



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 11 - Mayo 2009



**Tecnología de fertilización
para trigo en 2009**

Marco global del manejo de nutrientes

**Fertilización nitrogenada de trigo
y otros cereales de invierno**

**Uso del código decimal para
describir el ciclo de cultivo de trigo**

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO V - N°11 - MAYO 2009

Tecnología de fertilización
para trigo en 2009

04



Marco global del
manejo de nutrientes

09



Efecto de la fertilización nitrogenada
de cebada cervecera

17



Fertilización nitrogenada de trigo
y otros cereales de invierno

19



Uso del código decimal para
describir el ciclo de cultivo de trigo

26



Fertilización de colza en la región
central de Santa Fe

30



Novedades&Eventos

33



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Jorge Bassi

Vicepresidente
Pablo Pusetto

Secretari2
Eduardo Caputo Raffo

Prosecretario
Camila López Colmano

Tesorero
Manuel Santiago

Protesorero
Marco Prenna

Vocales Titulares
Guillermo Pinto
Florencia Schneeberger

Vocales Suplentes
Pedro Falthauser
Juan Tamini

**Comisión Revisora
de Cuentas**

Miembro Titular
Francisco Liambias

Miembro Suplente
Federico Daniele

Responsables Área Técnica
Ana Balut
Oscar López Matorras
Juan Petri

Gerente Ejecutiva
María Fernanda González Sanjuan

ACA

ASP

BUNGE

EMERGER

FÉLIX MENÉNDEZ

FERTICROPS

K+S

NIDERA

NITRAGIN

PETROBRAS

PROFERTIL

QUEBRACHITO

REFRACTARIOS ARGENTINOS

REPSOL YPF

VALE PRC

TIMAC AGRO ARGENTINA

STOLLER

YARA

Asesor en Contenidos Técnicos
Dr. Ricardo Melgar

ISBN en trámite

Coordinación
Javier Escudero

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

Luego de registrar una tendencia creciente y positiva desde el año 1990, el año 2008 mostró una fuerte caída del consumo de fertilizantes -2,5 millones de toneladas consumidas en 2008 vs. 3,7 millones de toneladas en 2007- lo que representa un 31% de disminución en el consumo de fertilizantes. En la campaña 2007/08, con consumo récord de fertilizantes, las cosechas extrajeron 4.000.000 de toneladas de nutrientes, mientras que lo que se repuso, por medio de los distintos productos (considerando N, P, K y S), fue 1.700.000 toneladas de nutrientes. Esto representa apenas una reposición del 42 % de los nutrientes extraídos de los suelos. Aún, y en momentos difíciles como éstos, no debemos perder el foco y el principal objetivo de todo sistema productivo: ser rentables sin perder la sustentabilidad.

En Fertilizar Asociación Civil, como así también en otras instituciones, consideramos que estos manejos impactan en el corto plazo sobre los rendimientos y en el mediano plazo en el deterioro y la degradación de nuestro principal recurso natural: "el suelo".

En Argentina, por deficiencias en la fertilización de cultivos, se pierde una producción estimada de 12 millones de toneladas de cereales y oleaginosas, lo que significa al menos 3.600 millones de dólares de ingresos no generados por la producción agrícola nacional.

Comprendemos las prioridades de los productores, especialmente en situaciones adversas como las que estamos viviendo, y por eso mismo apuntamos a colaborar en el logro de mayores rindes, por medio de herramientas, donde los fertilizantes han

demostrado jugar un rol clave. En este conjunto de factores que impactan en la producción es importante destacar la relación directa que existe entre la fertilización y los rendimientos obtenidos.

Cada año renovamos nuestro compromiso de trabajar como entidad impulsora del uso racional de fertilizantes mediante la promoción de la investigación y capacitaciones técnicas; de dar a conocer la información actualizada del mercado de fertilizantes; de promover las ventajas agronómicas y económicas del uso de fertilizantes; de concientizar sobre la importancia del cuidado del suelo y de contribuir al logro de una agricultura sustentable.

Por eso, más allá de la coyuntura, y porque desde nuestro origen apostamos al crecimiento de cada productor agrícola de nuestro país y al de todo el sector, este año continuaremos trabajando día a día para ello. En este marco, planeamos, además de la realización, junto con el IPNI, del Simposio de Fertilidad 2009, publicar nuevas ediciones de nuestra revista y la Guía de Fertilizantes; además de seguir con el desarrollo de actividades en conjunto con otras instituciones.

El sector agropecuario es estratégico para el desarrollo económico de la Argentina, y si queremos pensar en un futuro para nosotros y nuestras próximas generaciones, tenemos que comenzar a trabajar juntos en la reposición de nutrientes y en el cuidado de nuestro suelo, apostando al crecimiento y desarrollo del campo argentino y de este país.

Ing. Agr. Jorge Bassi
Presidente

Tecnología de fertilización para trigo en 2009

Ricardo Melgar

Cuando los aspectos tecnológicos están fuera de toda prioridad entre los productores, escribir sobre tecnología de fertilización se hace difícil. También considerando que hoy la tecnología es la variable de ajuste ante un contexto económico complicado, y que el grado de educación tecnológica que tiene el productor no es el mismo que hace unos 15 años atrás, cuando el INTA puso en marcha el proyecto Fertilizar de la mano de una docena de empresas visionarias. Sin embargo, el trigo será una de las pocas alternativas para hacerse de caja en diciembre y poder financiar el resto de la campaña de la gruesa. Repasar los fundamentos tecnológicos básicos de la fertilización en trigo, y sobre todo aplicar de una manera práctica las recomendaciones asegurará la inversión en fertilizantes.

Son pocas y claras las reglas para asegurar la partida. Es importante entender que las decisiones de fertilización se toman antes de sembrar, o sobre la marcha de ésta, y luego es más difícil corregir malas elecciones. Es un juego de riesgo donde el correr del tiempo condiciona las decisiones a futuro. Al principio la incertidumbre es alta, el riesgo es mayor, mucho

tiempo por delante, y muchas opciones a elegir. A medida que se avanza, se van definiendo los factores de rindes, clima mediante, disminuye la incertidumbre y el riesgo y quedan pocas decisiones por tomar para influir en el rendimiento o en la calidad. Sobre el final, los rindes se asemejan a una certeza, casi ya no hay riesgos pero no hay decisiones que tomar que influyan en los rindes.

Entendiendo este juego, que todo agricultor entiende, y sobre todo como en los mercados de futuros, se toman mejores decisiones. Las decisiones tomadas al principio de la siembra no son reversibles, sólo restan tácticas de contingencia para mitigar errores previos o para ajustarse a las nuevas perspectivas, generalmente más malas que las que se habían previsto.

El fósforo a la siembra... de arranque

Con respecto a la fertilización con fósforo a la siembra, la única especulación posible respecto del nivel que se usará es hacer un análisis de suelo, que por su exiguo valor monetario exime de otras



decisiones más arriesgadas basadas en hipotéticos balances. Luego podrán decidirse estrategias de uso adecuando la disponibilidad de recursos financieros a expectativas de rindes y resultados.

Una fertilización generosa en la campaña pasada que no se compatibiliza con el rinde finalmente obtenido luego de una sequía habrá dejado fósforo para este cultivo de trigo. En cambio, si por las razones que hubo en la campaña anterior, el nivel de fertilización aplicado a los cultivos fue menor a lo habitual, y por la menor oferta de lluvias se reflejó en un menor rinde, el análisis de suelo debería mostrar una situación neutra, sin aumento ni disminución de las reservas de nutrientes. Otras variantes indicarán una mayor o menor reposición, según hayan sido las discrepancias entre el fosfato aplicado y el exportado por la cosecha actual, sea trigo, soja o maíz.

En cualquier caso, es claro que nuestro árbol de decisión tiene 3 ramas: dos, de fácil elección, cuando el nivel es muy bajo, menos de 12 ppm de Bray-1, o muy alto, más de 18 ppm. El primer caso indica que no podremos obviar la fertilización

con fósforo a riesgo de poner en juego la rentabilidad de toda la operación de sembrar; una dosis habitual de 10 a 12 kg/ha de P (45-55 kg/ha de P_2O_5). El camino del medio es el que genera más incertidumbre al decidir una fertilización. Si no se aplica nada y había una deficiencia, el conflicto es perder rendimiento, y por ende dinero. Si se aplica y no hay respuesta se afecta aumentando el costo de producción. Si bien, no se pierde y queda para el cultivo siguiente (soja), se demora el recupero del gasto. Sin embargo, considerando que la mayor parte del trigo, en particular en la zona norte va a soja, se estima en 25%, ese riesgo casi no existe, ya que aún cuando el trigo no aproveche el P en exceso a sus necesidades, lo tomará la soja con muchas más posibilidades de una rentabilidad positiva.

Con referencia a la forma de fertilización, quizás no haya situación más eficiente que hacerlo en la línea de siembra, preferentemente con máquinas que dispongan el fertilizante al costado de la línea de semillas. Un reciente experimento presentado en el último Congreso de Suelos repetido en red en varias localidades con suelos de distintas texturas y humedades

relata que si bien no hay pérdidas de rindes cuando se aplican fertilizantes en la siembra, hay una importante pérdida de plantas. El experimento comparaba la fertilización en la línea con otras opciones de ubicación del fertilizante, como aplicarlo al voleo o separado, al costado de la línea de semillas. Si bien se ensayó con soja, ilustra muy bien los efectos esperados para otros cultivos especies. Perder plantas es perder semillas, y en el caso del trigo es perder capacidad de emitir. Dicho de otra manera, para qué aplicar una práctica errónea si la mitad del rinde del trigo descansa en la espiga del vástago principal, disminuir la densidad por una práctica errónea, implica disminuir ese rendimiento potencial.

Así, siguiendo las mejores prácticas de manejo de la fertilización, tenemos:

- Dosis → Análisis de Suelo,
Balance cultivo antecesor,
objetivo de rinde
- Fuente → Cualquiera de las de plaza,
son todas con P soluble
- Momento → A la siembra
- Colocación → Depende de la maquinaria
y la logística disponible

Luego... continuando con el Nitrógeno

Las fertilizaciones que incluyen todo el N requerido a la siembra, si bien son mucho más prácticas que dividir las, suponen el riesgo que resulten excesivas si el panorama de lluvias no es el deseado.

