

FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 9 - Mayo 2008



**Entrevista al
Ing. Agr. Luciano Martín Ascheri**

**Cultivo de trigo:
Aumentar la eficiencia en el
uso de fertilizantes**

Programa Triguero

Fertilización foliar

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO IV - Nº9 - MAYO 2008

Entrevista al Ing. Agr.
Luciano Martín Ascheri

04



Cultivo de trigo:
Aumentar la eficiencia en
el uso de fertilizantes

06



Programa Triguero

12



Fertilización foliar:
Otra exitosa forma de
nutrir a las plantas

23



Novedades & Eventos

31



Breves Fertilización

34

Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Francisco Llambías

Vicepresidente
Jorge Bassi

Secretaria
Camila López Colmano

Prosecretario
Juan Luis Tamini Elicegui

Tesorero
Manuel Santiago Zardain

Protesorero
Marco Eugenio Prena

Vocales Titulares
Eduardo Caputo
Pedro Falhauser

Vocales Suplentes
Guillermo Pinto
Florescia Schneeberger

**Comisión Revisora
de Cuentas**

Miembro Titular
Pablo Omar Pussetto

Miembro Suplente
Julián José Carneiro

Responsables Área Técnica
Ana Balut
Oscar López Matorras
Juan Aloé
Juan Petri

ACA
ASP
BUNGE
EMERGER
FÉLIX MENÉNDEZ
FERTICROPS
FERTIVA
NIDERA
NITRAGIN
PASA DE PETROBRAS
PROFERTIL
QUEBRACHITO
REFRACTARIOS ARGENTINOS
REPSOL YPF
RÍO TINTO BORAX
ROULLIER
STOLLER
YARA

Asesor en Contenidos Técnicos
Dr. Ricardo Melgar

ISBN en trámite

Coordinación
Javier Escudero

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

A fin del año pasado, en la Asamblea Plenaria de FERTILIZAR, se presentó un resumen de las actividades más importantes que se desarrollaron durante el año. También analizamos la evolución de FERTILIZAR desde su creación en 1994 y hemos trazado algunas líneas de nuestra proyección hacia el futuro. Durante la asamblea estudiamos algunas barreras actuales para el desarrollo y nuevos desafíos. Además discutimos sobre el rol único que tiene FERTILIZAR como asociación de la industria con base en la tecnología y sobre la importancia del rol vinculante entre las empresas, el aporte científico y los productores agropecuarios.

Una visión: creemos que FERTILIZAR debe basar sus actividades de investigación, desarrollo y difusión en la concientización sobre reposición de nutrientes, uso responsable y cuidado del medio ambiente de alta productividad. Consideramos que la nutrición mineral, ciencia que apoyamos y que nos apoya, debe ser el pilar tecnológico que nos permita estimar los límites del desarrollo de la aplicación de nutrientes en los ambientes productivos. Hacia el futuro, FERTILIZAR debe ocuparse de identificar los puntos de encuentro no para competir, sino para complementar y sinergizar estas actividades entre todos los actores. Creemos que debemos renovar y profundizar nuestro compromiso con la investigación agronómica e investigación de mercado, sólidas y únicas fuentes de información. Pensamos difundir los conocimientos adquiridos por medio de herramientas tradicionales y otras ideas creativas no convencionales.

En este sentido, durante el año 2007, en FERTILIZAR hemos desarrollado nuevas iniciativas creativas y recursos comunicacionales destinados a generar conciencia. Entre ellos, en Rosario, durante el Congreso organizado por el Dr. Fernando García del Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI), se hizo una interpretación teatral de la relación de los principales nutrientes (nitrógeno, fósforo, y azufre) con el suelo; se llevó a cabo un concurso literario destinado a escuelas agrotécnicas argentinas y, finalmente, se realizó una obra de teatro llamada la "Ley del Suelo", estrenada en Tres Arroyos. Por todas las iniciativas, FERTILIZAR ha recibido menciones y felicitaciones de varios países del mundo.

Según sondeos, durante el año 2007, la aplicación de nutrientes como fertilizantes alcanzó 1,6 M de toneladas de nutrientes N, P2O5, K y S, aumentando un 15% respecto de los registros del año anterior. Este salto cuantitativo se produjo debido a una buena relación de precios y al esfuerzo de las empresas que producen, importan, almacenan, distribuyen, investigan y aplican fertilizantes, es decir, por el esfuerzo alineado desde la fabricación, hasta la aplicación por el productor agropecuario.

Un desafío: con el propósito de alinear y proyectar hacia el futuro cuáles serán las necesidades futuras de la cadena, este año se presentarán los resultados del estudio realizado junto con la Fundación Producir Conservando, bajo el título "La nueva Proyección de uso de Fertilizantes para el Periodo 2007-2016"; también se renovarán acuerdos de investigación y se continuará con las iniciativas comunicacionales tradicionales y nuevas ideas creativas. Los desafíos no son menores.

Finalmente, aprovecho esta oportunidad para agradecer la colaboración de los miembros del Comité Ejecutivo 2007, que estuvo conformado por Marco Prena (ACA), Guillermo Pinto (ASP), Florescia Schneeberger (YARA) y Eduardo Caputo (YPF). A su vez, aprovecho para agradecer a Enzo Cástino, Gerente de la Asociación y doy la bienvenida a los miembros del Comité Ejecutivo 2008 conformado por Juan Tamini (BUNGE), Camila Lopez Colmano (NIDERA), Pedro Falhauser (PETROBRAS) y Cristian Panel (PROFERTIL).

Atentamente, *Francisco Llambías*
Presidente

Agradecemos a Enzo Cástino,
quien recientemente
se ha desvinculado
de FERTILIZAR, por
su colaboración y
le deseamos éxitos
en sus nuevos
emprendimientos.



Entrevista al Ingeniero Agrónomo Luciano Martín Ascheri

En este número, entrevistamos al Ing. Agr. Luciano Martín Ascheri, técnico asesor de la empresa Compañía de Insumos y Granos S.A. (CIGRA), y asesor del CREA Monte Maíz, quien compartió con nosotros cómo es su trabajo de asesoramiento en fertilización y las perspectivas de esta tecnología para las próximas campañas.

Cabe mencionar que CIGRA, de Wenceslao Escalante (sudeste de Córdoba), se dedica a la comercialización de granos, insumos y producción agrícola desde 1998. En asociación con productores, también produce cereales en Córdoba, Buenos Aires, Santiago del Estero y Chaco. Actualmente, cuenta con más de 300 clientes y alianzas estratégicas con reconocidos proveedores agrícolas, como Basf, Berkley, Profertil y Pioneer.

¿Cómo es su metodología de trabajo, desde lo técnico, en fertilización?

En los últimos años fueron creciendo los rindes promedio de los diferentes cultivos, no sólo en quintales por hectárea, sino también por mm. de lluvia, aumentando la eficiencia del uso del suelo y del agua.

Uno de los grandes secretos de estos incrementos fue el ajuste en la fertilización, tanto sea en dosis, en momentos o en fuentes. Éstos no fueron al azar, sino que surgen como respuesta a ajustes hechos con ensayos en nuestros propios campos.

Esta metodología de trabajo tiene como objetivo calibrar las respuestas a la fertilización en nuestros suelos y clima, pudiendo

ver la respuesta al agregado de nutrientes y también podemos observar los potenciales productivos zonales.

Así construimos curvas de respuesta a la fertilización nitrogenada y fosforada en trigo y maíz, y sus efectos en soja de segunda.

Estos resultados son siempre contrastados con información de otras redes de ensayos de distintas instituciones.

¿Cómo considera que fue evolucionado la práctica en sus años de asesor?

Hoy no se duda de las respuestas a la fertilización en los cultivos, y ya muchos productores entendieron que, para ser competitivos en su actividad, el ajuste en la fertilización es una de las claves. Años atrás esto no estaba tan claro, y a la hora de fertilizar, la dosis del fertilizante estaba limitada por la inversión y no por el ingreso marginal y la estabilización del rinde.

Hoy nadie duda en hacer maíz o trigo sin fósforo ni nitrógeno, ni tampoco soja sin azufre ni fósforo.

¿Cuáles cree que son los aspectos clave en el desarrollo de esta tecnología?

La competitividad. Hoy en día las empresas que apuntan a seguir creciendo en hectáreas y en rindes no dudan en implementar esta tecnología. Las empresas que la adoptaron han tenido resultados excelentes por ajustar y balancear las fertilizaciones, que les permitieron obtener mejores márgenes que el resto de las empresas.



¿Cuáles son sus fortalezas como técnico para ser referente en su zona de influencia?

A mi entender, hay que demostrarle al productor que se pueden obtener excelentes resultados productivos y económicos por utilizar esta tecnología. Como consecuencia de esto, trabajo con mucho esfuerzo y dedicación para que el productor pueda ver los resultados.

¿Cuál es su ideal de técnico?

Desde chico tengo como ideal de técnico a Fernando García, no sólo por sus conocimientos y trayectoria, sino también por su carisma y pasión por lo que hace. Está a simple vista su capacidad técnica y humana.

Ante la inminente siembra de trigo, y en el contexto actual, no podíamos dejar de consultarle al técnico sobre fertilización en este cultivo.

¿Cómo evaluaría la aplicación de esta tecnología en trigo?

Este cultivo es uno de los grandes beneficiados por los incrementos en la fertilización. En los últimos años calibramos las ofertas de fósforo, nitrógeno y azufre; también medimos los efectos en soja de segunda. El impacto en incremento de rendimiento es altísimo con fósforo y nitrógeno, y en el caso del azufre, el principal efecto es en soja de segunda.

Por último, al consultarle al Ing. Agr. Ascheri sobre las perspectivas de fertilización en general para las próximas campañas, él manifestó: “Sin dudar, la perspectiva es calibrar aún más la fertilización. Hasta el momento venimos trabajando con los macro nutrientes y apuntando exclusivamente al rendimiento. En las próximas campañas nos tendremos que focalizar más en micro nutrientes, como Boro, Zinc, etc. y también, en calidad”.

Agradecemos al Ing. Agr. Ascheri y a todo el equipo de CIGRA por su colaboración.

Cultivo de trigo

Aumentar la eficiencia en el uso de fertilizantes

Por el Dr. Néstor A. Darwich



En materia de diagnóstico de requerimientos de nutrientes y en la aplicación de fertilizantes, se cometen errores que, en el contexto actual de altos precios relativos de los fertilizantes, pueden ser muy costosos. Una correcta apreciación de la relación costo/beneficio lleva a mejoras significativas en los resultados y en la rentabilidad.

Muchas veces en la programación y/o ejecución de las tareas agropecuarias, se apela al uso de promedios, en aras de simplificar o hacer más fácil lo complicado.

Lamentablemente, estas simplificaciones generalmente tienen un costo muy elevado y, si bien pueden ahorrar unas horas de trabajo, casi siempre producen una pérdida de eficiencia en el sistema productivo, lo cual afecta la rentabilidad final de la operación.

Veamos algunos ejemplos: comencemos por analizar los errores o simplificaciones que generalmente se cometen en el diagnóstico, luego, en la formulación de recomendaciones y, por último, en la implementación de la fertilización de cultivos anuales.

Muestreo del suelo

La calidad del análisis del suelo depende de la calidad de la muestra que ingresa al laboratorio. El cuidado que se haya dispensado al tomarla es determinante en cómo ésta representará al lote a diagnosticar. Tengamos en cuenta que unos pocos gramos están representando a varios millones de kg de suelo, dado que la capa superficial del suelo (0-20 cm) de una hectárea pesa de 2,2 a 2,4 millones de kg. Es importante, por lo tanto, tener un acabado conocimiento de cómo deben extraerse las muestras, de qué sector del lote, en qué momento del año debe realizarse y a qué profundidad, según el nutriente que se desea evaluar.

Se debe tener especial cuidado cuando se muestrean rastros de cultivos en directa, que han sido fertilizados en la línea de siembra, dado que la concentración de algunos nutrientes, como el fósforo, aumenta hasta 5 veces, desde el entre surco hacia las proximidades de la línea de siembra del cultivo anterior. Por ello, un muestreo que no contemple estos factores puede inducir a un diagnóstico erróneo que conducirá luego a una dosificación incorrecta.

