145% de aumento sobre el promedio de los Testigo, superando significativamente a las interacciones parciales entre los tres nutrientes (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento de trigo con diferentes tratamientos de fertilización con N, P y S en sitios de la Red de Nutrición de CREA Sur de Santa Fe en las campañas 2003/04 y 2005/06. Fuente: CREA Sur de Santa Fe-INPOFOS-ASP.

Tratamiento	Balducci 2003	El Fortín 2003	Balducci 2005	La Marta 2005
Testigo	1984 d#	1546 d	1980 d	1833 c
PS	3502 c	2540 c	3379 c	3047 b
NP	4130 b	2378 c	4091 bc	1636 c
NS	4437 b	3214 b	4348 b	2745 b
NPS	5160 a	3682 a	5476 a	3683 a

Rendimientos seguidos por una misma letra, dentro de cada columna, no difieren entre sí al nivel de probabilidad del 5%.

3. Nutrientes "no convencionales" y promotores de crecimiento

Si bien N, P y S son los nutrientes generalmente deficientes para la producción de trigo, anualmente se realizan numerosas investigaciones para determinar deficiencias y respuestas a otros nutrientes esenciales. En la región pampeana, la aplicación de cloruro de potasio (KCl) en cultivos de trigo bajo condiciones NPS no limitantes, ha mostrado con frecuencia aumentos significativos en sus componentes del rendimiento y en la producción de granos. Dado que los suelos en esta región tienen altos contenidos de K, las respuestas se atribuyen mayormente a aportes de cloruros (Cl-) (Díaz-Zorita et al., 2004). El cloro, en forma de Cl-, es un elemento esencial requerido por las plantas que participa, entre otros, de procesos de regulación de ósmosis, en su desarrollo y en la supresión de enfermedades. Es frecuente describir que al fertilizar con KCl la incidencia de enfermedades decrece (Tabla 2). No obstante, estudios desarrollados tanto en el norte de la región de las Grandes Planicies en los EE.UU., como en la región pampeana argentina (Díaz-Zorita et al., 2004; Salviagiotti et al., 2005a), muestran que las mejoras en rendimientos no serían sólo justificadas por reducciones en la incidencia de enfermedades.

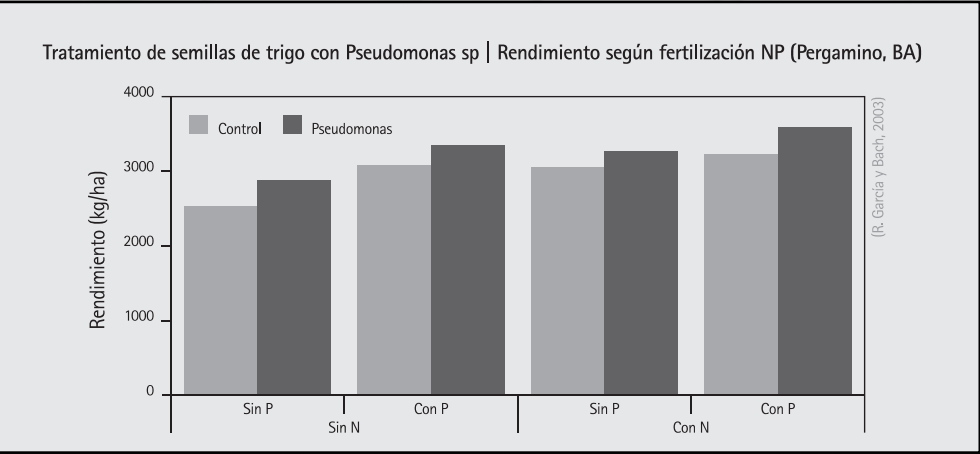


Tabla 2. Promedio de incidencia y severidad de roya y mancha amarilla en trigo según dosis de fertilización con KCl en 8 cultivos de la región de la pampa arenosa. Campaña 2005. (Convenio DZD Agro-INPOFOS, inédito).

Enfermedad	Dosis de KCl (kg/ha)							
	0	50	100	150	0	50	100	150
	Incidencia (%)				Severidad (%)			
Roya	24	18	15	13	6	2	3	3
Mancha amarilla	8	6	6	6	10	5	0	5

Las mejoras en rendimientos al fertilizar con Cl⁻ serían de mayor magnitud en suelos con baja provisión de Cl⁻ y con texturas franco-arenosas a arenosas, aunque la variabilidad en las respuestas también se atribuye a variaciones en la "presión" de enfermedades durante estadios de desarrollo temprano de los cultivos y a diferencias en los genotipos cultivados. En la campaña 2005, a partir de 16 ambientes de producción definidos por combinaciones entre variedades, tratamientos de aplicación de funguicidas foliares y localidades de la región de la pampa arenosa, se observaron respuestas medias a la fertilización con KCl (dosis de entre 50 y 150 kg/ha) de unos 550 kg/ha (14%) en casi un 64% de los casos. Estos resultados son similares a los descriptos en campañas anteriores con aumentos medios de 343 kg/ha al aplicarse 100 kg/ha de KCl (Fig. 3).