La dinámica del N en el suelo hace bastante más difícil de predecir su disponibilidad de cultivo a cultivo, ya que el N no usado para producir grano se inmoviliza

en la materia orgánica del suelo, proceso magnificado por un mayor nivel de rastrojos. Dadas determinadas circunstancias ambientales, sin embargo, luego de una relativamente abundante fertilización para un cereal, (maíz o trigo) puede resultar en un nivel mayor de N mineral disponible a la siembra de un cultivo siguiente, si el rinde del cereal no fue el esperado. No es seguro ni práctico sin embargo especular con este N residual, excepto que sea una región semiárida. En el caso de la región pampeana más húmeda, que sufrió la sequía, cualquier excedente de N habrá sido lavado por las lluvias de las últimas semanas.

No obstante, evaluar el N de nitratos en el perfil ayudará a mejorar la estimación de necesidad de N para el trigo. Lo mismo ocurrirá con el azufre excedente ya que éste se lixivía con el exceso de agua de precipitaciones. Así, con un objetivo de rendimiento obtenible, es decir objetivamente alcanzable, se estima el requerimiento total de N y se deduce el N almacenado, (remanente o residual). El rendimiento obtenible en muchas zonas tendrá relación con el agua almacenada en el perfil, que actuará como reserva hasta que lleguen las lluvias de la primavera, y condicionará la biomasa, número de macollos y de espigas y espiguillas potencialmente fértiles que conformarán el rendimiento de grano.

Normalmente, en base a los 25 a 30 kg de N por t de grano, el requerimiento de N a aplicar por fertilización puede oscilar entre 50 y 150 kg de N según la disponibilidad de N en el suelo y la capacidad de mineralizar más N desde la materia orgánica durante la próxima primavera, cuando el suelo tenga temperatura y humedad suficiente.

Resuelta la dosis a aplicar, resta decidir sobre la fuente, momento y modo de aplicación, considerando que cada fuente será correctamente aplicada y en el mejor momento. Si bien el productor dispone de varias opciones en cuanto a fuentes, éstas están muy fuertemente vinculadas a factores no agronómicos, tales como logística, financiación, intervención gubernamental, etc.

Otros nutrientes

Además del N y del P, otros nutrientes como el azufre y algunos micronutrientes como el cloro, el boro o el zinc han demostrado incrementos de rendimientos. En el caso del azufre, el nivel de adopción es importante y ya forma parte del paquete de fertilización de muchos productores. Las respuestas más frecuentes en cuanto se refiere a la mejor práctica puede resumirse en:

Fuente: En general son fuentes de azufre como sulfato de amonio, o de calcio, el popular yeso. Sin embargo este producto puede tener diferentes presentaciones. Recomendamos aquellos que puedan garantizar un grado y una calidad determinada. La inscripción en SENASA es una seguridad para el productor en cuanto a los porcentajes de S del fertilizante adquirido. Es importante también considerar la granulometría y sobre todo, si es granulada o pelletizado, o solamente yeso molido a la granulometría declarada. En el primer caso, el yeso es molido a malla muy fina y aglomerado mecánicamente por aditivos que una vez en el suelo, se disuelve rápidamente y pone en contacto las partículas originales más firmes, facilitando de esta manera y una rápida disolución y disponibilidad para el cultivo.





Dosis: A diferencia del fósforo o el nitrógeno, los análisis de suelo no son muy apropiados para evaluar la oferta desde el suelo de azufre, ya sea inmediatamente disponible o durante el ciclo de cultivo. En el estado de arte actual, se recomienda tomar en cuenta los valores de extracción por el grano, que es función del rendimiento medios esperable. En cuestión son entre 15 y 20 kg de S-SO₄.

Momento: Con referencia al momento, las pocas experiencias locales recomiendan la aplicación a la siembra, o durante los momentos iniciales del crecimiento. Los principios científicos no obstante indican que la tasa de absorción sigue aproximadamente la forma del crecimiento y acumulación de biomasa, con sus máximos durante el macollaje hasta la floración. Por lo tanto, aplicaciones de fuentes solubles durante este período, al menos podrían beneficiar la calidad panadera, sino los rendimientos.

Colocación: Normalmente el yeso, no posee efecto salino apreciable, por lo que no hay problemas de colocarlo en la misma línea de siembra. Cuando el sulfato es unión acompañante de otra fuente, como el de amonio, es posible en ese caso que el efecto salino y potencial de daño a la semilla provenga del amonio, por lo que debe evitarse en esa situación la colocación en la línea de siembra y hacerlo al costado.

Finalmente

En un año desalentador como éste, los buenos productores negociarán los contratos de alquiler con la misma fiereza que los propietarios de la tierra, evaluarán las necesidades de flujo de caja para diciembre, estimarán el agua almacenada y sacarán las cuentas ajustadamente antes de decidir la siembra. Elegir el nivel de tecnología a aplicar, y en particular el programa de fertilización, no debería recibir menor atención.

En consecuencia, planificar la próxima fertilización para la campaña que viene, y en el contexto complicado que se advierte, el análisis de suelo continúa siendo la primer y mejor opción antes de cualquier decisión de dosis de fertilización para fósforo. Su nivel será decidido además en consideración de las necesidades de la soja subsiguiente. De la misma manera el azufre será probablemente aplicado como una mezcla a la siembra en una cantidad que satisfaga no solo la demanda de trigo sino también la de la soja siguiente. Los niveles para nitrógeno, en cambio, deberán decidirse sobre la base de expectativas de rinde con una sintonía más fina apelando a un balance que incluya en la cuenta al valor de N –Nitratos residual y al contenido de materia orgánica del suelo.

Marco global del manejo de nutrientes

Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes¹

Satisfacer la creciente demanda de requerimientos de alimentos, forrajes, fibras y bioenergía para la población mundial implica un cada vez más eficiente uso de nutrientes orgánicos y minerales. Al mismo tiempo, y ante nuevas expectativas, es importante preservar el medio ambiente. Alcanzar la sostenibilidad en el manejo de nutrientes es una importante preocupación de una amplia variedad de interesados. Las diversas expectativas entre y dentro de los grupos de intereses pueden integrarse y reconciliarse parcialmente con el desarrollo de buenas prácticas de manejo de fertilizantes, que aumenten simultáneamente la productividad la rentabilidad y cuiden el medio ambiente, satisfaciendo así los objetivos de desarrollo sostenible.

El concepto de sostenibilidad se construye alrededor de tres pilares: económico, social y ambiental. Cualquier opción sostenible debe mantener un adecuado balance entre estos tres pilares. La combinación correcta depende significativamente del contexto y del interés individual. También difiere ampliamente entre las regiones.

A causa de las múltiples interacciones del suelo con la producción de alimentos, el ambiente y el desarrollo económico, se requiere de un enfoque integrado para su manejo y el de los nutrientes. Los productores son actores esenciales, ya que son quienes deberían realizar el esfuerzo de velar por la productividad de los suelos, así como la industria de fertilizantes es fundamental como proveedor de nutrientes para los cultivos que repongan e incrementen las reservas de nutrientes del suelo.

Tanto los productores como los integrantes de la cadena comercial de fertilizantes deben colaborar con las demás partes para desarrollar soluciones que mejoren los resultados y provean los mayores beneficios para todos. Al final, todos son socios del suelo y necesitan del trabajo conjunto para definir e implementar acciones tendientes a mantener o aumentar su fertilidad en una manera sustentable.

Las opciones que combinan mejor las expectativas económicas, sociales y ambientales de las diferentes partes

¹ Este documento fue producto de sucesivas versiones creadas y modificadas por un grupo de trabajo específico de IFA, que incluye además de Empresas, a Institutos de Investigación y de Promoción. Traducción R. Melgar

interesadas pueden llamarse, “mejores prácticas de manejo de fertilizantes” (MPMFs).

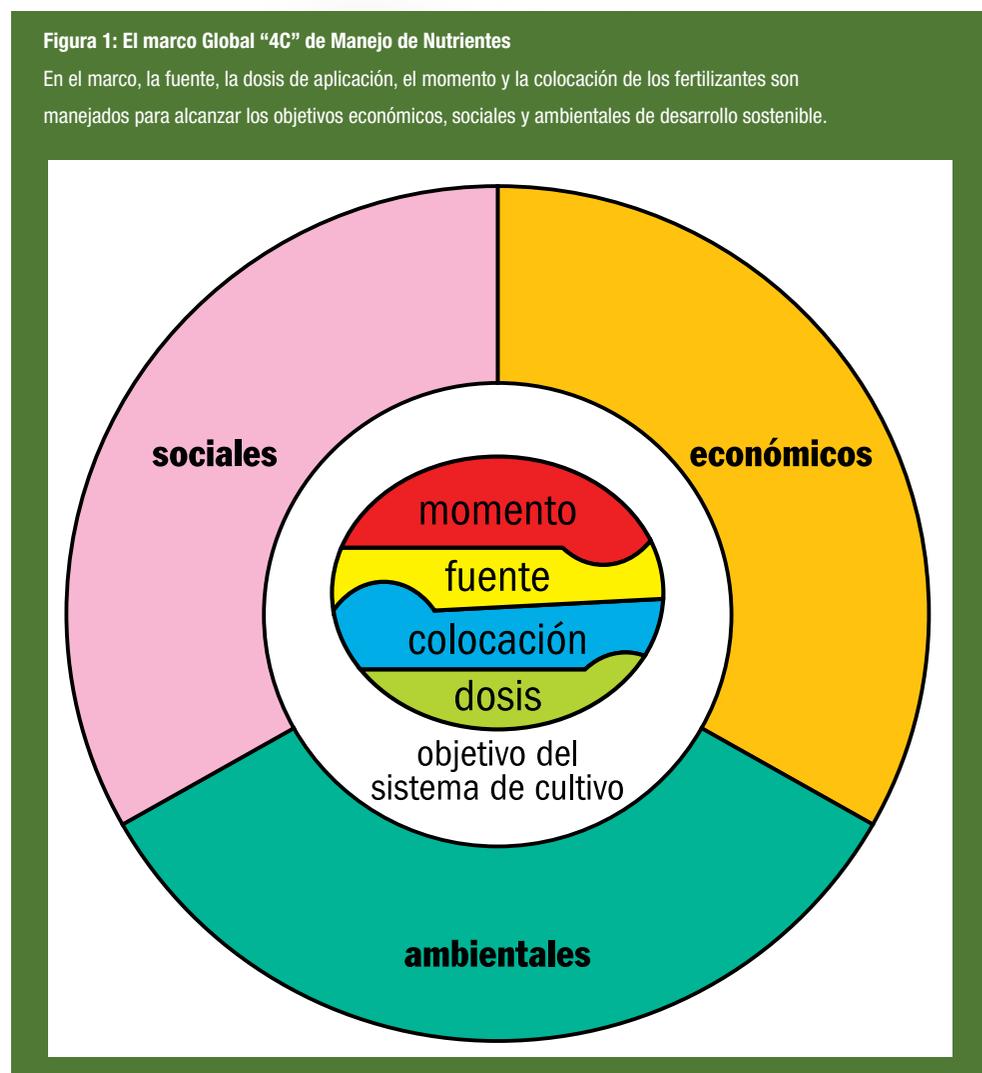
Este trabajo describe el marco global (guía) diseñado para facilitar el desarrollo de prácticas de manejo de fertilizantes sitio-específicas y cultivo-específicas basadas en hechos científicos.