Diagnóstico de las necesidades de fertilización

Hemos observado en un alto número de casos, productores que con frecuencia aplican una dosis de fertilizante, fosfatado o nitrógeno, sin tener elementos válidos para realizar un diagnóstico. De esta manera es frecuente observar aplicaciones de fosfato diamónico, en dosis de 100 o 120 kg/ha, a cultivos de trigo en suelos que poseen 17 o 20 ppm de fósforo en los primeros 20 cm y luego, aplicar 80 kg de urea. Este desbalance de nutrientes produce generalmente una baja eficiencia en la relación kg de nutriente aplicado/kg de grano producido.

Mucho peor resulta la situación inversa, en donde se aplica urea u otra fuente nitrógenada a suelos pobres en fósforo (< de 10 ppm de P de 0-20 cm), sin haber corregido la deficiencia de este elemento. Trabajos realizados por el INTA en Pergamino a principio de los años '80 ya demostraban claramente esta baja eficiencia de conversión del N aplicado cuando el nivel de P del suelo era bajo y no se aplicaban fosfatos a la siembra (ver figura 1).

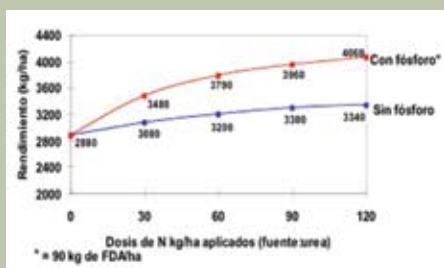
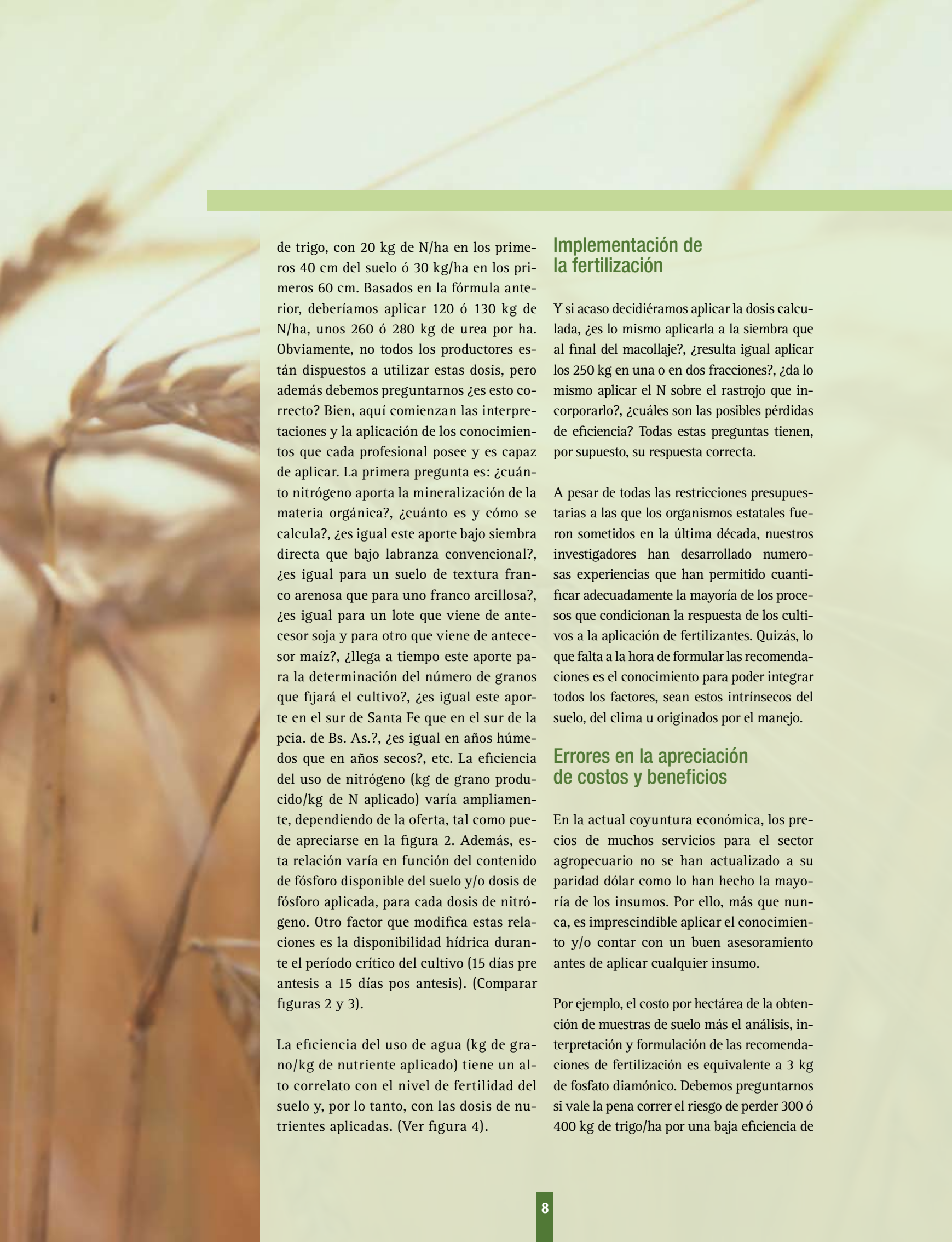


Figura 1. Respuesta del trigo a la fertilización, Interacción nitrógeno – Fósforo. Fuente: Senigaglia, García, et al, 1984, INTA Pergamino. Suelos con menos de 10 ppm de P disponible.

Cálculo de las dosis de nitrógeno a aplicar

Continuemos con el cultivo de trigo, a los fines del ejemplo. Los técnicos también acostumbramos a realizar simplificaciones o abstracciones que, claro, resultan muy convenientes a la hora de presentar los resultados de una experimentación o red de ensayos donde se trató de medir la respuesta al agregado de fertilizantes. Por ello, hemos puesto de moda frases tales como “150 menos “x””, o “la oferta de nitrógeno”, haciendo referencia a las dosis de N a aplicar, basadas en las necesidades del cultivo para un rinde determinado menos el nitrógeno inicial en el suelo antes de la siembra, o a la suma de la cantidad inicial de N-nitratos en el suelo más lo agregado como fertilizante. Pero, nuevamente, estas simplificaciones originadas en conceptos válidos que fueron derivadas de experiencias reales, donde, por distintas razones, quizás no se midieron todos los factores del ambiente para poder explicar acabadamente el fenómeno, terminan con una nube de puntos representada sobre un papel o ejes coordenados y una línea de tendencia que describe la situación media o promedio, en la relación de los dos factores relacionados, por ejemplo, oferta de nitrógeno vs. rendimiento. Como dije anteriormente, esto es muy conveniente para poder presentar de modo “elegante” y rápido algo que generalmente es más complejo para analizar individualmente o por grupos de casos homogéneos y que requiere un estudio más acabado. Ahora bien, ¿cómo incide esto en el usuario que tomó la frase como conclusión válida y sale aplicar a sus lotes “150 menos “x””? Dadas las condiciones pluviométricas de la campaña anterior y de la presente, es muy común encontrar lotes preparados para la siembra



de trigo, con 20 kg de N/ha en los primeros 40 cm del suelo ó 30 kg/ha en los primeros 60 cm. Basados en la fórmula anterior, deberíamos aplicar 120 ó 130 kg de N/ha, unos 260 ó 280 kg de urea por ha. Obviamente, no todos los productores están dispuestos a utilizar estas dosis, pero además debemos preguntarnos ¿es esto correcto? Bien, aquí comienzan las interpretaciones y la aplicación de los conocimientos que cada profesional posee y es capaz de aplicar. La primera pregunta es: ¿cuánto nitrógeno aporta la mineralización de la materia orgánica?, ¿cuánto es y cómo se calcula?, ¿es igual este aporte bajo siembra directa que bajo labranza convencional?, ¿es igual para un suelo de textura franco arenosa que para uno franco arcilloso?, ¿es igual para un lote que viene de antecesor soja y para otro que viene de antecesor maíz?, ¿llega a tiempo este aporte para la determinación del número de granos que fijará el cultivo?, ¿es igual este aporte en el sur de Santa Fe que en el sur de la pcia. de Bs. As.?, ¿es igual en años húmedos que en años secos?, etc. La eficiencia del uso de nitrógeno (kg de grano producido/kg de N aplicado) varía ampliamente, dependiendo de la oferta, tal como puede apreciarse en la figura 2. Además, esta relación varía en función del contenido de fósforo disponible del suelo y/o dosis de fósforo aplicada, para cada dosis de nitrógeno. Otro factor que modifica estas relaciones es la disponibilidad hídrica durante el período crítico del cultivo (15 días pre antesis a 15 días pos antesis). (Comparar figuras 2 y 3).

La eficiencia del uso de agua (kg de grano/kg de nutriente aplicado) tiene un alto correlato con el nivel de fertilidad del suelo y, por lo tanto, con las dosis de nutrientes aplicadas. (Ver figura 4).

Implementación de la fertilización

Y si acaso decidiéramos aplicar la dosis calculada, ¿es lo mismo aplicarla a la siembra que al final del macollaje?, ¿resulta igual aplicar los 250 kg en una o en dos fracciones?, ¿da lo mismo aplicar el N sobre el rastrojo que incorporarlo?, ¿cuáles son las posibles pérdidas de eficiencia? Todas estas preguntas tienen, por supuesto, su respuesta correcta.

A pesar de todas las restricciones presupuestarias a las que los organismos estatales fueron sometidos en la última década, nuestros investigadores han desarrollado numerosas experiencias que han permitido cuantificar adecuadamente la mayoría de los procesos que condicionan la respuesta de los cultivos a la aplicación de fertilizantes. Quizás, lo que falta a la hora de formular las recomendaciones es el conocimiento para poder integrar todos los factores, sean estos intrínsecos del suelo, del clima u originados por el manejo.

Errores en la apreciación de costos y beneficios

En la actual coyuntura económica, los precios de muchos servicios para el sector agropecuario no se han actualizado a su paridad dólar como lo han hecho la mayoría de los insumos. Por ello, más que nunca, es imprescindible aplicar el conocimiento y/o contar con un buen asesoramiento antes de aplicar cualquier insumo.

Por ejemplo, el costo por hectárea de la obtención de muestras de suelo más el análisis, interpretación y formulación de las recomendaciones de fertilización es equivalente a 3 kg de fosfato diamónico. Debemos preguntarnos si vale la pena correr el riesgo de perder 300 ó 400 kg de trigo/ha por una baja eficiencia de

conversión, originada en la falta de diagnóstico o en un diagnóstico equivocado, cuando el costo de éste es mucho más bajo que los kilos de fertilizante que se desperdician por fertilizar de más o los kilos de grano que se pierden por fertilizar de menos.



Figura 2. Eficiencia de uso del N aplicado, según dosis y contenido de nitratos en el suelo en pre-siembra CREA Mar y Sierras - Campaña 2002/03 (húmeda).

Fuente: J.González Montaner y col. 2003.

* Precio del kg de nitrógeno (urea)/precio kg de trigo (promedio 1975-1999).

** Precio del kg de nitrógeno (urea)/precio kg de trigo, abril 2008.

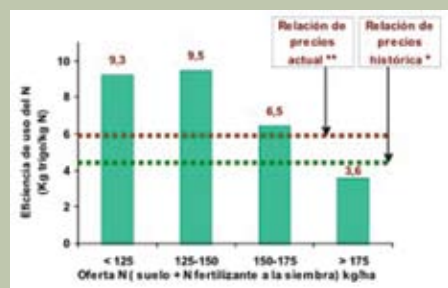


Figura 3. Eficiencia de uso del nitrógeno en cultivos de trigo con condiciones de estrés hídrico moderado, en función de la oferta de nitrógeno (suelo + fertilizante). Promedio de 12 lotes.