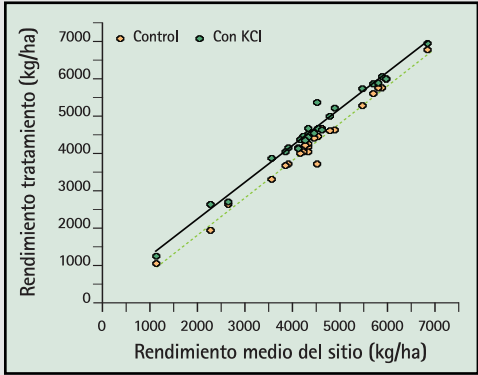


Figura 3. Producción de cultivos de trigo según tratamientos de fertilización con KCl en 25 sitios experimentales de la región de la pampa arenosa durante las campañas 2003 y 2004 (Díaz-Zorita y Duarte, 2005).

El mejoramiento en la calidad de la microflora de suelos agrícolas al incorporar organismos seleccionados por sus funciones en diversos procesos que contribuyen con la implantación, desarrollo y producción de cultivos es una alternativa que permite lograr mejores cultivos. Los efectos del uso de los tratamientos biológicos pueden ser directos, favoreciendo la nutrición de las plantas y su disponibilidad de agua; como indirectos, promoviendo a un mejor desarrollo de las plantas. Algunos de estos microorganismos han sido eficientemente aislados y multiplicados para la formulación de inoculantes para su aplicación en escala de producción.

En Argentina hay varios productos con formulaciones biológicas para el tratamiento de semillas de trigo que han mostrado efectos favorables sobre la producción de trigo en condiciones extensivas. Entre éstos, se encuentran microorganismos caracterizados como solubilizadores de P (ej. *Pseudomonas* sp.) con capacidad de producir ácidos orgánicos (ácidos oxálico, fumárico y cítrico) y fosfatasas facilitando la solubilidad del P y otros nutrientes. Además, la promoción del crecimiento de las plantas inducida por *Pseudomonas* sp. podría también asociarse a la producción de algunas fitohormonas y a la protección contra hon-



gos patógenos. Estudios en el centro-norte de Buenos Aires muestran que la respuesta a este tratamiento es complementaria a la práctica de fertilización fosfatada (Ferraris y Couretot, 2004) con resultados similares entre dosis de aplicación del P (Fig. 4).

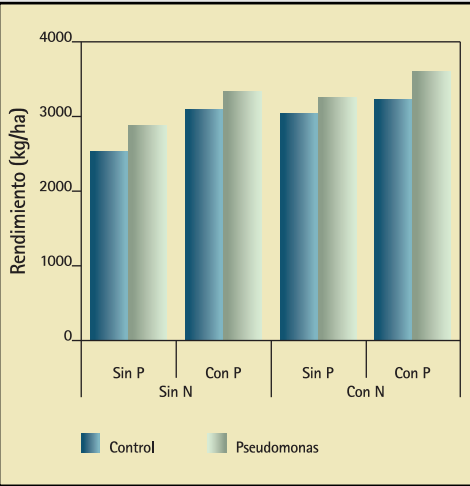


Figura 4. Rendimiento de trigo según tratamientos de fertilización e inoculación con *Pseudomonas* sp. Promedio de 5 ambientes del centro-norte de Buenos Aires (García y Bach, 2003).

Azospirillum sp. es otro de los microorganismos con características de promoción del crecimiento vegetal disponible en tratamientos de inoculación. En un principio fue conocido por su capacidad de fijar N libremente, pero en la actualidad se reconocen otros mecanismos de promoción vegetal más importantes. Si bien los conocimientos de los efectos de *Azospirillum* sp. sobre el crecimiento de abundantes especies cultivadas no es reciente, sí lo es su utilización extensiva en condiciones de producción. A partir de la campaña 2002 y en un convenio de vinculación tecnológica entre el INTA y Nitragin Argentina se desarrolló un producto de formulación líquida conteniendo *Azospirillum* brasilense para el tratamiento de semillas de trigo. Sobre 249 lotes de producción evaluados, en el 75% se detectaron aumentos de rendimiento por la

aplicación del tratamiento. Estos cambios se asociaron principalmente con el logro de mayor número de granos y acumulación de biomasa aérea y radical, alcanzando aumentos en los rendimientos fundamentalmente en ambientes con rendimientos alcanzables de trigo superiores a los 2.000 kg/ha (Tabla 3). Los resultados fueron independientes de la práctica de fertilización empleada (Fig. 5) permitiendo la inoculación con este formulado mejorar la eficiencia de aprovechamiento de nutrientes aportados por fertilización (Díaz-Zorita et al., 2006).