El Marco Global de Manejo de Nutrientes “4C”

Las mejores prácticas de manejo de fer-

tilizantes (MPMFs) pueden describirse adecuadamente como la aplicación de la fuente (o producto) correcta a la dosis correcta en el momento correcto y en el lugar correcto. Bajo el marco global de manejo de nutrientes, las “4C” abarcan conceptualmente como pueden manejarse las aplicaciones de fertilizantes para alcanzar los objetivos económicos, sociales y ambientales. El marco asegura que las MPMFs sean desarrolladas considerando un enfoque apropiado en las áreas de desarrollo sustentable (Figura 1).

Los objetivos de los actores intervini-



tes son sitio-específicos de suelo, clima, cultivo, sistema de manejo y logística, todos con impacto significativo en el manejo de los fertilizantes y deben considerarse cuando se eligen las MPMFs para un caso específico.

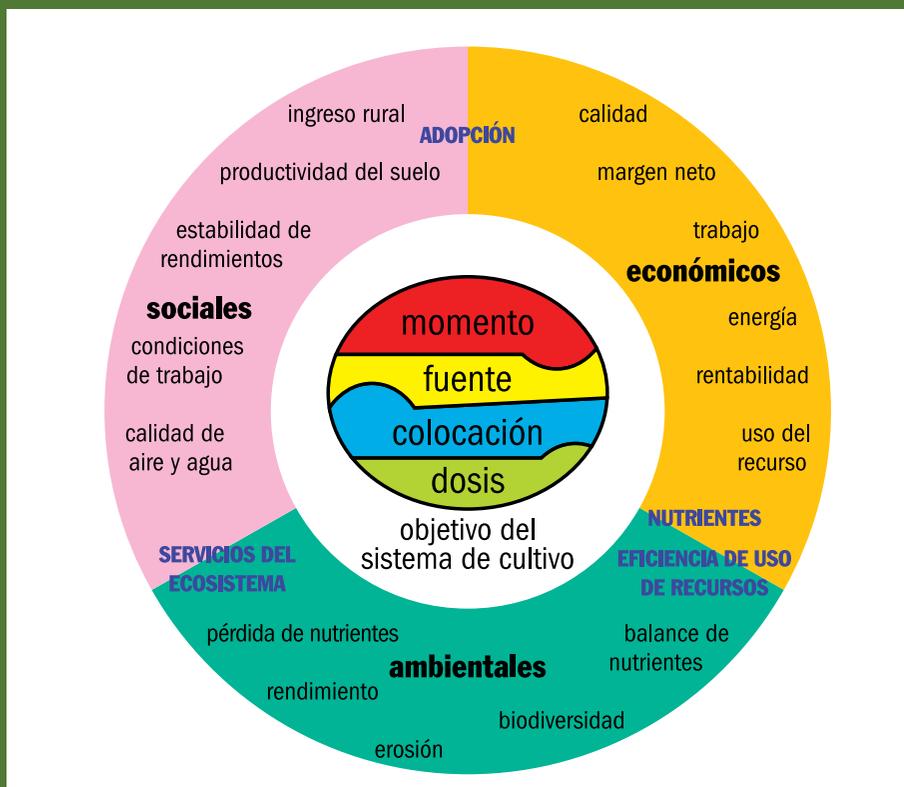
Enfocando los esfuerzos en la fijación de objetivos de resultados

Si bien hay muchos indicadores económicos, sociales y ambientales de resultados que pueden afectarse al marco de

las “4 C”, es prudente enfocar los esfuerzos en unos pocos objetivos clave y establecer indicadores de resultados relacionados. Los indicadores elegidos y los objetivos pueden variar dependiendo de condiciones sitio-específico y casos individuales. Algunos de los indicadores posibles de sostenibilidad considerados dentro del marco “4R” se ilustran en la figura 2. Es importante observar que el resultado de la puesta en práctica de las MPMF o de combinaciones específicas de fuente, dosis, momento y lugar, se expresan en el funcionamiento del sistema de cultivo. El funcionamiento de sis-

Figura 2: Un Marco Global para las MPM Dentro del Sistema de Cultivo

Las MPM de uso de nutrientes —aplicar la fuente de nutrientes correcta, al momento correcto, a la dosis y lugar correctos— se integran junto con las MPM agronómicas elegidas para lograr objetivos de manejo de cultivos. Un set balanceado de indicadores de performance refleja la influencia de las MPM de uso de nutrientes en el manejo del cultivo a nivel de establecimiento, y con objetivos más amplios económicos, ambientales y sociales. La participación individual en los indicadores de resultados es parte esencial del proceso del desarrollo sustentable.





tema de cultivo puede incluir objetivos tales como productividad en términos de rendimiento logrado, rentabilidad al productor, mantenimiento de la productividad del suelo a largo plazo, y niveles aceptables de impacto en la calidad del aire y del agua del ambiente circundante (caja 1). Los indicadores de resultados para el sistema de cultivo reflejan el resultado de ejecutar las 4C, pero además son influidos por otros aspectos del manejo del cultivo. La evaluación del resultado de las prácticas de manejo de la fertilización, por lo tanto, no puede ser independiente de la de las prácticas de producción de cultivos en general.

Caja 1: Integrando los objetivos de Sustentabilidad y Objetivos de Manejo del Sistema de Cultivos

Debido a que los nutrientes se manejan como uno de varios conjuntos de insumos dentro de los sistemas de cultivo, las metas de la sustentabilidad deben traducirse a términos que en sí mismos sean entendidos por los que manejan los sistemas de cultivo. Las mejores prácticas de manejo son las que logran esos objetivos lo más de cerca posible.

A nivel de campo, es difícil relacionar prácticas de manejo específicas de cultivo directamente con los tres pilares de la sustentabilidad. Por lo tanto, es útil visualizar los objetivos del sistema de cultivo como un vehículo que conecta con las prácticas de sustentabilidad. Los objetivos del sistema varían con la región, sector y, a veces, con el tiempo conside-

rado, y dependen de objetivos individuales, incluyendo productores, consumidores, residentes rurales, ciudadanos y otros. Sin embargo, los cuatro objetivos prácticos comunes de manejo a nivel de lote o establecimiento son: productividad, rentabilidad, durabilidad del sistema de cultivo y salud ambiental.

Las MPM de los fertilizantes caen dentro de un contexto más amplio de manejo de nutrientes, de cultivo y de establecimiento. Abarcan un subconjunto ligado a las MPM del manejo de cultivos. Para que una práctica de manejo de fertilización sea considerada “mejor”, debe armonizar, en un contexto dado, con las otras prácticas agronómicas al proveer una combinación óptima de objetivos de manejo a nivel de establecimiento. Así, el desarrollo, la evaluación y el refinamiento de las MPM a nivel de establecimiento deben considerar estos objetivos, así como la selección de indicadores que reflejan su impacto combinado en diversas escalas, desde el lote a niveles más globales.

El sistema de objetivos de manejo de sistemas del cultivo a nivel de campo o de establecimiento mencionado anteriormente puede ser definido y medido como sigue:

- **Productividad.**

Para los sistemas de cultivo, la medida primaria de productividad es el rendimiento por unidad de área y por unidad de tiempo. La calidad de la producción es parte de la medida de productividad. Ambos pueden influir la rentabilidad, con mayor volumen y valor, respectivamente. Las eficiencias múltiples pueden y deben

calcularse para evaluar la productividad con exactitud.

- **Rentabilidad.**

Se determina por la diferencia entre el valor y el costo de la producción. Su medida primaria es el margen o beneficio neto por unidad de área por unidad de tiempo. El impacto de la rentabilidad de una práctica de manejo específica se relaciona con su eficiencia económica y el aumento en valor de la producción en respuesta al costo de la práctica.

- **Durabilidad del sistema de cultivo.**

Se refiere a la influencia del tiempo en los recursos implicados. Un sistema de producción durable es uno en el cual la calidad (o la eficiencia) de los recursos usados no disminuye en el tiempo, de modo tal que la producción de un sistema de cultivo dado, no disminuya cuando no se aumenten los insumos. Un atributo importante de los sistemas de producción es que la productividad del recurso del suelo del cual dependen, puede aumentarse o disminuirse cambiando los rendimientos de los cultivos, dado que los asimilados proporcionados por la fotosíntesis contribuyen a la materia orgánica de suelo, que a su vez contribuye a muchas características del suelo que realzan o disminuyen el crecimiento de los cultivos.

- **Salud ambiental.**

Los sistemas de producción de cultivos tienen un amplio rango de efectos sobre los ecosistemas con pérdidas de materiales en el agua y en el aire. Estos impactos pueden sen-

tirse a nivel local, nacional, continental o global. Los efectos específicos pueden ser limitados o controlados por las prácticas diseñadas para optimizar la eficiencia de uso del recurso. Sin embargo, no todos los efectos se controlan al mismo nivel. La salud ambiental y la durabilidad del sistema de cultivo están interrelacionados.