Fuente: Echeverría, H.P. Calviño y M. Redolatti, Ciclo 99-2000.

* Precio del kg de nitrógeno (urea)/precio kg de trigo, (promedio 1975-1999).

** Precio del kg de nitrógeno (urea)/precio kg de trigo, abril 2008.

Criterios para definir la fertilización fosfatada

- Cuando el nivel de P disponible del suelo es menor de 15 ppm, la eficiencia de uso del P aplicado es mayor para aplicaciones en línea respecto al voleo.
- Debemos evitar llevarnos el P del suelo sin reponerlo.
- Si se hace soja de segunda, se deben aumentar las dosis a aplicar al trigo, para tener respuesta en los dos cultivos, sin necesidad de fertilizar la soja de segunda.

En síntesis, considerando que cada tonelada de grano de trigo cosechada se lleva 3,75 kg de P, debemos agregar unos 19 kg de fosfato por tonelada de grano a producir, para compensar lo que se lleva el cultivo en los granos y no disminuir la fertilidad del suelo. En suelos con menos de 12 ppm deberíamos agregar unos 23 kg de fosfato por tn de grano a producir.

Nitrógeno

En los suelos de la región Pampeana, el nitrógeno del suelo (0-40 cm) más el agregado como fertilizante deberá sumar entre 125 y 150 kg/ha, para obtener entre 4 y 5,5 tn/ha.

En situaciones de altos rendimientos (más de 5 tn/ha), se pueden esperar caídas en el porcentaje de proteína de los granos por un efecto de dilución.

Para evitar esto, debemos particionar las aplicaciones de N o bien realizar aplicaciones de N foliar en espigazón (20-30 kg/ha), para mejorar el contenido de gluten y proteína de los granos.

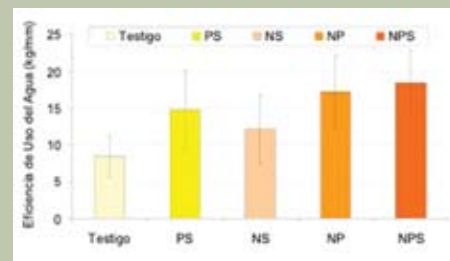


Figura 4. Efecto de la fertilización NPS, sobre la eficiencia de uso del agua en el cultivo de trigo. Ensayos Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2003/04. Promedios de cinco sitios. Fuente: F. García y col, INPOFOS Cono Sur, 2005.

En síntesis, en campos y lotes donde se pueden esperar buenos rendimientos potenciales, debemos llevar el N del suelo a 140-150 kg/ha, hasta los 40 cm. En lotes recién salidos de pradera, generalmente es necesario agregar menos nitrógeno, aunque el análisis pre-siembra indique bajos contenidos de nitratos. En lotes con limitaciones por tosca, se deberá reducir la cantidad de nitrógeno a agregar, en función de la expectativa de rendimiento.

Azufre

En lotes de textura franco arenosa y lomas o medias lomas con muchos años de agricultura continua, se han obtenido buenos resultados cuando la aplicación de N y P se complementa con aplicaciones de 5 a 10 kg de azufre por ha.

Conclusiones

Cuando las relaciones insumo/producto no son del todo favorables, hay que aumentar el uso de la tecnología disponible. El conocimiento intelectual es tecnología de costo cero y es lo que ayuda a hacer eficiente el uso de los recursos. Un ejemplo al respecto es la selección de la mejor combinación entre cultivo antecesor, sistema de labranza, tipo de suelo, forma y momento de aplicación del fertilizante, para alcanzar el mejor resultado.

Evaluando los rendimientos de trigo en lotes del sudeste bonaerense, desde 1995 a la fecha, se observó que con antecesor soja el rendimiento fue mayor, siguiéndole el girasol y luego el maíz (índices de

106, 97 y 96, respectivamente). Las razones de estos resultados pueden haber sido varias. Entre ellas, bajo rendimiento de la soja por problemas de frío, durante el llenado; o dificultades a la siembra por abundantes rastrojos en maíz, cuando éste se cosecha tarde, lo cual conlleva a una fecha tardía para la siembra del trigo; diferencias en la disponibilidad de nitrógeno, pre y pos siembra y recargas hídricas del perfil durante el otoño. Datos de otras regiones posicionan a la soja y al maíz para silo, como los mejores antecesores, siguiéndole el maíz para grano, el girasol y por último trigo-soja, debido a los problemas de enfermedades observados en esta última secuencia.

Mar del Plata, abril de 2008.

Programa Triguero

Una herramienta de apoyo para manejar la fertilización nitrogenada del cultivo de trigo

Por Emilio H. Satorre y Gabriel Tinghitella
Unidad de Investigación y Desarrollo - AACREA
Cátedra de Cereales – Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires



Introducción

Los modelos matemáticos de simulación son herramientas que procuran reproducir el comportamiento de los cultivos, en función de las condiciones ambientales y de manejo en la que estos crecen. En nuestro país, el modelo CERES Wheat (dentro de la carcasa DSSAT; Jones et al., 1998; Ritchie et al., 1998), ha estado siendo usado y calibrado por más de 12 años. En este tiempo, ha demostrado ser suficientemente robusto como para reproducir el comportamiento de cultivos de trigo en un amplio rango de condiciones edáfico-climáticas y poder apoyar el proceso de toma de decisiones de varios aspectos del trigo en la agricultura argentina (Magrin y Rebella, 1991; Calderini et al., 1994a,b; Ruiz et al., 1998; Salvagiotti et al., 2003; Menéndez y Satorre, 2007). Utilizados con series climáticas históricas, dichos modelos resultan de gran utilidad, porque permiten analizar el riesgo climático y evaluar las ventajas y desventajas asociadas a distintas opciones de manejo posibles de ser aplicadas en distintos planteos de producción.

El movimiento CREA ha desarrollado un importante esfuerzo de investigación y transferencia para integrar el uso de modelos a la investigación convencional a campo. La experimentación a campo considera en forma aislada, ofrece posibilidades limitadas para entender las interacciones existentes entre los factores que determinan el comportamiento

del cultivo de trigo (clima, suelo, manejo y variedad). Por lo tanto, la complejidad y el número de dichas interacciones dificultan la toma de decisiones y la interpretación de las respuestas sólo generadas en esa aproximación, limitando la aplicación y la transferencia de tecnologías y, consecuentemente, las posibilidades de mejorar los rendimientos de trigo, su estabilidad y calidad. Para eliminar estas limitaciones, al análisis experimental se le pueden adicionar resultados de ensayos virtuales, usando modelos de simulación agronómica, que incorporan el efecto aleatorio del clima sobre el diseño de estrategias de manejo y exploran la interacción de distintos factores. Esta aproximación sistémica complementada con el trabajo de campo permitió reconocer al manejo de la fertilización nitrogenada como un proceso clave del cultivo de trigo y explorar, en cada región, sus relaciones con el ambiente y otras variables de manejo. En esta línea, AACREA y Profertil S.A., junto a la Cátedra de Cerealicultura de la Universidad de Buenos Aires, unen sus esfuerzos para desarrollar un marco nacional de referencia respecto de la tecnología de fertilización nitrogenada en trigo. En este proceso, se reúne información experimental y se evalúa el comportamiento del modelo CERES-Trigo, considerando un gran número de suelos y manejos de cultivo. Actualmente esta información es utilizada como base en una herramienta de diagnóstico y cuantificación del riesgo asociado con las tecnologías de fertilización nitrogenada del tri-

go, que se integra a un programa de apoyo para la toma de decisiones denominado Triguero (Satorre et al, 2005).

Qué es Triguero

Triguero es un programa interactivo desarrollado para ser utilizado por asesores y productores. Fue diseñado para describir el comportamiento del cultivo de trigo en respuesta a la fertilización nitrogenada en diferentes condiciones dentro de la región Pampeana argentina. Su desarrollo se sustenta en simulaciones y en la extensa red de ensayos a campo establecida por AACREA (más de 200 ensayos en 14 zonas, desde el NOA hasta el sur de la provincia de Buenos Aires, en los últimos 6 años). Triguero es un proyecto dinámico que continúa extendiéndose sobre nuevas zonas e incorporando nuevos conceptos al manejo de la fertilización del trigo.

El programa simula la respuesta del cultivo de trigo frente a la disponibilidad de nitrógeno en el rango de 40 a 200 Kg/ha en los primeros 60 cm del perfil (suelo+fertilizante) antes o inmediatamente después de la siembra, usando series climáticas de 30 años de cada localidad. La respuesta a la variabilidad climática de cada localidad puede ser analizada sobre, al menos, cinco series de suelo y cuatro genotipos modernos en tres condiciones iniciales de agua almacenada en el suelo, a la siembra de los cultivos. Triguero calcula en forma automática y presenta, en un gráfico, el rendimiento esperado y la eficiencia de uso del nitrógeno para cualquier combinación elegida. Posteriormente, realiza un análisis económico simple, a través del cual evalúa y grafica la relación entre el costo y la ganancia marginal para distintas condiciones de disponibilidad de nitrógeno alcanzadas, considerando diferentes costos de fertilizante, precios de grano; asimismo, calcula el margen bruto respecto

de una situación de referencia indicada por el usuario, donde se toma en cuenta la disponibilidad inicial de nitrógeno (N mineral del suelo + N del fertilizante).

El programa incorpora diversos criterios para el manejo de la fertilización nitrogenada, tales como: variedad implantada, fecha de siembra, densidad y el impacto de algunas variables ambientales sobre el rendimiento de los cultivos (clima, suelo, condición inicial). Sin embargo, para definir correctamente su universo de aplicabilidad, debemos mencionar que la v1 de Triguero no considera los efectos provocados por plagas, enfermedades, malezas, granizo, heladas y por deficiencias de fósforo o azufre. El efecto de algunos de estos factores está siendo incorporado a una v2 del programa.

Triguero, como herramienta de apoyo, ayuda a ajustar el manejo de la fertilización a las condiciones de precios de producto e insumo, considerando la respuesta del cultivo en un escenario variable (clima o manejo). Al permitir explorar la variabilidad de los resultados, Triguero reduce la incertidumbre y permite analizar el riesgo asociado a la práctica de fertilización del trigo.

Precisión del sistema

Las simulaciones incluidas en Triguero han sido validadas con registros de campo, a lo largo de varias campañas, en siete regiones contrastantes de la República Argentina (Informes del Convenio AACREA – Profertil S.A.). Dichas simulaciones reprodujeron adecuadamente el rendimiento del trigo:

$$\text{Rinde simulado (kg/ha)} = 0.98 \times \text{Rinde Obs. (kg/ha)} + 280 \quad [\text{Eq. 1}]$$

El error medio general fue de 4,4% con una variación entre 3,2% y 17,7%, de acuerdo con la región considerada.

Triguero: la herramienta y su aplicación

Durante el desarrollo del programa, se reconocieron aspectos del diseño de los cultivos cuyo conocimiento y eventual manejo podrían contribuir a mejorar el rendimiento y la estabilidad del cultivo de trigo. Estos componentes clave fueron: la oferta de nitrógeno (nitrógeno mineral de los primeros 60 cm del perfil —estimado a partir del análisis de laboratorio—, más nitrógeno del fertilizante); el planteo de producción (que considera variedad, fecha de siembra y densidad); el contenido de agua inicial en el suelo a la siembra del cultivo; la serie o tipo de suelo y la variabilidad climática. A excepción del primer componente, que requiere un muestreo del suelo próximo a la siembra y su análisis para estimar el nitrógeno mineral (ppm de nitratos), las restantes variables son elegidas de un menú inicial de opciones, para cada escenario que se desee analizar. (Figura 1).

A partir de la identificación de los componentes clave de manejo indicados para cada escenario, el programa muestra la respuesta del cultivo a distintas alternativas de disponibilidad de nitrógeno del cultivo en distintas condiciones. Así, el programa funciona como un auxiliar para establecer decisiones respecto de la aplicación de fertilizantes nitrogenados en distintos ambientes y planteos de producción, permitiendo, además, estimar el riesgo y la variabilidad esperada de cualquier decisión que se tome sobre la base del sistema. Además, cuantifica el retorno económico marginal esperado de distintos manejos y determina los umbrales esperados de máximo retorno económico para la aplicación de

Figura 1. Pantalla inicial de Triguero V1.
Identificación de los componentes clave de los distintos escenarios.



fertilizantes en distintos escenarios de precios o seguridad de respuesta. De este modo, Triguero contribuye a mejorar la eficiencia del manejo de los recursos de producción.