Tabla 3. Producción de trigo según tratamientos de semillas con una formulación líquida con *Azospirillum* brasilense. Campañas 2002 a 2005 (INTA-Nitragin Argentina, inédito).

Rendimiento Alcanzable (kg/ha)	Casos		Rendimiento (kg/ha)		Respuesta		
	Total	Con Respuesta	Control	Tratado	%	kg/ha	P(x)
< 2000	17	41%	1421	1486	16	201	0,12
2000-3000	40	80%	2302	2572	18	355	0,00
3000-4000	57	75%	3358	3523	8	270	0,00
4000-5000	79	76%	4227	4442	9	351	0,00
> 5000	56	79%	5128	5524	13	611	0,00
Total	249	75%	3730	3973	12	389	0,00

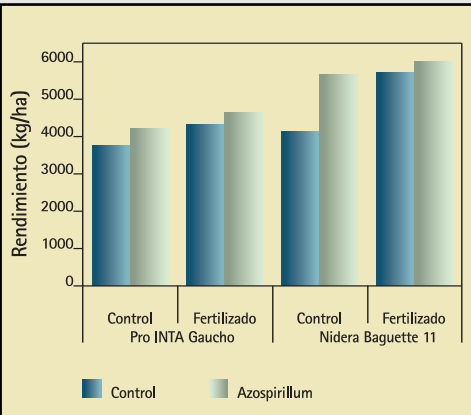


Figura 5. Producción de grano de trigo según tratamientos de fertilización (P18 N150) e inoculación con *Azospirillum* brasilense en el norte de Buenos Aires. Campaña 2005 (Ferraris y Couretot, inédito).

Consideraciones finales

- La fertilización de trigo es una excelente alternativa para mejorar la nutrición en la rotación y no debe definirse solamente por la relación costo/beneficio en este cultivo.
- Un aspecto a considerar en el manejo de la fertilización de los cultivos, es la interacción de la nutrición con el ambiente y, sobre todo, la interacción entre nutrientes.
- En la región pampeana, la aplicación de cloruro de potasio (KCl) en cultivos de trigo bajo condiciones NPS no limitantes, ha mostrado con frecuencia aumentos significativos en sus componentes del rendimiento y en la producción de granos.
- En Argentina se dispone de varios productos con formulaciones biológicas para el tratamiento de semillas de trigo, que han mostrado efectos favorables sobre los rendimientos en condiciones extensivas.

Referencias

- Berardo A., F. Grattone, R. Rizzalli y F. García. 1997. Long-term effects of phosphorus fertilization in wheat yields, efficiency and soil test levels. *Better Crops International*. Vol. 12 No. 2, 18-20.
- Díaz-Zorita, M., R.M. Baliña, M.V. Fernández Canigia, y A. Perticari. 2006. Rendimiento de cultivos de trigo en la región pampeana inoculados con *Azospirillum brasilense*. *INPOFOS Informaciones agronómicas* 29: 17-19.
- 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: *Agronomy Journal*, v. 96, p. 839-844.
- Echeverría H. y F. García. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. *Boletín Técnico* No.149. EEA INTA Balcarce.
- Ferraris, G., y L. Couretot, 2004. Evaluación de la utilización de bacterias solubilizadoras de fósforo (*Pseudomonas* spp) en trigo. *Revista de Tecnología Agropecuaria - INTA Pergamino* 9: 37-39.
- García F. 2004. Avances en el manejo nutricional de los cultivos de trigo. *Actas Congreso "A Todo Trigo"*. FCE-GAC. Mar del Plata, 13-14 Mayo. Pp. 55-62.
- García F. 2006. La nutrición de los cultivos y la nutrición de los suelos. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 29:13-16. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- García F. y A. Berardo. 2005. Trigo. Pag. 233-253. En H. Echeverría y F. García (eds.). *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos*. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.
- García, R. y T. Bach, 2003. Efecto de la inoculación con *Pseudomonas* sobre el rendimiento de trigo. *EEA INTA Pergamino, Informe Técnico* 324, 19 pp.
- Martínez F. y G. Cordone. 2005. Avances en el manejo de la fertilización de cultivos y fertilidad de suelos en el sur de Santa Fe. *Simposio "Fertilidad 2005: Nutrición, Producción y Ambiente"*. Rosario, 27-28 Abril. INPOFOS Cono Sur-Fertilizar A.C. pp. 3-11.
- Salvagiotti, F. J. Castellarin, C. Galarza, N. González, M. Incremona. 2005a. 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.
- Salvagiotti F., G. Gerster, S. Bacigaluppo, J. Castellarin, C. Galarza, N. González, V. Gudelj, O. Novello, H. Pedrol, y P. Vallote. 2005b. Efectos residuales y directos de fósforo y azufre en el rendimiento de soja de segunda. *Ciencia del Suelo* 22(2):92-101.
- Satorre E., F. Menéndez y G. Tinghitella. 2005. El modelo Triguero: Recomendaciones de fertilización nitrogenada en trigo. *Simposio "Fertilidad 2005: Nutrición, Producción y Ambiente"*. Rosario, 27-28 Abril. INPOFOS Cono Sur-Fertilizar A.C. pp. 3-11.
- Ventimiglia L. 2005. Nutrición de cultivos en el centro de Buenos Aires. *Actas Simposio "Fertilidad 2005"*. INPOFOS Cono Sur-Fertilizar Asociación Civil. Rosario, 27-28 de Abril 2005. pp. 39-47.
- 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.