Satisfaciendo los Objetivos de Sustentabilidad usando las 4Cs

La clave del marco de las “4C” es la selección de las MPMF para asegurar que la fuente correcta de nutrientes sean aplicados a la dosis correcta, y en el momento y lugar correctos para satisfacer los objetivos de sustentabilidad. Las MPMF están basadas en principios científicos e investigación aplicada. La aplicación de estos principios científicos puede diferir ampliamente dependiendo del sistema de cultivo específico (combinación de región y cultivo) y del contexto socioeconómico bajo consideración (Por Ej. Disponibilidad de equipamiento o niveles de ingreso).

Las fuentes, dosis, sincronización y la colocación de los nutrientes son interdependientes y también se ligan con el sistema de prácticas de manejo agronómicas aplicadas al sistema de cultivo. Además, los objetivos de manejo variarán según condiciones locales e individuales. Estos objetivos influenciarán perceptiblemente lo que se define como “correcto” en términos de fuente, dosis, momento, y lugar.

En la siguiente sección se discuten y es-

quematan los principios científicos utilizados en el desarrollo de las MPMF y para cada área del funcionamiento.

Principios Científicos Rectores

1) Todas las MPM de Fertilizantes

- a) Ser consistentes con los mecanismos de los procesos implicados (las disciplinas científicas de fertilidad de suelos, nutrición vegetal, física y química de suelos, hidrología, agro-meteorología, etc)
- b) Reconocer las interacciones con los otros factores del sistema de cultivo
- c) Considerar las interacciones entre fuentes de nutrientes, dosis, momento y colocación
- d) Evitar los efectos dañinos en las raíces, hojas, y plántulas
- e) Reconocer los efectos en la calidad del cultivo así como en el rendimiento.

2) Fuentes Fertilizantes

- a) Suministro de nutrientes en formas disponibles para las plantas
- b) Adecuarse a las propiedades físicas y químicas de los suelos
- c) Reconocer las interacciones entre elementos y fuentes de nutrientes
- d) Considerar la compatibilidad de las mezclas
- e) Tener en cuenta la sensibilidad de los cultivos a elementos asociados
- f) Controlar los efectos de los elementos no nutritivos.

3) Dosis de Fertilizantes

- a) Calcular el suministro de los nu-

trientes del suelo

- b) Evaluar todas las fuentes de nutrientes disponibles
- c) Estimar la demanda del cultivo
- d) Predecir la eficiencia de uso de fertilizantes
- e) Considerar la variabilidad de año a año en la demanda de nutrientes
- f) Tener en cuenta los balances de nutrientes
- g) Considerar las dosis óptimas económicas específicas

4) Momento de la fertilización

- a) Estimar la sincronización con la absorción del cultivo

Depende de la fecha de siembra, características de crecimiento del cultivo, sensibilidad a las deficiencias durante un estadio en particular del crecimiento, etc. El suministro de nutrientes debe sincronizarse con los requerimientos de nutrientes del cultivo, que típicamente sigue una curva sigmoidea (de forma de S).

- b) Evaluar la dinámica del suministro de nutrientes

La mineralización de la materia orgánica del suelo suministra una gran cantidad de algunos nutrientes, pero si las necesidades de absorción del cultivo preceden a la liberación por la mineralización, las deficiencias pueden limitar el rendimiento.

- c) Calcular la liberación de nutrientes y disponibilidad de los productos fertilizantes

La dosis de liberación y disponibilidad de los nutrientes de los fertilizantes son influidos por las condiciones meteorológicas y la humedad del suelo al momento de la aplicación, resultando en una pérdida potencial significativa de nutrientes y de ren-

dimiento si no se sincronizan con los requerimientos del cultivo.

- d) Reconocer los factores meteorológicos que influyen en las pérdidas de nutrientes
- e) Evaluar las operaciones logísticas y de campo.

5) Ubicación de los Fertilizantes

- a) Reconocer la dinámica de la rizósfera

La colocación de los fertilizantes necesita asegurar que los nutrientes sean interceptados a medida que los necesiten.

- b) Manejar la variabilidad espacial del suelo dentro del lote y entre establecimientos
- c) Ajustar las necesidades al sistema de labranza
- d) Limitar el transporte potencial de nutrientes fuera del campo.

El número de principios científicos aplicables a una situación práctica dada es considerable. Ajustarlo a un conjunto práctico de MPMF apropiados requiere el compromiso de individuos calificados en estos principios y expertos en su implementación. En distinto grado, productores y consultores necesitan información sobre las MPMF y en sus principios científicos subyacentes.

Caja 2: Consideraciones del Sistema de Cultivo

Las siguientes prácticas, pragmáticas y profesionales deben considerarse cuando se integren las MPMF y los objetivos del sistema de cultivo para alcanzar metas de sustentabilidad.

- Buscar una validación práctica

y cuantificada

- Reconocer y adaptarse al riesgo
- Definir los indicadores de resultados y puntos de referencia
- Asegurar una retroalimentación de dos vías entre niveles globales y prácticos
- Considerar los factores económicos.

Efectiva Diseminación de las MPMFs

La transferencia eficaz del conocimiento y de las tecnologías es una parte integrante, si no la más desafiante, de las MPMF. Para ser consideradas las “mejores” prácticas de manejo de los fertilizantes, deben ser identificadas, adaptadas y aceptadas por los productores para asegurar su más amplia adopción. Es importante que las prácticas recomendadas y mecanismos de transferencia se ajusten al ambiente socioeconómico y cultural de los receptores. Esta estrategia es válida para todas las categorías de productores, pero es más comprometida en el caso de los pequeños productores que practican agricultura de subsistencia.

Para lograr su adopción, las MPMF deben desarrollarse a través del diálogo con todas las partes, involucrando a productores, representantes de la industria de los fertilizantes, investigadores, extensionistas, los responsables políticos, ONG's ambientales y a otros grupos relevantes. Sin esa estrategia participativa que involucre a los representantes de los productores, las MPMF recomendadas pueden no ser aceptables ni adoptadas por las comunidades agrícolas.

Medición y Mejora Continua

Los indicadores de resultados necesitan reflejar la influencia de las MPMF en las metas de sustentabilidad. Para ser “la mejor”, una práctica de manejo debe tratar considerar más de uno, y preferiblemente los tres pilares del desarrollo sostenible.

La eficiencia de uso de nutrientes se emplea con frecuencia como el primer indicador de resultado o el más importante. Si bien hay diversas medidas de eficiencia de uso de nutrientes, cualquiera de ellas describen solo parte del rol de manejo de los fertilizantes en el resultado del sistema de cultivo. Por ejemplo, un elevado balance parcial de nutrientes de 1.0, que refleja que la remoción de N es igual a su agregado, no es ni sostenible ni deseable si el suelo está perdiendo grandes cantidades de N por la mineralización, según lo que reflejen indicadores de productividad del suelo y de pérdida de nutrientes.

La cuantificación de estos indicadores o de la definición de sistemas complementarios de indicadores está más allá del alcance de este trabajo. Hay ciertamente más indicadores para la medición de la sustentabilidad que podría describirse y desarrollarse, y la participación del interesado en este proceso es esencial. El sistema de indicadores y de términos de referencia que describe el impacto completo de las MPMF varía dependiendo de la escala de consideración, y de los intereses de las partes.

La definición de un sistema de indicadores para una condición local específica debe implicar a todos los participantes relevantes para asegurar que el sistema

elegido refleja el progreso hacia las tres metas del desarrollo sostenible. Los productores y agrónomos son algunos, pero no todos los participantes importantes cuyos intereses deben ser representados. Los esfuerzos están en curso para agregar claridad y desarrollar una guía más específica para el proceso de comprometer interesados, definir objetivos de manejo e indicadores de resultados

Conclusión

Con la puesta en práctica de las MPMF bajo el marco global de manejo de nutrientes “4C”, los productores pueden mejorar continuamente su funcionamiento y continuidad. El proceso de la ejecución práctica, consistente en combinaciones específicas de fuente, dosis, momento y lugar, deben guiarse por un fuerte sistema de bases científicas. Esos principios, cuando se consideran como parte del marco global, demuestran que el sistema más apropiado de MPMFs puede identificarse solo a nivel local, donde se conoce por completo el contexto agronómico y socioeconómico de cada práctica.

El marco global de las MPMF también demuestra la necesidad de emplear un complemento completo de indicadores convenidos colectivamente para medir con precisión las mejoras de los resultados logrados con la adopción de las prácticas recomendadas, así como para identificar las áreas de mejora continua y de fomento de la investigación.

Efecto de la fertilización nitrogenada de cebada cervecera a la espigazón y su interacción con el N inicial

Ferraris G., R. Bergh, T. Loewy, L. Ventimiglia, L. Couretot, F.H. Gutierrez Boem y P. Prystupa

Las variedades de cebada cervecera más cultivadas en nuestro país suelen presentar bajos contenidos proteicos. Para ser destinada a la industria maltera, la cebada cervecera debe tener un contenido proteico entre el 10 y el 12%. Una alternativa para aumentar el contenido de proteínas de los granos podría ser complementar las fertilizaciones nitrogenadas realizadas entre siembra y macollaje, con aplicaciones foliares durante antesis-espigazón. Esta tecnología es empleada exitosamente en la región pampeana en trigo. El objetivo de este trabajo es analizar los efectos de la fertilización nitrogenada en espigazón sobre el rendimiento y el contenido proteico de la cebada cervecera cv. Scarlett. Durante dos años se realizaron 19 experimentos a lo largo de las principales áreas de cultivo de este cereal en la región pampeana. Se utilizaron seis tratamientos que resultaron de la combinación factorial de tres niveles de fertilización nitrogenada inicial y dos de fertilización nitrogenada en espigazón. Se

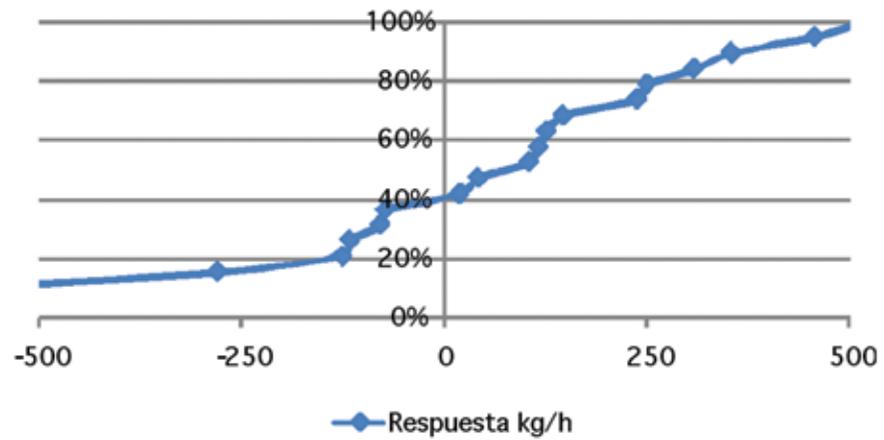
evaluó el índice de verdor durante espigazón (mediante un Minolta Spad) como predictor de la respuesta a la fertilización en este estadio. La fertilización nitrogenada en espigazón no afectó el rendimiento (excepto en un ensayo) pero incrementó significativamente el contenido proteico de los granos en 10 experimentos. Por cada kilogramo de nitrógeno aplicado el contenido proteico aumentó, en promedio, 0,0375%, un 25% más que las aplicaciones realizadas en las primeras etapas del cultivo. Las mediciones de índice de verdor no se asociaron significativamente con la respuesta del contenido proteico de los granos.