A modo de ejemplo, Triguero permitiría comparar la respuesta a la fertilización en dos regiones productivas de la provincia de Buenos Aires, tales como Junín y Balcarce, elaborando sencillos esquemas de decisión. Tomando el caso de planteos de alto rendimiento con la variedad Baguette 10, a ser implantado en perfiles de las Series Delgado (Junín) y Tandil (Balcarce), con una condición inicial bien provista de agua a la siembra, la respuesta a la oferta de N disponible (suelo + fertilizante) en los primeros 60 cm se esquematiza en las figuras 2 y 3. Las curvas inferiores de cada gráfico indican los percentiles 20 (límites por debajo de los cuales se hallan los rendimientos de los cultivos en el 20% de los peores años de las series climáticas históricas de cada zona, para cada nivel de nitrógeno disponible). Es esperable que esos resultados sean superados en el 80% de los casos. Las curvas superiores de cada gráfico indican los percentiles 80 (límites por sobre los cuales se hallan los rendimientos de los cultivos en el 20% de los mejores años de las series climáticas históricas de cada zona, para cada nivel de nitrógeno disponible). Las curvas intermedias representan los rindes promedios en cada localidad.

El análisis de las figuras 2 y 3 muestra un importante aumento del rendimiento del cultivo frente a incrementos de la disponibilidad de nitrógeno, hasta valores cercanos a los 140 kg N/ha.

Figura 2. Respuesta esperada a la oferta inicial de nitrógeno en cultivos de ciclo intermedio-largo (variedad Baguette 10) en el 20% de los mejores años (curva superior), en el 20% de los peores años (curva inferior) y en el 50% de los años (curva intermedia) en un suelo de la serie Delgado, en capacidad de campo a la siembra, en la localidad de Junín.

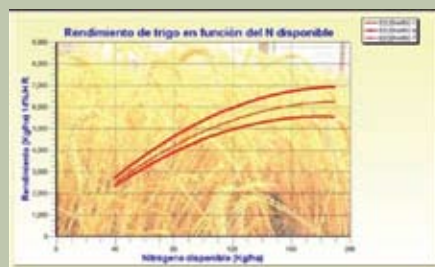
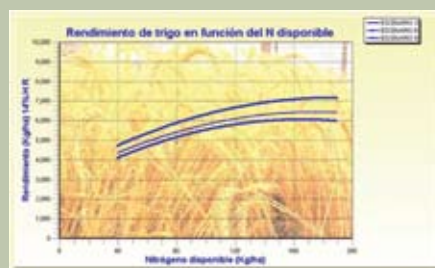


Figura 3. Respuesta esperada a la oferta inicial de nitrógeno en cultivos de ciclo intermedio-largo (variedad Baguette 10) en el 20% de los mejores años (curva superior), en el 20% de los peores años (curva inferior) y en el 50% de los años (curva central) en un suelo de la serie Tandil, en capacidad de campo a la siembra, en la localidad de Balcarce.



Asimismo, muestra que ambas zonas (Junín y Balcarce) en los suelos comparados permiten la expresión de cultivos de



alto rendimiento, con reducida variabilidad (amplitud entre las curvas superior e inferior). Entonces, para una determinada región (localidad), tipo de suelo, planteo de producción (variedad) y condición hídrica inicial, previamente definidas (escenario), las relaciones obtenidas representan la variabilidad esperada en el rendimiento del cultivo de trigo ante incrementos en la disponibilidad de nitrógeno, tomando en cuenta la variabilidad del clima representada en una serie climática histórica. Este es un aspecto distintivo de Triguero respecto de otros criterios de diagnóstico y herramientas de decisión, ya que, a través de la simulación matemática, permite incorporar la variabilidad climática de una zona a los criterios de decisión de manejo del nitrógeno.

El tipo de respuesta esquematizado en las figuras 2 y 3 permite extraer valiosa información del comportamiento de los cultivos (ver Cuadro 1) y es la base del criterio de decisión de Triguero para el manejo de la fertilización nitrogenada. A partir de esquemas de respuesta semejantes, se desprenden recomendaciones para todos y cada uno de los sitios incorporados al proyecto, incluyendo distintas condiciones de suelo (entre 5 y 12 distintos tipos de suelo, según localidad) y manejo. Este esquema de decisión permite así comparar cualquier situación de referencia (obtenida a partir del análisis de suelo a la siembra o manejo en una zona) con una práctica planificada, o estimar los requerimientos de fertilizante para alcanzar un determinado objetivo de producción.

En un paso posterior, Triguero permite avanzar en un análisis económico de la respuesta al agregado de nitrógeno (Figuras 2, 3 y Cuadro 1) en cada escenario elegido. En este sentido, el programa muestra un análisis de resultados marginales (el beneficio incremental que se obtiene por la fertilización, en relación al costo incremental del fertilizante). Estas relaciones pueden modificarse en cada escenario analizado, considerando los cambios en la relación de precios (fertilizante/grano), las respuestas esperables y la condición inicial de referencia indicada, para cualquier nivel de nitrógeno disponible evaluado.

Cuadro 1. Rendimiento (kg/ha) y respuesta al agregado de nitrógeno (kg grano/kg N agregado) en función de la disponibilidad de nitrógeno (100, 130 y 160 Kg/ha) para dos sitios de la región Pampeana argentina (Junín y Balcarce). (i) Perc 20: define el límite por debajo del cual se encuentran los rendimientos de trigo en el 20% de los peores años, para cada nivel de nitrógeno disponible; (ii) Media: indica el promedio de rendimiento de los cultivos de trigo, para cada nivel de nitrógeno disponible; (iii) Perc 80: define el límite por sobre el cual se encuentran los rendimientos de trigo en el 20% de los mejores años.

	N disp. (Kg./ha.)	Perc. 20		Media		Perc. 80	
		Rto. (Kg./ha.)	Rta. (Kg. grano/Kg. N)	Rto. (Kg./ha.)	Rta. (Kg. grano/Kg. N)	Rto. (Kg./ha.)	Rta. (Kg. grano/Kg. N)
Junín	100	4498	26.7	4853	30.2	5355	33.9
	130	5119	16.9	5592	20.6	6198	23.3
	160	5473	7.1	6065	11	6730	12.7
Balcarce	100	5509	16.9	5782	17.4	6299	19.9
	130	5919	9.1	6208	10.5	6800	13.2
	160	6056	1.7	6390	3.7	7073	6.5

Figura 5. Relación entre el costo marginal del agregado de fertilizante y el ingreso marginal obtenido por aumento de rendimiento en un cultivar comercial moderno de trigo, en un suelo de la serie Delgado, en capacidad de campo, en la localidad de Junín. Las líneas rojas representan el ingreso/costo marginal. La inferior corresponde al percentil 20, la superior, al percentil 80 y la intermedia, al promedio. La línea horizontal representa el costo marginal de cada kg extra de fertilizante.

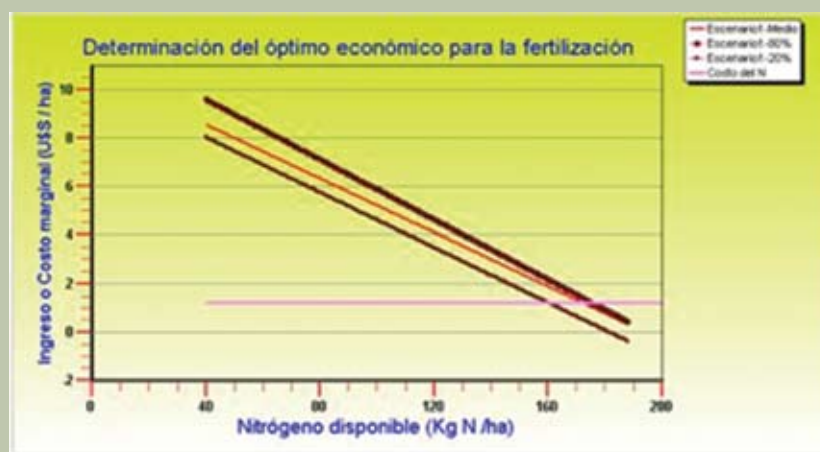
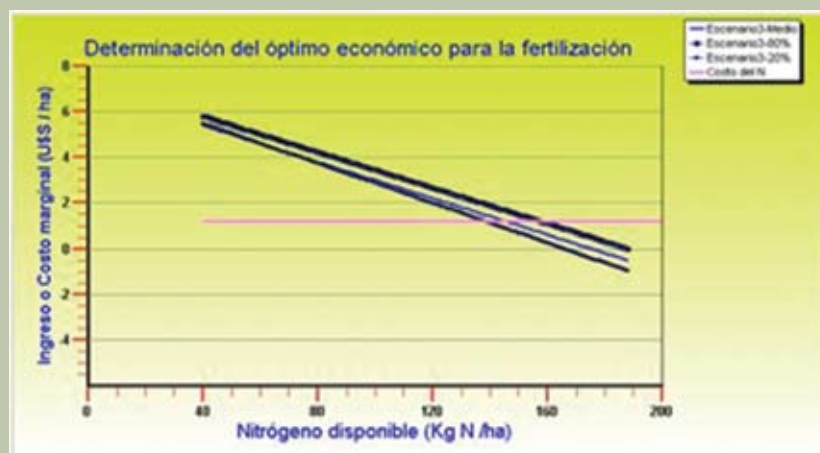


Figura 6. Relación entre el costo marginal del agregado de fertilizante y el ingreso marginal obtenido por aumento de rendimiento en un cultivar comercial moderno de trigo, en un suelo de la serie Tandil, en capacidad de campo, en la localidad de Balcarce. Las líneas rojas representan el ingreso/costo marginal. La inferior corresponde al percentil 20, la superior, al percentil 80 y la intermedia, al promedio. La línea horizontal representa el costo marginal de cada kg extra de fertilizante.





El ejemplo presentado consideró un nivel de nitrógeno disponible inicial en el suelo de 40 kg/ha, en ambos sitios. Asimismo, consideró, un valor neto de la tonelada de grano de U\$S 175.- y un costo de fertilizante de U\$S 1200/tn de nitrógeno (equivalente a U\$S 552/tn de urea). En una posición de bajo riesgo, esperando aproximar la máxima ganancia en un 80% de los años, el límite máximo que debería alcanzarse es de 140 y 160 kg N disponible/ha en Junín y Balcarce, respectivamente. Es decir, la suma del N del suelo de 0-60 cm y el N aportado en los fertilizantes al cultivo alrededor de la siembra no debería superar esos valores, con el nivel de seguridad buscado (80%). En el cuadro 2, se sintetizan los resultados obtenidos, detallando, para cada sitio, los Ingresos Marginales y los Márgenes Brutos de la fertilización, obtenidos a partir de los datos simulados para distintos niveles de disponibilidad de nitrógeno.

Cuadro 2. Ingreso/Costo Marginal (U\$S/ha.) y Margen Bruto de la fertilización (U\$S/ha.) en función de la disponibilidad de nitrógeno (100, 130 y 160 Kg./ha.) en dos sitios (Junín y Balcarce). Las abreviaturas de las columnas se describen en el Cuadro 1.

De este modo, Triguero permite estimar, para cada sitio, el nivel de nitrógeno disponible en el que se igualan los Ingresos y los Costos Marginales. En este punto, se maximizaría la utilidad económica de la fertilización. Al permitir el cálculo para resultados obtenidos con una serie climática, Triguero muestra un análisis económico simple que incorpora la variabilidad climática y el riesgo asociado a ella en la práctica de fertilización.