Novedades & Eventos

Fertilizar presentó un panorama sobre la reposición de nutrientes al suelo

Con la presencia de técnicos del INTA y AAPRESID, FERTILIZAR, Asociación Civil, tendiente a concientizar sobre el uso racional del fertilizante, presentó datos sobre la situación actual de la reposición de nutrientes en nuestro país y expuso las perspectivas de fertilización para los próximos años.

De acuerdo a información elaborada en base a los resultados de un relevamiento realizado por la consultora Icasa/Mora y Araujo para FERTILIZAR en el año 2005, existe un desbalance en la reposición de nutrientes, más allá del aumento del uso de fertilizantes registrado en años anteriores.



De frente (de izq. a derecha):

Enzo G. Cástino (Fertilizar Asoc. Civil)

Hugo Fontanetto (INTA)

De pie:

Alejandro Vollert (Presidente Fertilizar Asoc. Civil)



De derecha a izquierda:
Francisco Llambías (Vocal Titular)
Juan Tamini (Prosecretario)
Camila López Colmano (Vocal Suplente)
Alejandro Vollert (Presidente)
Enzo G. Cástino (Gte. Ejecutivo)

Respecto del año 2004, se afirma que el consumo de fertilizantes nitrogenados cayó en un 11% y el de los fosfatados aumentó en un 7,83%, lo que se atribuye al incremento del área de soja sembrada en un 5% por encima de la campaña pasada, y una merma en la de maíz en un 10% y de trigo en un 20%.

Antecedentes

A su vez, según datos de la campaña 03-04 aportados por Inpofos, la Secretaría de Agricultura de la Nación y la Fundación Producir Conservando, se observa que sobre la extracción total de nutrientes en trigo, maíz, soja y girasol, fueron repuestos 30, 40, 2 y 15% de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre respectivamente. Esto expresado en millones de dólares significaría un desbalance entre nutrientes aplicados y nutrientes extraídos de aproximadamente 1.550 millones de dólares.

Tendencias

Mejora en la eficiencia y uso de fertilizantes (logística y tipo de producto).

Mayor uso de fertilización balanceada según las necesidades de cada productor.

Fertilización de la rotación pensando más en el sistema de producción que en cultivo.

Utilización de las dosis variables por lote.

Lo que a su campo le falta para que a usted le sobre



- **Realización de simposios**
- **Publicación de Ensayos**
- **Información técnica actualizada**
- **Datos estadísticos**
- **Intercambios técnicos con
Universidades e Instituciones**



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Rivadavia 1367 7ºB Ciudad de Buenos Aires
Tel: (011) 4382-2413

www.fertilizar.org.ar

info@fertilizar.com.ar





FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

LO QUE A SU CAMPO LE FALTA, PARA QUE A USTED LE SOBRE.

Creemos en el **futuro**,
por eso tenemos un compromiso.

Fertilizar

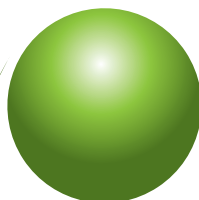
Nació como un proyecto llevado a cabo por el INTA. Con el paso del tiempo y el desarrollo, Fertilizar se transformó en una asociación civil sin fines de lucro formada por diferentes actores de la industria agropecuaria: empresas, instituciones, asociaciones de productores y universidades, entre otros.



FERTILIZAR



FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL



Nuestra misión

Promover en todo el país el uso racional de fertilizantes a través de la difusión de información técnico-científica adaptada a la realidad de nuestro país, que explique las ventajas agronómicas y económicas del balance de nutrientes sobre la productividad y el papel fundamental de la fertilización en la protección del suelo para lograr una agricultura sustentable.