En conclusión, la fertilización nitrogenada en espigazón es una práctica que permite aumentar el contenido proteico de los granos de una manera efectiva. Las mediciones del índice de verdor mediante Minolta Spad no fueron útiles para diferenciar cuales ambientes conviene fertilizar.

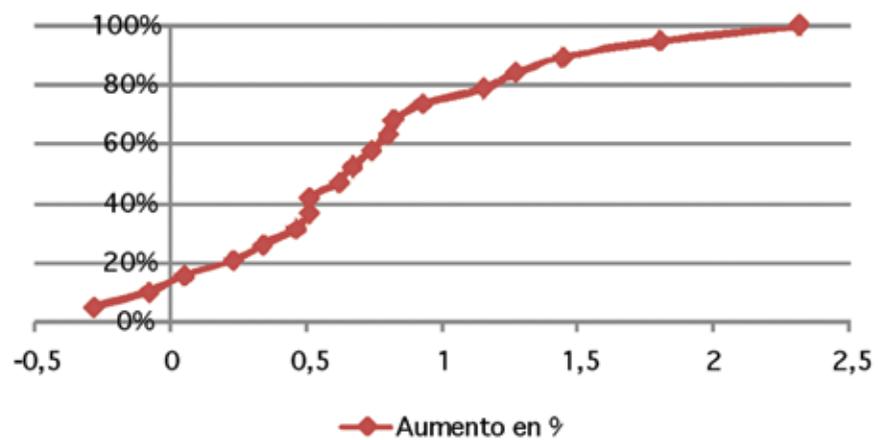


Probabilidad de respuesta de rendimiento y de contenido proteico al N en espigazón (calculado como el promedio de la diferencia entre los tres tratamientos fertilizados en espigazón y los tres no fertilizados en espigazón).

Efecto en Rendimiento



Efecto en Contenido Proteico



Fertilización nitrogenada de trigo y otros cereales de invierno

Criterios de manejo para incrementar su eficiencia.

Gustavo Ferraris

Campaña 2006/07 y 2007/08

Proyecto Regional Agrícola, CERBAN

El trigo es una especie invernal de elevado potencial de crecimiento y respuesta a la tecnología. Sus requerimientos nutricionales se cuentan dentro de los más altos de los cereales pero están por debajo de otros cultivos como soja, girasol o colza (Tabla 1). Es probable que, hasta hace poco tiempo atrás, haya sido el cultivo pampeano con mayor brecha tecnológica respecto de los rendimientos obtenidos en otros países del mundo. A esto contribuían factores ambientales (duración de la estación de crecimiento, temperaturas durante el llenado de granos, coeficiente fototermal, riesgo de fusariosis de la espiga en algunas regiones trigueras), del sistema productivo (producción en doble cultivo que privilegia el acortamiento de los ciclos y la utilización de cultivares sin requerimientos de vernalización), genéticos (germoplasma con potencial de rendimiento acotado) y de manejo (menor uso de insumos respecto de cultivos estivales). Sin embargo, buena parte de esta brecha fue superada en los últimos años, permitiendo un incremento sostenido en los rendimientos que alcanzaría su máximo nivel durante la campaña 2007/08.

Nutriente	Requerimiento kg/ton	Ind. Cosecha
N	30	0,69
P	5	0,80
K	19	0,21
Ca	3	0,14
Mg	4	0,63
S	5	0,34
B	0,025	-
Cu	0,010	0,75
Fe	0,137	-
Mn	0,070	0,36
Zn	0,052	0,44

Tabla 1: Requerimientos e índice de cosecha de nutrientes en Trigo. Fuente: Ciampitti y García, 2007. IPNI

Manejo de la fertilidad nitrogenada

El Nitrógeno (N) es el principal elemento requerido para la producción de los cereales de invierno, como es el caso del trigo. Deficiencias de este nutriente afectan el rendimiento y el contenido de proteína, haciendo que su manejo sea estratégico para la producción del cultivo. Tal vez el aspecto más dificultoso a la ho-

ra de realizar un correcto diagnóstico de fertilidad nitrogenada, es su fuerte interacción con el ambiente. La respuesta a la fertilización se relaciona en forma directa con la demanda del nutriente, la cual se incrementa al aumentar el rendimiento potencial. Por este motivo, aquellos factores que reducen la expectativa de rendimiento, reducen también la eficiencia de uso del nitrógeno (EUN) agregado por fertilización. Esto justifica que, en aquellas regiones donde el cultivo presenta frecuentes limitaciones a la productividad, como altas temperaturas, baja latitud, riesgo de fusariosis o presencia de calcáreo a poca profundidad, se utilicen bajas dosis de fertilizante nitrogenado. Por el contrario, regiones como el sudeste de Buenos Aires, bajo ambientes de suelo profundo y buena recarga del perfil, presentan EUN elevadas y suelen recibir dosis altas de N.

Por cultivarse en una estación seca como el invierno, el rendimiento de trigo guarda una relación directa con el agua disponible almacenada a la siembra del cultivo. En suelos profundos, ésta puede definirse como el agua que se encuentra entre capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez (PMP) hasta 2 m de profundidad. La relación es más acentuada en algunas regiones i.e. la región triguera norte, de mayor demanda ambiental, pero se cumple en toda las zonas de cultivo de nuestro país, como el centro de Santa Fe (Fontanetto et al., 2009), el norte de Córdoba (Martelotto et al., 2004) o el sur de Buenos Aires (Galantini et al., 2009). Entonces, la disponibilidad de agua, al condicionar el rendimiento, también lo hace con la respuesta a la fertilización nitrogenada. Variaciones en el contenido hídrico inicial han sido responsables de

grandes diferencias en los rendimientos y en la eficiencia de uso de nitrógeno en las dos últimas campañas (Figura 1).

Figura 1: Perfil hídrico inicial hasta 2m de profundidad en ensayos realizados en la localidad de Pergamino (Serie Pergamino, argiudol típico).

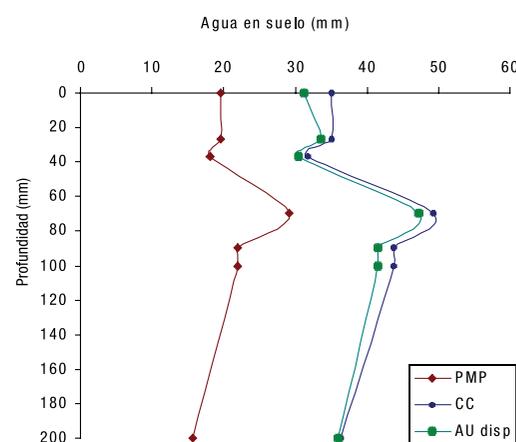


Figura 1.a Junio 2007. 300 mm agua útil

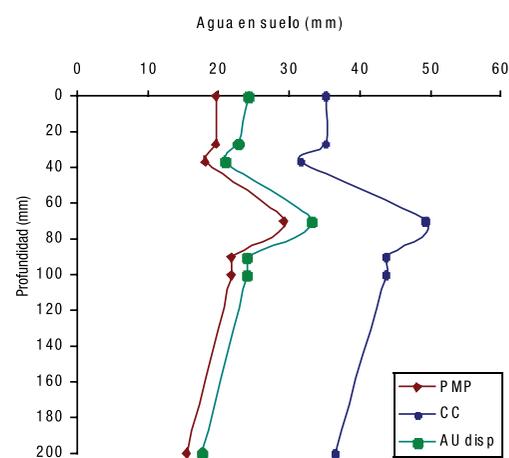


Figura 1.b Junio 2008. 70 mm agua útil

Cuando la condición hídrica es adecuada, el rendimiento de trigo se asocia a la disponibilidad de N en suelo, y su contenido inicial a la siembra ha sido utilizado como indicador de diagnóstico. Una red de 14 ensayos que abarcó el norte, centro y oeste de Buenos Aires durante los años 2006 y 2007 permitió establecer que se podría alcanzar un rendimiento igual al 95 % del máximo con alrededor de 130 kgN ha⁻¹, sumando el disponible a la siembra hasta 60 cm de profundidad, y el agregado como fertilizante (Ferraris y Mousegne, 2008) (Figura 2). Este umbral sería válido para cultivares de genética nacional y europea – tipo Baguette-, ya que si

bien estos alcanzarían rendimientos levemente superiores a igual disponibilidad de N, la función de respuesta de ambos genotipos no difiere significativamente. Este mismo esquema ha sido utilizado para realizar recomendaciones de fertilización nitrogenada en cebada, especialmente con el advenimiento de cultivares de alto rendimiento como Scarlett (Loewy et al., 2008). La menor biomasa total acumulada por este cultivo, y la tendencia de la variedad Scarlett a mantener niveles acotados de proteína en los granos, hace que los requerimientos y el umbral crítico de esta especie sean más bajo con relación al trigo (Figura 3).