Cuadro 3. Nivel de nitrógeno de equilibrio (kg/ha) en dos sitios (Junín y Balcarce), considerando resultados de fertilización de cultivos expuestos a variabilidad climática. Los supuestos del análisis se describen en el texto.

	Percentil	Nivel de N de Equilibrio (Kg./ha.)*	
		20	50
Junin	20	139	146
	50	146	159
	80	159	162
Balcarce	20	162	174
	50	174	177
	80	177	

* El Nivel de Nitrógeno de Equilibrio indica la cantidad de Nitrógeno disponible (en kg N /ha.) donde se igualan el Ingreso y el Costo Marginal.

	N disp. (Kg./ha.)	Perc. 20		Media		Perc. 80	
		Ing./Costo	M.B.	Ing./Costo	M.B.	Ing./Costo	M.B.
		Marg.	(U\$S/ha.)	Marg.	(U\$S/ha.)	Marg.	(U\$S/ha.)
Junin	100	2.9	180	3	181	3.4	207
	130	1.6	211	1.8	218	2.3	257
	160	0.2	202	0.6	219	1.1	272
Balcarce	100	4.6	309	5.2	344	5.8	394
	130	3	387	3.6	440	4	508
	160	1.2	413	1.9	487	2.1	565



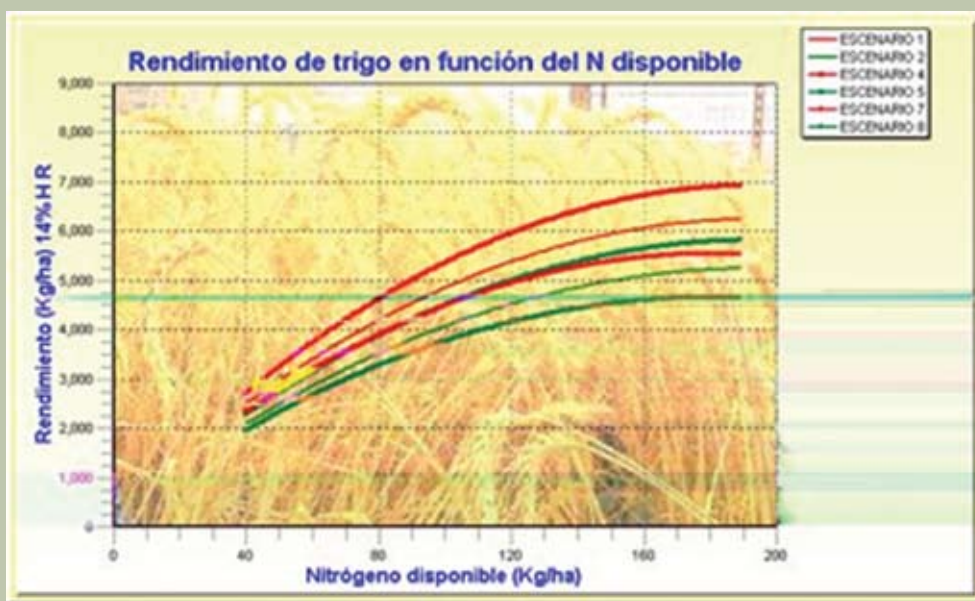
Triguero: incorporación de modificadores de la respuesta a la fertilización nitrogenada

Con el objeto de ampliar el universo de aplicabilidad de Triguero, y a partir de información experimental obtenida por las regiones norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe de AACREA, se está desarrollando la 2^{da} versión del software. En ella, se incorporan los efectos de las enfermedades foliares y las deficiencias de fósforo y azufre sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada del trigo.

Figura 7. Respuesta esperada a la oferta inicial de nitrógeno en cultivos de ciclo intermedio-largo en un suelo de Junín con alto contenido de P disponible (>20 ppm; líneas rojas) y baja disponibilidad de P (<15 ppm; línea verde).

A modo de ejemplo, considerando un escenario de trigo de alta productividad (variedad Baguette 11) sobre la serie de suelo Delgado (Junín, provincia de Buenos Aires) en una condición bien provista de agua a la siembra, la limitación de fósforo reduce significativamente el rendimiento del trigo (Figura 7, Cuadro 4).

La disponibilidad de P a la siembra del cultivo reduce los resultados marginales de la fertilización de nitrógeno. Esto se debe al efecto que dicha variable tiene sobre las curvas de respuesta del cultivo de trigo en cada nivel de disponibilidad de N, a lo largo del rango explorado. El cuadro 5 nos permite observar los Ingresos Marginales y los Márgenes Brutos de la fertilización con nitrógeno obtenidos a partir de los datos simulados para tres niveles de disponibilidad de nitrógeno, en cada nivel de disponibilidad de fósforo inicial. Asimismo, la versión 2 de Triguero mostrará la influencia de la interacción N x P sobre los niveles de N de equilibrio, donde se igualan los Ingresos y los Costos Marginales en las simulaciones.

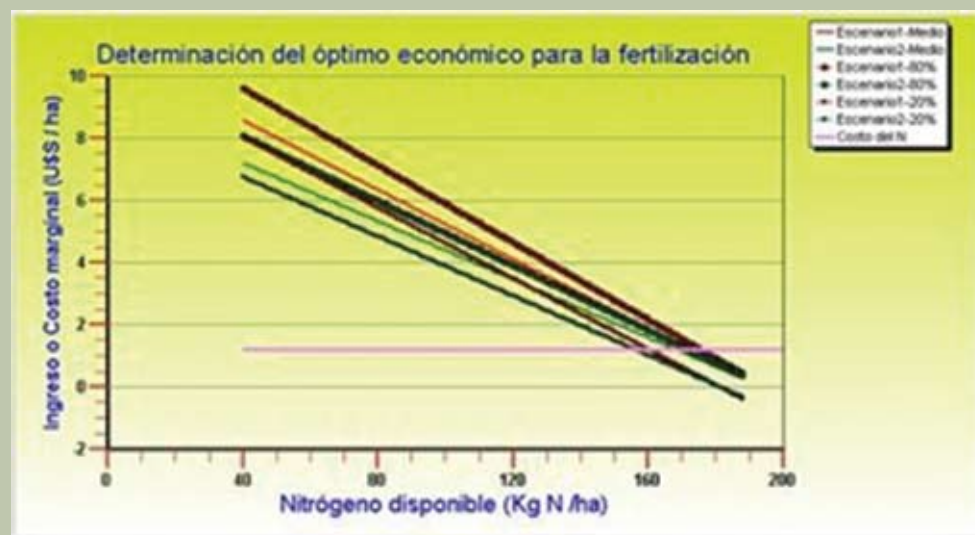


Cuadro 4. Rendimiento (kg/ha) y respuesta al agregado de N (kg grano/kg N) para distintos niveles de disponibilidad inicial de nitrógeno (100, 130 y 160 kg N disponible/ha) en un suelo de la serie Delgado con dos niveles de P (> 20 ppm y < 15 ppm) en la localidad de Junín.

	N disp. (Kg./ha.)	Perc. 20		Media		Perc. 80	
		Rto. (Kg./ha.)	Rta. (Kg.)	Rto. (Kg./ha.)	Rta. (Kg.)	Rto. (Kg./ha.)	Rta. (Kg.)
P>20ppm.	100	4513	27	4482	31	5349	34
	130	5146	17	5603	21	6186	23
	160	5501	7	6085	11	6718	13
P<15ppm.	100	3777	22	4107	25	4513	29
	130	4335	15	4715	18	5172	20
	160	4639	6	5096	9	5628	11

En este ejemplo, los supuestos empleados para llevar a cabo el análisis económico fueron los mismos que han sido precedentemente utilizados. El resultado muestra claramente que, si se reduce el aporte de P (bajo P disponible) el punto de equilibrio para la fertilización con nitrógeno se reduce en casi 20 kg N/ha (Figura 8 y Cuadros 5 y 6).

Figura 8. Relación entre el costo marginal del agregado de fertilizante y el ingreso marginal obtenido por aumento de rendimiento en un cultivar comercial moderno de trigo, en un suelo de la serie Delgado, en capacidad de campo, en la localidad de Junín. Las líneas rojas representan el Ingreso/Costo marginal con alto P (>20 ppm) y las verdes, con bajo P (P<15 ppm). Los percentiles 20 y 80 de la distribución de rendimientos son también presentados.



Cuadro 5. Ingreso/Costo Marginal (US\$/ha.) y Margen Bruto de la fertilización (US\$/ha.) en función de la disponibilidad de nitrógeno (100, 130 y 160 Kg./ha.) en un suelo de Junín con dos niveles de P (> 20 ppm. y < 15 ppm.). Las abreviaturas de las columnas se describen en el Cuadro 1.

	N disp. (Kg./ha.)	Perc. 20		Media		Perc. 80	
		Ing./Costo Marg.	M.B. (US\$/ha.)	Ing./Costo Marg.	M.B. (US\$/ha.)	Ing./Costo Marg.	M.B. (US\$/ha.)
P>20ppm.	100	4.6	309	5.2	344	5.9	394
	130	2.9	387	3.5	440	4.0	508
	160	1.2	413	1.9	487	2.1	565
P<15ppm.	100	3.9	248	4.4	277	4.9	320
	130	2.4	308	3.0	353	3.3	409
	160	1.0	324	1.5	386	1.8	452

Cuadro 6. Nivel de nitrógeno de equilibrio (kg/ha) en un suelo de Junín con dos niveles de P (> 20 ppm y < 15 ppm), considerando resultados de fertilización de cultivos expuestos a variabilidad climática (serie 1971-2003). Los supuestos del análisis se describen en el texto.

	Percentil	Nivel de N de Equilibrio (Kg./ha.)*
P>20ppm.	20	162
	50	174
	80	177
P<15ppm.	20	158
	50	170
	80	173

* El Nivel de Nitrógeno de Equilibrio, indica la cantidad de Nitrógeno disponible (en Kg/ha) donde se igualan el Ingreso y el Costo Marginal.

Triguero y sus prestaciones adicionales

Además de permitir un análisis esquemático simple, a través de una familia de figuras semejantes a las mostradas aquí, Triguero ofrece la posibilidad de analizar la formulación matemática de cada respuesta. Esto permite

avanzar sobre formas más complejas y refinadas del análisis de rendimiento y las respuestas económicas, según las necesidades de cada usuario. Triguero permite, además, calcular la oferta de nitrógeno disponible, a partir del análisis de suelo y de la situación referida (por ejemplo, N suelo + N fertilizante fosforado) y considerar el costo de la unidad de nitrógeno y el precio del grano, datos que luego serían utilizados en el análisis económico. También, brinda indicaciones para la identificación geográfica de las unidades de paisaje y las series de suelo y/o perfiles típicos asociados a cada región. También cuenta con un sistema de ayuda para su operación, entre otras posibilidades.

El uso de Triguero es sencillo y su aplicación ya ha demostrado ser de utilidad en varias regiones del país. En situaciones donde el margen de la actividad se estrecha, las herramientas que contribuyen a la toma de decisiones adquieren mayor importancia. Triguero es una herramienta que aporta e

integra mucha información de un proceso clave (la fertilización), estimulando el análisis de distintos factores que intervienen en las respuestas, contribuyendo a la eficiencia global del planteo productivo de trigo.