Figura 2: Relación entre el Rendimiento Relativo al máximo y la disponibilidad de N (suelo 0-60 cm+ fertilizante) en trigo en el norte, centro y oeste de Nuenos Aires para: a) dos perfiles de genotipos –Baguette en Rojo, no Baguette en azul y b) toda la red. Las flechas verticales indican el nivel de N necesario para alcanzar un RR=0,95 del máximo. Ferraris y Mousegne, 2008.

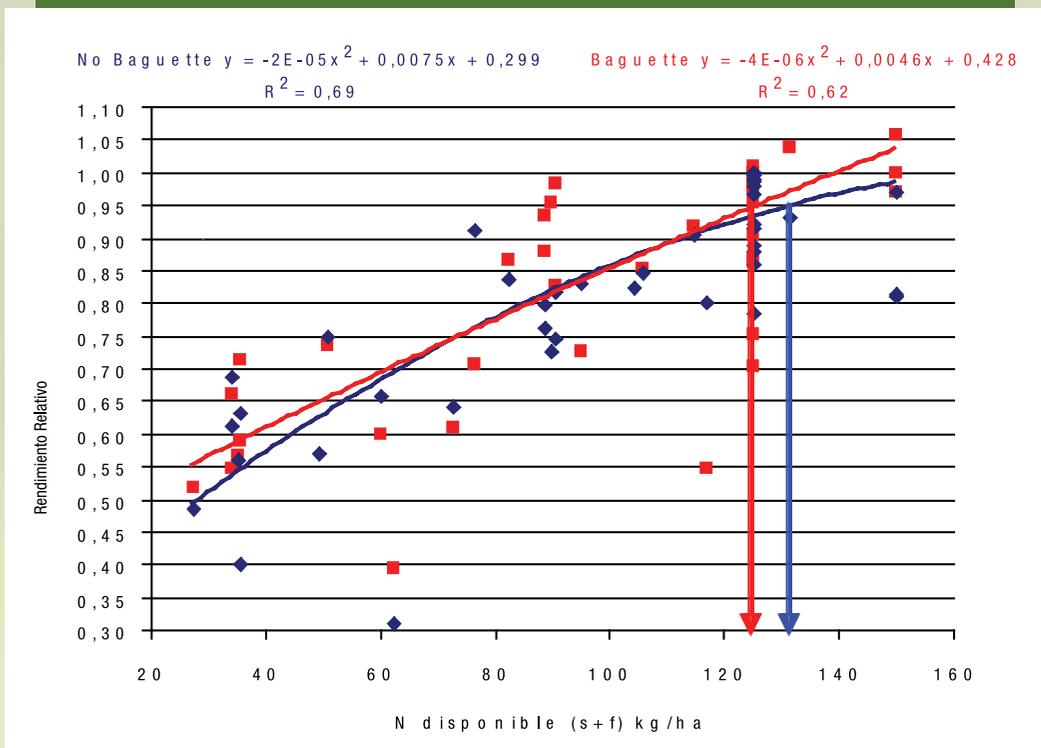


Figura 2.a

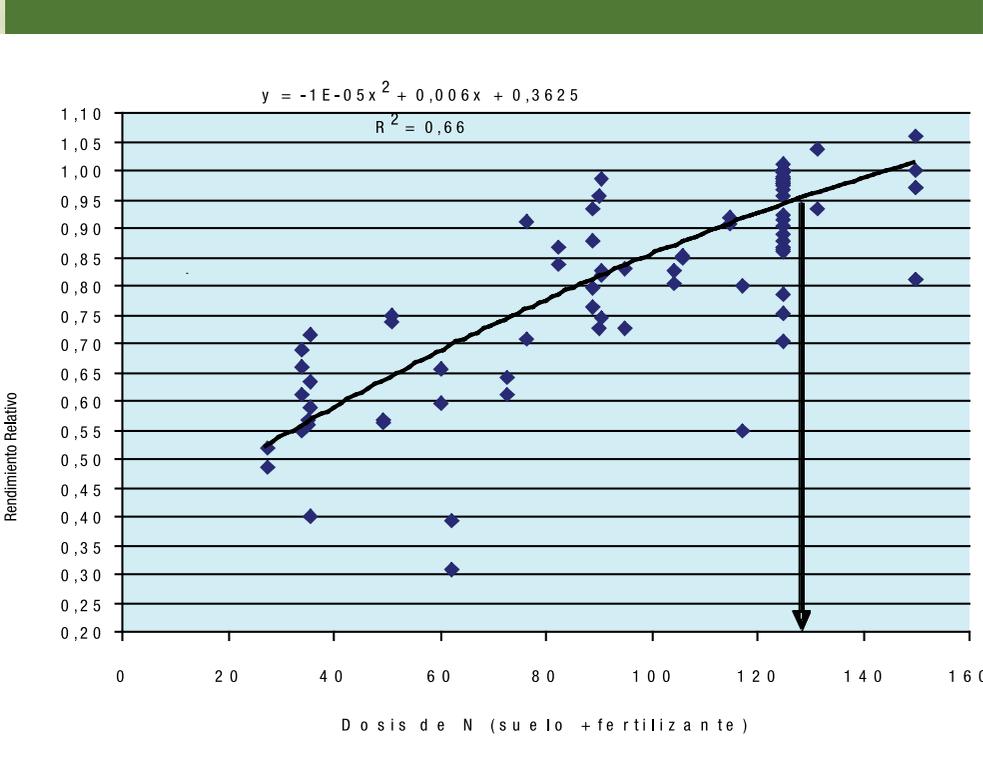
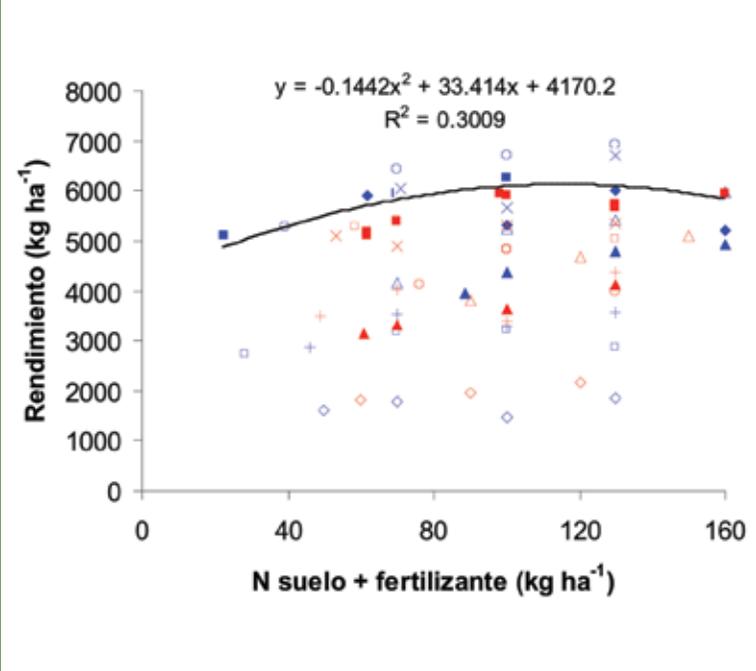


Figura 2.b

Figura 3: Rendimiento en función de la oferta de N (suelo+fertilizante, 0 - 60 cm) en cebada cervecera Cultivar Sacarlett. Los ensayos fueron realizados en el SO y NO de la provincia de Buenos Aires. La línea indica la función ajustada a los ambientes de mayor rendimiento (Puan, San Francisco Belloq, Trinidad y Bragado en el 2005 y Bragado en el 2006). Tomado de Loewy et al., 2008



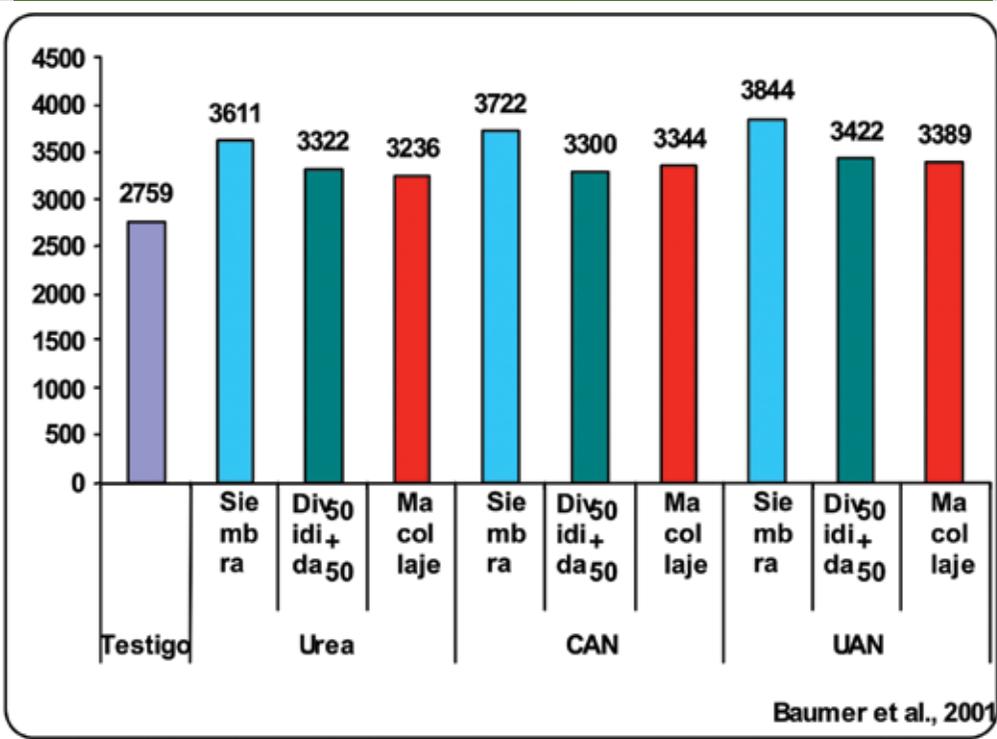


Figura 4.a

Figura 4: Rendimiento de trigo resultado de a) diferentes fuentes y momentos de aplicación de nitrógeno en Pergamino. No se registraron excesos hídricos que pudieran ocasionar pérdidas de Nitrógeno en el sitio.

Adaptado de Baumer et al., (1997).

En el centro –norte de Buenos Aires, sur de santa Fe y otras regiones ubicadas más al norte o al oeste, el diferimiento de la fertilización de la siembra al macollaje suele traer como consecuencia una disminución en los rendimientos asociado a incrementos en el porcentaje de proteína. Este comportamiento

está indicando una menor eficiencia del N aplicado en macollaje para incrementar los rendimientos, y se explica por la menor





frecuencia e intensidad de las precipitaciones que acompañan el ingreso al invierno, lo cual disminuye las posibilidades de incorporación de los fertilizantes. Este comportamiento fue observado en localidades tan distantes como Pergamino (Figura 4.a) (Baumer et al., 1997), Necochea o Tres Arroyos (Figura 4.b) (Chevallier y Toribio, 2006. b.c).

En el sudeste de Buenos Aires, la frecuente recarga otoñal de los suelos y la mayor probabilidad de excesos hídricos entre siembra y fin de macollaje determinan cierto riesgo de pérdidas de N por lixiviación, cuando es aplicado a la siembra. Por este motivo, Barbieri et al, (2008.a, b) observaron mayor eficiencia para las aplicaciones de macollaje respecto de siembra en seis de cada diez sitios, entre 2005 y 2008.

Suelos saturados de humedad o presencia de napa cercana a la superficie podrían hacer recomendable postergar la aplicación de N hacia el macollaje. Lo mismo sucedería cuando se aplica N en cobertura sobre residuos voluminosos de alta relación C/N. Esta situación suele presentarse cuando se siembran cultivares de trigo de ciclo largo sobre antecesor maíz recientemente cosechado, y no se dispone de la posibilidad de incorporar el N en el suelo. La alta relación C/N de estos residuos, inmovilizaría el N bajo formas orgánicas, volviendo a estar disponible más allá de la etapa de macollaje. Aplicaciones diferidas, cuando la relación C/N ha descendido, hacen que el nutriente permanezca en forma de nitratos, posibilitando una más rápida absorción por el cultivo invernal, resultando en mayor EUN. Este comportamiento fue observado por Chevallier y Toribio, (2006. a) en suelos con alta cobertura de residuos de maíz en Bragado.

Manejo sitio-específico de la fertilización nitrogenada:

Aún dentro de un mismo lote, la dosis óptima económica puede variar en función de la heterogeneidad natural o inducida por el manejo previo, que origina cambios en el rendimiento potencial del cultivo y en la capacidad del suelo para ofrecer N. El impacto económico de un manejo por ambientes o sitio-específico dependerá de 1. el grado de variabilidad existente en el lote, siendo deseables grandes diferencias a nivel de macroescala 2. que esta variabilidad esté acotada, y exista poca variabilidad a microescala, donde difícilmente podrá ser identificada y manejada 3. que la causa de variación pueda ser reconocida e interpretada y 4. de la capacidad para diseñar funciones de respuesta específicas para cada uno de los sitios que se propone manejar diferente.

En la Región CREA Mar y Sierras, González Montaner et al., citado por García (2008) proponen definir objetivos de N (suelo 0-60 cm + fertilizante) de 125 o 175 kg Nha⁻¹ en función de la profundidad efectiva de suelo, su contenido hídrico inicial y las precipitaciones hasta fin de septiembre. De ser necesario, se definen valores de índice verde en base a Spad y sensores remotos. En Argiudoles típicos de la zona de San Antonio de Areco, López de Sabando et al (2008) estudiaron diversas metodologías para clasificar ambientes, como mapas de rendimiento, índices verdes integrados a partir de imágenes satelitales Landsat, mapas de suelo, antecedentes de manejo proporcionados por el productor y una integración estandarizada de estas metodologías. En general, se observaron que las distintas metodologías coincidían en zonas de alta y media

productividad pero no así en las de baja. La utilización de mapas de rendimiento y la integración estandarizada de todas las herramientas aparecieron como alternativas apropiadas para discriminar ambientes en un rango amplio de niveles de productividad. Contrariamente a lo esperado, la zona de mayor EUN y a la que se recomienda la dosis más alta no siempre es la de mayor rendimiento, correspondiendo algunas veces a ambientes empobrecidos con baja materia orgánica y muy baja dotación de N inicial (López de Sabando, comunicación personal).

Consideraciones finales

La dinámica propia del nutriente determina la imposibilidad de realizar un correcto diagnóstico a partir de un único indicador de suelo o cultivo. Por el contrario, para alcanzar EUN que hagan rentable la fertilización es necesario interpretar en forma precisa la capacidad productiva del ambiente, cuantificar indicadores de la oferta actual y potencial del nutriente a lo largo del ciclo y, por último, definir estrategias de aplicación— momento — fuente — dosis fija o variable — que garanticen la máxima recuperación minimizando eventuales vías de pérdida del sistema.

Bibliografía

- * Barbieri P. A., H. E. Echeverría, y H. R. Sainz Rozas. 2008a. Nitratos en el suelo a la siembra o al macollaje como diagnóstico de la nutrición nitrogenada en trigo en el sudeste bonaerense. Actas CD XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. AACCS.
- * Barbieri P. A., H. R. Sainz Rozas, y H. E. Echeverría. 2008b. El modelo de simulación CERES Trigo como herramienta para evaluar el manejo de la fertilización nitrogenada en el sudeste bonaerense. Actas CD XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. AACCS.
- * Baumer C, Devito C, González N. 1997. Momentos de aplicación de nitrógeno en siembra directa en trigo. Rev. Tec. Agrop. 2(4): 5-7.
- * Chevallier Boutell, S., y M. Toribio. 2005.a. Ensayos de fertilización nitrogenada en Bragado (Prov. Buenos Aires). Profertil: Investigación y Desarrollo. N° 3. 4 pp.
- * Chevallier Boutell, S., y M. Toribio. 2005.b. Ensayos de fertilización nitrogenada en Bragado (Prov. Buenos Aires). Profertil: Investigación y Desarrollo. N° 3. 4 pp.
- * Chevallier Boutell, S., y M. Toribio. 2005.c. Ensayos de fertilización nitrogenada en Tres Arroyos (Prov. Buenos Aires). Profertil: Investigación y Desarrollo. N° 6. 4 pp.
- * Ciampitti I. y F. García. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios: Cereales, Oleaginosos e Industriales. Informaciones Agronómicas No. 33. Archivo Agronómico No. 11. pp. 1-4. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires.
- * Ferraris, G. y F. Mousegne (eds.). 2008. Efecto de diferentes estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad de perfiles de genotipo de trigo pan en el norte, centro y oeste de la provincia de Buenos Aires. Campaña 2006/07 y 2007/08. Trigo. Resultados de Unidades Demostrativas. Proyecto Regional Agrícola. pp 61-72.
- Fontanetto, H, O. Keller, J. Albrecht, P. Rufino, J. Borsarelli, M. Sillón, L. Belotti, C. Negro y D. Giailevra. La importancia del agua edáfica a la siembra como estimador de los rendimientos del trigo en el área central de Santa Fe. Disponible on line www.econoagro.com. Publicado 13-mar-2009.
- * García, F. 2008. Manejo nutricional del cultivo de trigo: ¿Dónde estamos y dónde vamos? En: Actas Jornadas A Todo Trigo. Mar del Plata, 8 y 9 de Mayo de 2008. FCEGAG.
- * López de Sabando, M., Diaz Zorita, M. Otegui, F. Mousegne y P. Mercuri. 2008. Zonas de manejo agrícola en Argiudoles. IV. Productividad de Trigo. En: XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. (CD Rom).
- * Loewy T., R. Bergh, G. Ferraris, L. Ventimiglia, F.H. Gutierrez Boem y P. Prystupa. 2008. Fertilización de Cebada Cervecera Cv. Scarlett: I. Efecto del Nitrógeno inicial. En: XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. (CD Rom).
- * Martelotto, E., A. Salinas, H. Salas, E. Lovera J. Giubergia, V. Capuccino, C. López, O. Signorile S. Lingua, C. Alvarez, M. Cantarero, G. Viotti. 2005 Trigo: un aporte a la sostenibilidad de los sistemas productivos. En: Trigo en Siembra directa. Revista Técnica AAPRESID. pp 5-16.
- * Villar, J. 2001. Economía del agua en el cultivo de trigo. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de Trigo. Campaña 2000. Publicación Miscelánea N° 92.

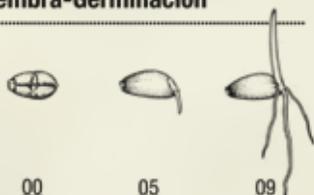
Uso del código decimal para describir el ciclo de cultivo de trigo

Fernanda G González (Dra. Ing. Agr.) CONICET-EEA INTA Pergamino

El uso de escalas que describen en forma precisa el estado en el cual se encuentra el cultivo en un determinado momento facilitan la comunicación y permiten ajustar recomendaciones de prácticas de manejo (ej. aplicación de agroquímicos). Las escalas pueden describir eventos externos apreciables a simple vista o eventos internos a nivel del ápice del crecimiento, que sólo son apreciables luego de la disección de las plantas y su observación bajo lupa. En este artículo se describe brevemente el ciclo del cultivo de trigo y los even-

tos más importantes para la generación del rendimiento en forma conjunta con la escala más utilizada: el código decimal o escala de Zadocks et al. (1974), basado en observación externa de la planta. Ésta escala está basada en 10 Estados principales, cada uno de los cuales a su vez pueden dividirse en 10 Estados secundarios, si se requiere más detalle. Para describir un lote deben realizarse muestreos de varias plantas en una transecta, siendo el estado del lote aquel que se repite con mayor frecuencia en los muestreos.

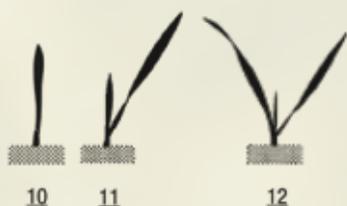
Siembra-Germinación



La semilla requiere alcanzar como mínimo entre 35 y 45% de humedad para germinar (extrusión de la radícula). La germinación puede ocurrir entre los 4 y 37 °C, pero la óptima se encuentra entre los 12 y 25 °C. La elongación del coleoptilo (regulada por la luz) permite ajustar pequeñas diferencias en profundidad de siembra.