Referencias

- Calderini, D.F., Maddonni, G., Miralles, D., Ruiz, R. y E.H. Satorre (1994)a. Validación del modelo CERES-Wheat para producciones extensivas de trigo en diferentes situaciones de fertilidad del norte de la provincia de Buenos Aires. Actas III Congreso Nacional de Trigo, 81-82.
- Calderini, D.F., Maddonni, G., Miralles, D., Ruiz, R. y E.H. Satorre (1994)b. Alta productividad de Trigo en secano. Revista CREA 187.
- Jones J., Tsuji G., Hoogenboom G., Hunt L., Thornton P., Wilkens P., Imamura D., Bowen W., Singh U., 1998. Decision support system for agrotechnology transfer. In: Tsuji G., Hoogenboom G., Thornton P. (Eds.) Understanding Options for Agricultural Production, Kluwer, pp. 157 – 77.
- Magrin, G., Rebella, C. (1991). Informe de estado de avance. Proyecto: Previsión de Cosecha de Cereales y Oleaginosos. Convenio INTA – JNG, 13pp.
- Menéndez, F.J. and E.H. Satorre (2007). Evaluating wheat yield potencial determination in the Argentine Pampas. Agricultural Systems 95:1-10.
- Ritchie, J.T., Godwin, D.C., Otter-Nacke S. (1985). CERES-Wheat: a user oriented wheat yield model. Preliminary documentation. AGRISTARS Publication N° YM-U3-04442-JSC-18892. Michigan State University, MI.
- Ruiz, R. Satorre, E.H., Calderini, D.F. y D. Miralles (1998). Simulación del comportamiento del cultivo de trigo en el Sur de Córdoba usando el modelo CERES-Wheat. Actas IV Congreso Nacional de Trigo, 53-54.
- Salvagiotti, F., Castellarin, J. Pedrol, H y E.H. Satorre (2003). Utilización del modelo de simulación CERES-Trigo como herramienta en el diagnóstico de la fertilización nitrogenada en trigo. Para Mejorar la producción N° 23-EEA INTA Oliveros.
- Satorre, E.H., Menéndez, F., Tinghitella, G y J.L. Cavasassi (2005). Triguero: Un sistema de apoyo a la fertilización nitrogenada de Trigo. Convenio AACREA y PROFERTIL S.A., software de aplicación agronómico.

Fertilización foliar

Otra exitosa forma de nutrir a las plantas

Por Eyal Ronen, Haifa Chemicals

La fertilización foliar es un método confiable para la fertilización de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es deficiente o ineficiente. En este artículo enfatizamos cuándo se debe tener en cuenta la fertilización foliar, cómo los nutrientes penetran realmente en el tejido de las plantas y algunas de las limitaciones técnicas existentes en este método.

Introducción

Se considera tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, de donde se supone que las raíces de la planta absorben el agua y los nutrientes necesarios. Sin embargo, en los últimos años, se han desarrollado técnicas de fertilización foliar para mejorar la provisión a las plantas de sus reales necesidades nutricionales.

El desarrollo de las técnicas de riego presurizado, como es el caso del goteo o aspersión, ha promovido la necesidad de disponer de fertilizantes solubles en agua, tan limpios y purificados como sea posible, para disminuir la posibilidad de obstrucción de los emisores. No es tan claro cuándo comenzó a utilizarse la fertilización foliar, pero luego del desarrollo de fertilizantes solubles en agua, los productores comenzaron a utilizarlos empleando los mismos pulverizadores que utilizaban en la aplicación de defensivos. Al comienzo, esta técnica de nutrición por pulverización fue utilizada para corregir las deficiencias en micronutrientes, pero las rápidas correcciones

observadas corroboraron que las plantas pueden absorber bien algunos elementos a través de su tejido foliar. Como resultado de ello, la fertilización foliar continuó avanzando y desarrollándose en forma continua. Actualmente, la fertilización foliar es considerada el mejor complemento de la fertilización al suelo, para cubrir las necesidades nutricionales de los cultivos.

Revisaremos en este artículo el concepto de aplicaciones foliares, cuándo deben realizarse y cómo penetran los nutrientes en el tejido vegetal, detallando algunas de las limitaciones técnicas.

La fertilización foliar

La fertilización foliar es una aproximación “by-pass” que complementa las aplicaciones convencionales de fertilizantes al suelo, cuando éstas no se desenvuelven suficientemente bien. Mediante la pulverización foliar se superan las limitaciones de la fertilización al suelo, tales como, la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, suelos heterogéneos que son inadecuados para dosificaciones bajas y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio.

La fertilización foliar puede utilizarse para superar problemas existentes en las raíces cuando éstas desempeñan una actividad limitada, debido a temperaturas muy bajas o muy altas (<10°C, >40°C), falta de oxígeno en campos encharcados inundados,



ataque de nematodos que dañan el sistema radicular o una reducción general en la actividad radicular durante las etapas reproductivas, en las cuales la mayor parte de los fotoasimilados se moviliza a los órganos de reproducción, dejando pocos disponibles para la respiración radicular.

La nutrición foliar ha probado ser una forma más rápida para solucionar deficiencias de nutrientes y acelerar la performance de las plantas en determinadas etapas fisiológicas. Con el cultivo compitiendo con las malezas, la pulverización foliar focaliza los nutrientes sólo en aquellas plantas seleccionadas como destino. El desarrollo tecnológico ha encontrado, además, la manera de formular los fertilizantes que sean químicamente compatibles con los pesticidas, ahorrando, de esta forma, costos de aplicación y mano de obra. Ciertos tipos de fertilizantes pueden incluso desacelerar la tasa de hidrólisis de pesticidas o de hormonas de crecimiento (GA3), debiendo bajarse el pH de la solución y, de esta forma, logran mejorar la performance o reducir costos.

Los fertilizantes aplicados sobre la superficie de las hojas (canopia) deben afrontar diversas barreras estructurales, a diferencia de los defensivos, que están principalmente basados en formulaciones oleosas y que no presentan dificultades para penetrar en los tejidos foliares. Los fertilizantes son basados en sales inorgánicas (cationes/aniones) y pueden presentar algunos problemas para penetrar las células interiores del tejido vegetal. La estructura de las hojas se basa en distintas capas, celulares y no celulares (Figura 1), que proporcionan protección contra la desecación, la radiación UV y a diversos tipos de agentes físicos, químicos y microbiológicos.



Figura 1

Las diferentes capas se caracterizan por la carga eléctrica negativa que influye en la forma y en la tasa de penetración de los diferentes iones. Algunas capas son hidrofóbicas y, por lo tanto, rechazan las pulverizaciones basadas en agua (Figura 2).

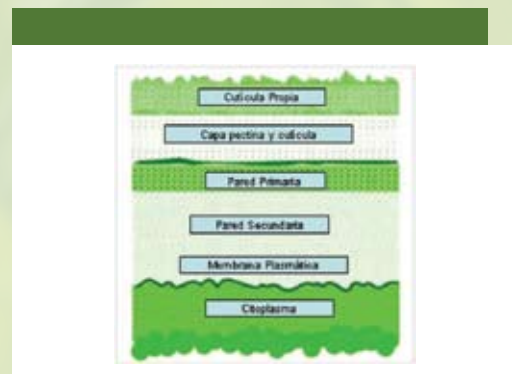


Figura 2

La primera capa exterior es de cera, que es extremadamente hidrofóbica. Las células epidérmicas sintetizan la cera y la cristalizan en formas intrincadas constituidas por formas en barra, tubulares o placas. Esta capa puede cambiar durante el ciclo de crecimiento de la planta. La segunda capa, conocida como “cutícula real”, es una capa protectora no celular rodeada de cera hacia ambos lados, superior e inferior. Está constituida principalmente de “cutina” (macromolécula polimérica consistente

en ácidos grasos de cadena larga que le brindan un carácter semi-hidrofílico). La capa siguiente es la “pectina”, cargada negativamente y constituida por polisacáridos que forman un tejido tipo gel basado en ácidos y azúcares (celulosa y materiales pécticos) y, a continuación, encontramos el lado exterior de las células, comenzando con la pared primaria. La cutícula tiene una alta densidad de carga negativa, debido a las capas de pectina y cutina.

¿Cómo penetran los nutrientes en el tejido de las plantas?

Cuando nos referimos a la penetración de nutrientes, podemos definir dos movimientos:

- Hacia el tejido desde el exterior, proceso que se conoce como absorción.
- Desde el punto de penetración hacia otras partes de la planta, proceso conocido como traslado.

La penetración/absorción puede realizarse a través de diversos elementos que existen en el tejido. La principal penetración se realiza directamente a través de la cutícula y es pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes, dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido, y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente de concentración –alta afuera y baja adentro–. Luego de un cierto período, los cationes que se han movido hacia dentro modifican el equilibrio eléctrico en el tejido, provocando que éste sea menos negativo y más positivo. Desde este punto, los aniones comienzan a penetrar el tejido de la misma forma que como se ha descrito para los cationes (Figura 3). Dado que la penetración es pasiva, la tasa de difusión a través de la membrana es proporcional al gradiente de concentración, consiguiéndose, por lo tanto, una alta concentración, sin provocar quemaduras en los tejidos, lo que mejora la penetración en forma muy significativa.

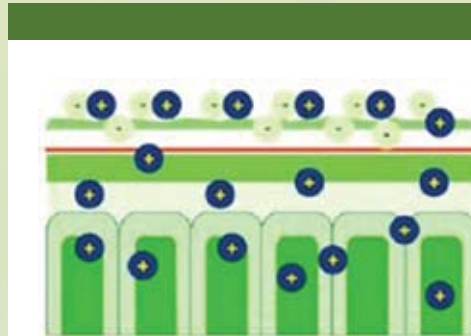


Figura 3

La penetración tiene lugar también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada metabólicamente para realizar el intercambio de gases del proceso de transpiración y respiración. Se sabe que los estomas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. En especies latifoliados y árboles, la mayor parte de los estomas están en la superficie inferior de la hoja, mientras que en las gramíneas tienen aproximadamente el mismo número en ambas superficies. El tamaño puede variar, por ejemplo: el estoma del sorgo es cuatro veces más grande que el estoma de las habas.

Se estima que la penetración tiene lugar debido a la alta densidad de poros de la cutícula en las paredes de las células, entre células guarda y células acompañantes. Además, los poros cercanos a las células guarda de los estomas parecen tener diferentes características de permeabilidad. No obstante, otras opiniones opuestas dicen que la penetración a través de los estomas abiertos no juega un papel importante, dado que la cubierta de cutícula también cubre la superficie de las células guarda en las cavidades del estoma y que las tasas de absorción del ion son normalmente más altas a la noche, cuando los estomas están cerrados.

Otro camino por el que los nutrientes pueden penetrar es a través de órganos conocidos como “tricomas”, que son crecimientos epidérmicos de diversos tipos, del tamaño de un cabello. La importancia de este camino depende de la cantidad de tricomas, posición, origen y edad.

Traslocación

Luego de que los iones han penetrado, comienza el transporte o traslocación hacia las diferentes partes de la planta, que se realiza mediante dos mecanismos:

- Transporte célula a célula, conocido como “movimiento apoplástico”.
- Transporte a través de los canales vasculares, conocido como “movimiento simplástico”.

El movimiento apoplástico describe el movimiento desde una célula hacia la otra, lo que se realiza por tres mecanismos (Figura 4):

- El transporte pasivo, que involucra la difusión de acuerdo al gradiente y al flujo de masa a través del movimiento de fluidos entre las células.
- La absorción por la superficie de la membrana citoplasmática, a través de los plasmodesmos, que son canales microscópicos que conectan una pared de la célula con otra y permiten el transporte y comunicación entre ellas.
- El transporte activo (ATP), en contra del gradiente, y habilitado debido a la inversión en energía de las moléculas de ATP.

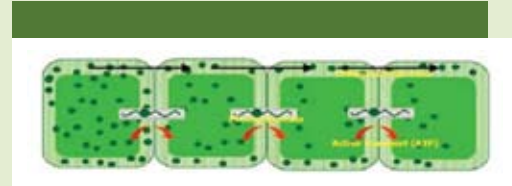


Figura 4

El movimiento simplástico describe la descarga del ion en el sistema vascular, que se realiza a través de dos sistemas (Figura 5):

- El transporte por el floema es dependiente de energía y más adecuado para cationes divalentes; el transporte de aniones es muy limitado, debido a que la pared celular está cargada negativamente. El transporte por el floema es importante para la distribución desde las hojas maduras hacia los puntos de crecimiento en raíces y tallos. El movimiento por el floema sigue en forma regular la relación “fuente – destino”, desde lugares donde los carbohidratos son creados (fuente) hacia los lugares donde son consumidos (destino).
- El transporte por el xilema es regulado por el flujo de la transpiración, y por lo tanto, depende de la diferencia de potencial de agua entre el suelo, la hoja y la atmósfera.

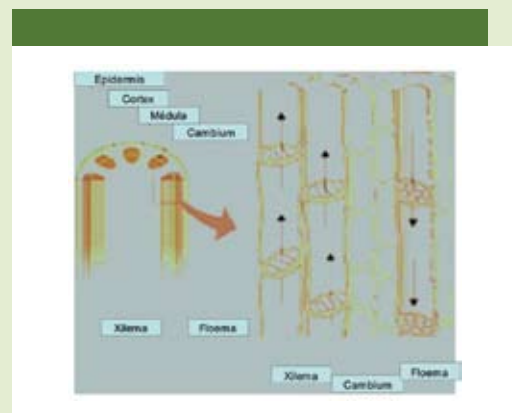


Figura 5

El transporte difiere entre los distintos iones, por lo tanto, los nutrientes se dividen en tres grupos según se muestra en la tabla 1:

- Pérdida de pulverización en sitios no seleccionados como objetivos.
- Limitada superficie foliar efectiva disponible.

Clasificación de Movilidad					
Nutrientes vegetales					
Móviles	N	P	K	S	Cl
Parcialmente móviles	Zn	Cu	Mn	Fe	Mo
Inmóviles	Ca	Mg			

Tabla 1

Limitaciones de la fertilización foliar

A pesar de que la nutrición foliar se describe como un método de aplicación que podría sortear una serie de problemas que se encuentran en las aplicaciones al suelo, ésta no es perfecta y tiene sus limitaciones. Entre ellas mencionamos:

- Bajas tasas de penetración, particularmente en hojas con cutículas gruesas y cerosas.
- Se escurre en superficies hidrofóbicas.
- Se lava con la lluvia.
- Secado rápido de las pulverizaciones, lo que no permite la penetración de solutos.
- Tasas limitadas de transporte de ciertos nutrientes minerales.
- Cantidades limitadas de macronutrientes que pueden suministrarse por pulverización.
- Posibles daños a los tejidos foliares (necrosis y quemado). Obliga a aplicaciones repetidas con mayores costos y tiempos extra.

La efectividad de la fertilización foliar puede estar sujeta a diversos factores. Estos factores pueden dividirse en cuatro grupos principales:

- Solución de pulverización
- Condiciones ambientales
- Características de la hoja
- Estado de la planta

Existen diversos factores que juegan un rol importante en la solución de rociado:

- **pH de la solución:** el pH afecta principalmente el nivel de solubilidad de diversos elementos, tales como el fósforo, que mejora su solubilidad a medida que el pH de la solución disminuye. El pH puede afectar la forma iónica de los elementos y por ello puede afectar también la tasa de penetración. Al margen de los aspectos relacionados con la penetración, un pH bajo puede reducir la tasa de hidrólisis alcalina de distintos pesticidas (Tabla 2).

El pH tiene también sus efectos sobre el tejido. Las cutículas de las plantas son polielectrolitos con puntos isoelectricos con valores de alrededor de 3.0. Con valores de pH menores que el punto isoelectrico, las membranas cuticulares llevan una carga positiva neta y son selectivas a los aniones y, por el contrario, con valores de pH por sobre el punto isoelectrico,

las membranas tienen una carga negativa neta y son selectivas a los cationes. Estas hipótesis dan soporte al “canal hidrofílico” que utilizan algunos surfactantes.

pérdida de solución desde la planta seleccionada. Gotas más grandes pueden resistir la pérdida por evaporación, pero disminuyen la penetración a través del follaje (canopia) de la planta.

Nombre comercial	Nombre común	pH de la Solución	50% Descomposición
Benlate	Benomil	7,0	1 hora
		5,6	> 30 horas
Guthion	Metil Azinfos	9,0	12 horas
		7,0	10 días
		5,0	17 días
Captan	Captan	10,0	2 minutos
		4,0	4 horas
Furadan	Carbofuran	9,0	78 horas
		7,0	40 días
		6,0	200 días

Tabla 2

- Tipo de molécula: los materiales con alto peso molecular penetran en forma más lenta que aquellos con bajo peso molecular.
- Tensión superficial de la solución: la disminución de la tensión superficial en la interfase de una gota de agua incrementa el área de exposición para la absorción sobre la hoja. Una baja tensión superficial también mejora la penetración a través del estoma. El uso de surfactantes ayuda a reducir la tensión superficial, dado que posee una cola lipídica no polar (lipófila), que se alinea a sí misma con la cutícula y una cabeza hidrofílica (hidrófila) con la gota de agua, provocando que se amplíe su ángulo de contacto y alcance una mayor superficie de adherencia con la hoja.
- Tamaño de la gota de rociado: el tamaño de gota pueden afectar la interacción con la superficie objetivo y la posible

El medio ambiente y las características de la estructura foliar puede tener influencia en la absorción foliar, en el desarrollo de la cutícula o en las reacciones fisiológicas relacionadas con el mecanismo de absorción activo. Entre los principales factores que influyen se mencionan:

- Humedad relativa. Tiene una influencia directa sobre la velocidad de deshidratación de la gota de rociado. Cuando la humedad es alta, la solución estará activa por un período más largo, permitiendo que los solutos penetren antes de que ésta se seque completamente. Hasta cierto punto, la deshidratación puede acelerar la tasa de penetración en la medida en que ella aumenta la concentración de los solutos, de esta forma, el gradiente aumenta hasta que se seque. Luego de un punto, a medida que se seca, la penetración se demora y los solutos cristalizan. La humedad tiene influencia sobre el desarrollo y el estado fisiológico.

En condiciones de baja humedad, los estomas se cierran y las plantas pueden engrosar su cutícula; en condiciones de alta humedad, los estomas se abren y las plantas pueden desarrollar una cutícula más delgada.

- **Temperatura.** Cuando la deshidratación de la solución no es un factor limitante, el aumento de la temperatura incrementa la absorción. La temperatura puede tener relaciones negativas con la humedad, ya que, cuando la temperatura disminuye, aumenta la humedad relativa. Otra idea expresa que un aumento de la temperatura disminuye la viscosidad de la cutícula y por ello, aumenta la tasa de penetración.
- **Luz.** Con altos niveles lumínicos, la cutícula y las capas de cera son más gruesas que cuando los niveles de luz son bajos. El efecto de la luz puede relacionarse con la temperatura, como resultado de la radiación, y con la apertura de los estomas.
- **Edad de la hoja.** A medida que la hoja envejece, tiende a engrosar y a tener mayor cantidad de cera y mayor tejido cuticular. Esta barrera aumentada reduce la tasa de penetración.
- **Superficie foliar.** Algunas plantas tienen una alta densidad de pelos (tricomas) que pueden provocar que las gotas de la pulverización no hagan contacto con la superficie activa de la hoja, haciendo que las gotas de agua “descansen” sobre estos pelos. La textura de la superficie de la hoja puede diferir entre las diversas especies. Superficies más suaves pueden provocar que el rociado se deslice con una menor tasa de adherencia, mientras que las superficies más rugosas retendrán a las gotas del pulverizado y tendrán una mayor tasa de adherencia.

- **Disposición de las hojas.** El ángulo de la hoja en dirección al suelo tiene influencia en la retención de la solución de la pulverización en la superficie de la hoja.
- **Forma de la hoja.** Las diferentes formas de las hojas pueden determinar variaciones en la superficie efectiva en contacto con las gotas de la pulverización.
- **Diferencias entre especies.** Las plantas que crecen en hábitats húmedos (hidromórficos) o en hábitats más secos (xeromórficos) difieren en el grosor de la cutícula, la posición y forma de los estomas (adaxial = lado superior/abaxial = lado inferior).

El estado fenológico y fisiológico de las plantas puede asociarse a diferencias en la actividad metabólica, resultando en distinta actividad del “destino”, resultando un menor traslado y transporte de nutrientes.

Una aplicación foliar exitosa depende de diversos factores. Algunos de ellos están en manos de los propios productores y pueden utilizarse en forma efectiva, mientras que otros no. En general, se recomienda efectuar las pulverizaciones bien temprano, durante la mañana, o sino bien tarde, cerca al ocaso, ya que la radiación solar y la temperatura son bajas (18-19°C; idealmente 21°C), la velocidad del viento es más baja (menos de 8 kph) y la humedad relativa es más alta (mayor del 70%). El mejor horario es al final del día, dado que permite una absorción más efectiva, antes de que la solución se seque y se inactive. Aun siguiendo las reglas descritas en este artículo, pueden continuar existiendo algunos problemas, que pueden manejarse de las siguientes formas:

- Pérdida. Si hay pérdida de caldo de pulverización en sitios fuera del objetivo, debe adaptarse el tamaño de la gota.
- Cobertura pobre. En ese caso, deben utilizarse volúmenes de pulverización mayores con mayor presión.
- Pobre adherencia o penetración cuticular. El agregado de un surfactante para bajar la tensión superficial puede ayudar a solucionar el problema.
- Retención pobre. El tamaño de gota de pulverización debe reducirse y así aumentar la viscosidad de la solución, mediante el agregado de adhesivos poliméricos.
- Secado rápido. A medida que la solución se va secando, se va inhibiendo la penetración. El agregado de aceites y emulsiones puede preservar la humedad necesaria y solucionar el problema.
- Concentración no-efectiva. Es de alta importancia en la medida que la penetración se realiza en forma pasiva, dependiendo del gradiente de concentración. La aplicación debe ser a la mayor concentración posible, sin provocar quemado del follaje. Realizar una prueba previa para determinar la fitotoxicidad y el umbral de daño. Si se usa una concentración más baja, la compensación vendrá asociada con una mayor cantidad de aplicaciones.

La fototoxicidad aparece principalmente en forma de quemaduras de las hojas. La toxicidad es el resultado del efecto osmótico de una solución salina altamente concentrada cuando se evapora el agua de las gotas del pulverizado. El desequilibrio de los nutrientes locales en la hoja es otro de los factores que puede provocar

toxicidad. Por ejemplo, el daño por urea puede prevenirse mediante el agregado de sacarosa, sin importar el incremento adicional en el potencial osmótico del rociado foliar.

Cabe destacar que si la fototoxicidad no se observa en forma inmediata, puede llegar a aparecer en etapas posteriores del cultivo si las pulverizaciones son muy frecuentes o el intervalo es demasiado corto, dando como resultado una acumulación de elementos tóxicos en el tejido. Las plantas pueden mostrar síntomas de fitotoxicidad aun cuando la concentración de la solución esté en el nivel correcto o estén fisiológicamente estresadas, ya sea por agua, ataque de insectos o por aparición de enfermedades.

Conclusiones

En este artículo se ha revisado el concepto de nutrición de las plantas mediante las pulverizaciones foliares. Resulta obvio que la fertilización foliar es un buen método y confiable para la nutrición de las plantas cuando la fertilización al suelo no es suficiente y/o ineficiente. Es importante comprender que este método no puede sustituir la provisión de nutrientes a través de las raíces, dado que la absorción de todos los nutrientes a través de las hojas involucra una cantidad considerable de mano de obra con un alto riesgo de fitotoxicidad. La fertilización foliar tiene sus limitaciones y, en algunos casos, puede considerarse laboriosa. No obstante, a lo largo de los años ha alcanzado un lugar de honor en los diferentes esquemas de nutrición de las plantas. La utilización de fertilizantes altamente solubles y nutrientes puros es esencial para alcanzar la mejor performance desde este enfoque. Existe compatibilidad entre muchos fertilizantes y pesticidas, pudiendo mezclarse en el mismo pulverizador para ahorrar costos y mano de obra, siendo una verdadera ventaja cada vez que se pulverice con pesticidas.

Novedades&Eventos

Una manera distinta de transmitir la importancia del cuidado del suelo

En noviembre de 2007, FERTILIZAR Asociación Civil presentó “La Ley del Suelo”, una obra teatral inspirada en el cuento ganador del primer concurso literario, para escuelas agrotécnicas, sobre el cuidado del suelo. La obra, que se estrenó en el Teatro de la Escuela Nº1 de Tres Arroyos, localidad de origen de la autora del cuento ganador, María Arribalzaga de la Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos (EATA), fue todo un éxito. Los casi 400 espectadores que la presenciaron manifestaron el mensaje de concientización sobre la importancia de cuidar y respetar el suelo que les transmitió la obra.

“La Ley del Suelo” plantea, a través de una ficción análoga a la actualidad, las diferencias sociales con respecto al tratamiento del suelo. La prosa describe dos posturas antagónicas: la productivista, cuyo personaje es Dígoto, y la ambientalista (Félin), que pugnan por la supremacía, dejando entrever que tales diferencias surgen desde el interior de cada persona, debido a su particular parecer, más influenciado por la razón o el sentimiento que por el conocimiento real del tema. La propuesta es que en la medida que avanzamos en la toma de conciencia, encontraremos las herramientas adecuadas para resolver la problemática acerca del cuidado del suelo. Y frente a un problema de tal magnitud, lo peor que nos

puede pasar es no hacer nada. El suelo está personificado y también hay un tercer personaje (Sáctas) que media entre las dos posturas y representa la conciencia.

La recaudación de la venta de las entradas fue destinada en su totalidad al A.C.A.S. (Asoc. de Clubes Argentinos de Servicio) Fortín Machado (Tres Arroyos), entidad sin fines de lucro formada por hombres, mujeres y jóvenes, que busca asumir una actitud de servicio hacia la comunidad nacional, en todo su espectro social y, en especial, en la educación, como base sustentadora de un futuro sin dependencia. Está presente en todo el país y su sede de Tres Arroyos abarca la región A (Capital Federal, provincia de Buenos Aires, La Pampa y Patagonia).





Acerca de Futuro Fértil

“La Ley del Suelo” se concibió en el marco del proyecto Futuro Fértil, la novedosa iniciativa de FERTILIZAR Asociación Civil que busca generar conciencia en la comunidad sobre la importancia de la conservación sustentable del suelo. Se cristalizó en el Primer Concurso Literario con el tema “Cuidando nuestro suelo”.

Estuvo dirigido a jóvenes de entre 15 y 18 años de escuelas agrotécnicas de todo el país, quienes, a través de su creatividad literaria, expresaron su conocimiento acerca del cuidado del suelo en ambientes productivos.



“Estuvimos muy orgullosos del éxito del estreno de la obra en 2007 y principalmente de cómo los espectadores rescataron el mensaje de cuidar nuestro suelo y medio ambiente que busca transmitir la obra, así como también, de encontrar el equilibrio en nuestro accionar. Estamos trabajando para llevar la obra a otros lugares y ámbitos en el 2008, para continuar transmitiendo a toda la comunidad un tema tan importante de una manera diferente, acercando temáticas del campo a la ciudad”, comentó Francisco Llambías, Presidente de FERTILIZAR Asociación Civil.



Una muestra más del éxito de la “La Ley del Suelo” fue el pedido para ser representada en espacios específicos (congresos y eventos) del sector agropecuario, por parte de entidades nacionales e internacionales, como por ejemplo, la Sociedad Latinoamericana del Suelo, la Tecnicatura Superior en Administración Agropecuaria en el I. S. F. D. y T. N° 68 de la Municipalidad de Adolfo Gonzales Chaves (Buenos Aires).

Asimismo, el proyecto abarca todas las actividades que representen un acercamiento a los jóvenes, quienes en un futuro estarán trabajando profesionalmente y tendrán la responsabilidad de tomar decisiones respecto al cuidado del suelo. Además, el proyecto busca involucrar al medio social y a la comunidad de cada región del país.

Futuro Fértil cuenta con el apoyo, para su difusión y promoción, de entidades líderes del sector agropecuario y educativo, entre las que se encuentran IPNI (International Plant Nutrition Institute), AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola), AAPRESID (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa), EATA (Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos) y Federación de Institutos Agrotécnicos Privados de Argentina (FEDIAP), entre otros.

El proyecto fue preseleccionado en la categoría ONG'S para la edición 2007 de Distinciones Responsabilidad Social Comunicativa, que entrega Bupe Comunicaciones, de la mano del periodista Guillermo Petruccelli (El Duende de la

noche – Radio Continental) y que contó con el apoyo de Red Solidaria y de la Vicepresidencia de la Nación. Fue elegido entre más de 200 trabajos recepcionados de programas de real valía en materia de solidaridad y bien público, por 500 ejecutivos de las empresas e instituciones más representativas del país y por los oyentes de RSC Radio Continental.

FERTILIZAR junto a Producir Conservando

A fines de 2007, FERTILIZAR y Fundación Producir Conservando anunciaron la firma de un convenio para relevar las estimaciones de producción al 2015 y las necesidades de fertilizantes en ese contexto.

Para el estudio “La agricultura argentina y su necesidad de fertilizantes para el 2015”, cuyos resultados se darán a conocer a mediados de 2008, se tomará como idea central la metodología utilizada en el trabajo “Fertilizantes para una Argentina de 100 millones de Tn”, realizado por la Fundación en 2004, utilizando información básica de consumos actuales, de las últimas 5 campañas y datos proporcionados por FERTILIZAR. Esta información de Oferta o Consumo anual se presentará por nutriente, por cultivo y por producto. A partir de allí, se realizarán las estimaciones de reposición actual de nutrientes en los últimos años, que serán la base para las estimaciones posteriores que se realicen. Luego, en función de la nueva información disponible, se actualizarán las estimaciones de producción al 2015 y se plantearán las necesidades de fertilizantes en forma global, por cultivos y para los nutrientes N-P-K y S.

“El trabajo se propone relevar las cifras actuales de superficies cultivables y producción estimadas años anteriores por la Fundación para todos los cultivos y zonas del país y, a

partir de allí, realizar la proyección potencial de consumo y necesidad de reposición de nutrientes por cultivo y el total a nivel nacional”, comentó Gustavo Oliverio, Coordinador de Fundación Producir Conservando.

La proyección de las necesidades de fertilizantes será realizada sobre la base de los Requerimientos y Extracción de nutrientes de los distintos cultivos y tomando un criterio de reposición sustentable de acuerdo a la información disponible en distintas zonas. El informe final dispondrá de un Anexo donde se presentará la información detallada de la estimación de Superficie-Producción y necesidad de nutrientes por cultivo y por distrito de la SAGPyA al año 2015.



“En FERTILIZAR consideramos clave el estudio de las necesidades de nutrición futuras en función de la proyección de la producción en todo el país, para poder promover adecuadamente la importancia de la adecuada reposición de nutrientes, el uso responsable de fertilizantes y la conservación sustentable del suelo y el medio ambiente productivo”, agregó Francisco Llambías, Presidente de FERTILIZAR.



Breves Fertilización

Los nitratos en el agua potable y los alimentos

La percepción general del público es que la ingesta de NO₃'s implica un riesgo para la salud, y por lo tanto, la concentración de éstos en el agua debe ser mínima. A pesar del hecho de que la principal fuente de NO₃ son los alimentos y no el agua, la Organización Mundial de la Salud (1970) impuso un límite de 50 ppm al agua para ser considerada potable. El tema principal era la conversión de NO₃ a nitrito (NO₂), que se asocia con problemas de nitrosaminas y meta hemoglobina.

Hoy existe un consenso generalizado acerca de que las preocupaciones relativas al efecto de los NO₃ sobre la salud humana, que indujeron a establecer el límite antedicho, son largamente infundadas (L'hirondel 2002)¹. El llamado síndrome del "bebe azulado" (meta hemoglobinemia), por ejemplo, surge de contaminación bacteriana y no de ingerir elevadas cantidades de NO₃'s. Similarmente, la asociación con el cáncer gástrico nunca fue sustentada con evidencias epidemiológicas y, por lo tanto, ha quedado en el plano teórico. Trabajos recientes sugieren que la ingesta de NO₃ provee protección gastrointestinal contra patógenos alimentarios, y más aún, estudios epidemiológicos muestran una tasa reducida de cánceres gástricos o intestinales en grupos con una alta ingesta de NO₃ contenido en vegetales (Leifert y Goleen, 2001)².

¹ Nitrate and man: toxic, harmless or beneficial. CABI publishing, Oxon, UK.
² A re-evaluation of the beneficial and other effect of dietary nitrate. Proceeding No. 456. International Fertilizer Society, Cork, UK.

Áreas de trabajo

A continuación les presentamos a los responsables de FERTILIZAR en cada área de trabajo.

Edición de la revista



Juan Aloé es el responsable del contenido de la revista de la asociación.

Es Licenciado en Economía Agraria y trabaja en Profertil, donde se desempeña como Responsable del área de Investigación y Desarrollo.

Página web



Ana Balut es la responsable de la actualización y renovación permanente del sitio de la asociación. En este marco, se trabajó en la actualización de la página en base a aspectos de organización de la información en secciones

nuevas y preexistentes y se incorporó nueva información. En el buscador de artículos, se sumaron nuevos criterios de búsqueda (título de la publicación, año y autor) y se agregaron nuevos trabajos referentes a fertilidad de suelos y fertilidad de cultivos.

Ella trabaja en Bunge Fertilizantes, donde se desempeña como Responsable de Desarrollo.

Investigación y Desarrollo de Áreas Pampeanas



Oscar Lopez Matorras es el responsable del área de Investigación y Desarrollo de Áreas Pampeanas de FERTILIZAR, cuyo objetivo es monitorear e intercambiar información con todos los investigadores, asesores y profesionales

vinculados al tema de fertilizantes en el Área Pampeana. Asimismo, está a cargo de coordinar, evaluar y consolidar la información del Comité Técnico de FERTILIZAR y de los técnicos de las empresas socias. Oscar es Ingeniero Agrónomo y trabaja en YPF Fertilizantes, donde se desempeña como Técnico ATD perteneciente a la Dirección Comercial de Química Argentina.

Investigación y Desarrollo de Economías Regionales



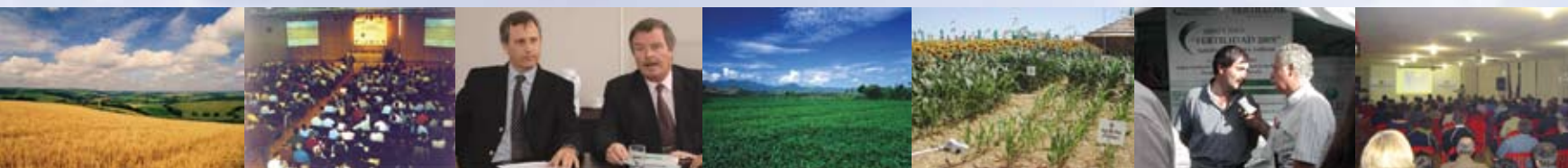
Juan Petri es el responsable del área de Investigación y Desarrollo de Economías Regionales, que apunta a, en una primera instancia, difundir las actividades que desarrolla FERTILIZAR e invitar a los técnicos

referentes en cada zona a participar del proyecto de difusión de las prácticas de fertilización.

Juan es Ing. en Producción Agropecuaria y trabaja en Profertil, donde se desempeña como Gerente de Territorio Cuenca del Salado y Cuyo.

Ante cualquier consulta relacionada con nuestras áreas de trabajo, escribanos a: info@fertilizar.org.ar o comuníquese telefónicamente al 4382-2413.

FERTILIZAR ASOCIACIÓN CIVIL promueve la reposición de nutrientes, el uso responsable de fertilizantes y la conservación sustentable del suelo y el medio ambiente productivo



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



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

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

www.fertilizar.org.ar

info@fertilizar.org.ar



Lo invitamos a ser un espectador



para que mañana sea un protagonista...



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

P R E S E N T A

LA LEY DEL SUELO

Libro y Dirección de Fabián Harazatey

Obra teatral inspirada en el cuento ganador del Concurso Literario Futuro Fértil



**PROYECTO
FUTURO
FÉRTIL**

Una iniciativa de Fertilizar Asociación Civil

Una obra que lo hará pensar, reflexionar y comprender
en dónde estamos parados, ayudándolo a descubrir
que también usted puede ser el protagonista que cambie
la historia de nuestro suelo, que es también la historia de todos.

Informes: info@fertilizar.org.ar