- 0. Germinación
- 00 Semilla seca
- 01 Inicio de absorción de agua
- ..
- 05 Extrusión de la radícula (germinación)
- ..
- 09 Hoja en punta del coleoptilo

Emergencia-premacollaje



Negro: vástago principal

Comienza la aparición de hojas en el cultivo, sin observarse aún aparición de macollos. Esta etapa dura aproximadamente hasta la aparición de la cuarta hoja en el vástago principal. Con el establecimiento de las plántulas queda fijado en número de plantas/m².

- 1. Crecimiento de plántula (nº hojas expandidas)
- 10 Primera hoja a través del coleotilo
- 11 Primera hoja expandida
- 12 Dos hojas expandidas

Sólo se observan las hojas del vástago principal. Una hoja está expandida al observarse la lígula en la base de la lámina.

Macollaje

Blanco: macollos



Siguen apareciendo hojas desde un “falso tallo” (formado por la vainas de las hojas inferiores) y comienza la aparición de macollos. Generalmente el primer macollo aparece en forma conjunta con la cuarta hoja. El período de macollaje se extiende por un tiempo variable, dependiendo de la disponibilidad de recursos para crecimiento (ej. densidad de siembra, fertilización, agua). A partir del primer macollo, los siguientes aparecen cada vez que aparece una hoja (si no existen restricciones de crecimiento). El final de macollaje suele coincidir con el inicio del crecimiento o elongación del tallo (encañazon) que restringe la disponibilidad de recursos para los macollos.

1. Crecimiento de plántula
- ..
- 13 Tres hojas expandidas
- ..
- 19 Nueve o más hojas expandidas
2. Macollaje (nº macollos)
- ..
- 21 Primer macollo
- ..
- 29 Nueve o más macollos

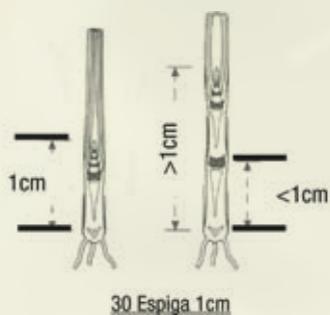
Se pueden usar dos o más estados a la vez, o sólo utilizar el estado más avanzado (en este caso el Estado 2 de macollaje)

Encañazon

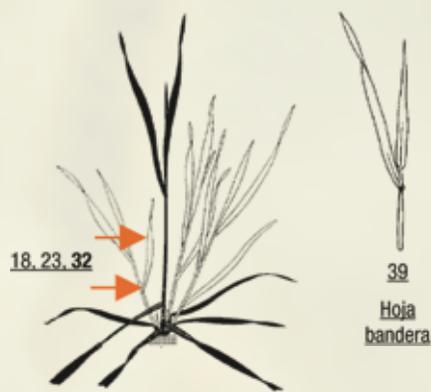


Comienza con la aparente elongación del “falso tallo” (dado por la longitud creciente de las vainas de las hojas) que coincide con el estado de espiga a 1 cm (el tallo desde la inserción de las hojas inferiores hasta el ápice de crecimiento tiene 1 cm o más). Prosigue con el crecimiento y elongación de los entrenudos verdaderos, por dentro de las vainas de las hojas.

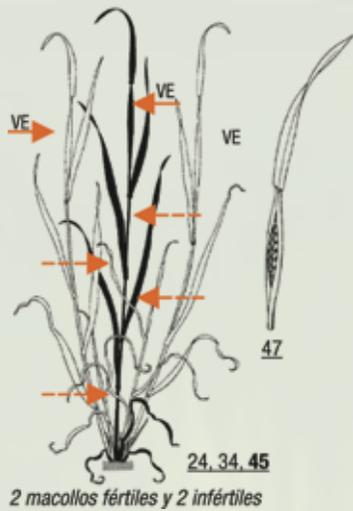
- 3 Elongación de Tallo
- 30 Falso tallo erecto/Espiga 1cm
- 31 Primer nudo detectable
- 32 Segundo nudo detectable
- 33 Tercer nudo detectable
- 34 Cuarto nudo detectable
- 35 Quinto nudo detectable
- 36 Sexto nudo detectable
- 37 Punta de hoja bandera visible
- ..
- 39 Hoja bandera expandida



Durante esta etapa se establece la tasa de crecimiento máxima del cultivo y en función de ella se determina el número de macollos que sobreviven y dan una espiga en espigazón. Durante la última fase de esta etapa se inicia el crecimiento de las espigas, comenzando un período crítico para la determinación del rendimiento (aprox. 20 días previo a antesis)



Estado de bota



Durante esta etapa siguen creciendo los últimos entrenudos y el ascenso de la espiga (que también está creciendo activamente) por dentro de la vaina de la hoja bandera produce el ensanchamiento de la misma, determinando el estado de bota o vaina engrosada. Este estado coincide con la última etapa de diferenciación de los granos de polen, siendo muy sensible a estrés hídrico y altas temperaturas. También a partir de este estado, el cultivo comienza a ser muy sensible a heladas, por lo que los estadios siguientes del mismo deberán ocurrir dentro del periodo libre de heladas.

- 4 Estado de bota
- ..
- 41 Vaina de la hoja bandera comenzando a ensancharse
- ..
- 45 Vainas notablemente ensanchadas
- ..
- 47 Vaina de la hoja bandera abriéndose
- ..
- 49 Primeras aristas visibles por encima de la vaina

Espigazón



Se elonga el último entrenudo o pedúnculo que sostiene a la espiga, produciendo su emergencia. En este momento queda establecido el número de espigas/m².

- 5 Emergencia de espiga
- ..
- 51 Primeras espiguillas visibles
- ..
- 53 ¼ espiga emergida
- ..
- 55 ½ espiga emergida
- ..
- 57 ¾ espiga emergida
- ..
- 59 Emergencia completa

Antesis



Finaliza el crecimiento de las espigas y se define el número de flores fértiles/m². Ocurre la fecundación (con la espiguilla cerrada) y posteriormente aparecen las anteras por fuera de las espiguillas.

- 6 Antesis
- ..
- 61 Comienzo de antesis
- ..
- 65 50% antesis
- ..
- 69 Antesis completa

Llenado de grano



71
3 mm largo
líquido claro
al apretar
Grano verde.



73
líquido acuoso
blanco al apretar
Grano verde.



77
Contenido húmedo
y pegajoso al apretar
Grano verde.



85
Contenido firme.
El grano revienta
dificilmente al apretar.
La impresión de la uña
al apretar desaparece
rápidamente.
Grano verde claro.



87
Contenido firme.
El grano no revienta
al apretar. La impresión
de la uña al apretar
permanece. Cercano a
madurez fisiológica.
Grano sin color verde
(rojo o blanco).

Durante la primer semana posterior a la fecundación ocurre el cuaje: activa división celular con poco crecimiento del grano. Al finalizar el mismo queda establecido el número de granos/m², finalizando el período más crítico para la generación del rendimiento (aprox. 10 días luego de la antesis). Posteriormente comienza el crecimiento del grano con la deposición de almidón y proteínas hasta alcanzar un estado de humedad cercano a 35-40%, donde finaliza el crecimiento del mismo (madurez fisiológica) definiéndose el peso de los granos.

- 7 Desarrollo lechoso del grano
- 71 Grano acuoso
- ..
- 73 Grano lechoso temprano
- ..
- 77 Grano lechoso tardío
- 8 Desarrollo pastoso del grano
- 85 Grano pastoso suave
- ..
- 87 Grano pastoso duro

Secado de grano



92
Grano seco,
no se marca al
apretar con la uña.

Una vez alcanzada la madurez fisiológica, el grano comienza su etapa de secado hasta alcanzar madurez cosecha (ca 14% de humedad)

- 9 Madurez grano
- 92 Grano maduro para cosecha



Fertilización de colza en la región central de Santa Fe

Ings. Agrs.; Ms.Sc. Sebastián Gambaudo y Hugo Fontanetto

Los suelos aptos para la agricultura de la región centro-este de la provincia de Santa Fe presentaban en su origen una alta fertilidad química, la que se fue degradando debido al uso y a las secuencias de cultivos poco conservacionistas que se utilizaron y que no contemplaron las tasas de extracción y de reposición de nutrientes de los cultivos implantados. En los últimos tres años el cultivo de colza volvió a reactivar el interés por su siembra en regiones no tradicionales de la Argentina, con el aditivo ahora de su posibilidad de uso para la fabricación de biocombustibles. Trabajos realizados por varios autores muestran a este cultivo como un gran demandante de fertilidad de suelos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta del cultivo de colza al agregado de diferentes dosis de N, P y S en tres ambientes del centro de la provincia de Santa Fe.

Se realizaron experiencias en Humboldt Rafaela y Carlos Pellegrini, de la región central de Santa Fe: los tratamientos fueron 4 dosis de N: 0, 40, 80 y 120 kg/ha de N aplicados en el momento de la siembra como Urea (46% de N) combinados con 2 dosis de S: 0 y 30 kg/ha

de S aplicados en el momento de la siembra como Yeso natural (96% de pureza), y con dos dosis de P: 0 y 30 kg de P aplicados en el momento de la siembra como Superfosfato triple (20% de P). Las dosis de fertilizantes se combinaron en un factorial incompleto con 16 tratamientos y arreglados en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. El análisis estadístico se realizó en función de la respuesta al agregado de los fertilizantes y sus interacciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta campaña, la colza se ha manifestado como un cultivo exigente en nitrógeno, presentando respuestas muy altas y con requerimientos superiores a los 100 kg/ha de N disponible para producciones superiores a los 2.000 kg/ha de granos. Los incrementos observados, promedio de los tres ensayos, fueron de 389, 681, 830 y 862 kg/ha para las dosis de 40, 80, 120 y 160 kg de N/ha. En todos los casos el agregado de S aumentó los rendimientos pero en menor magnitud que el N. Además demostró ser un cultivo más exigente en fósforo que el cereal, por lo que los valores de diagnóstico para la toma de decisión de realizar la fertilización, estarían por encima de lo considerado para el trigo.

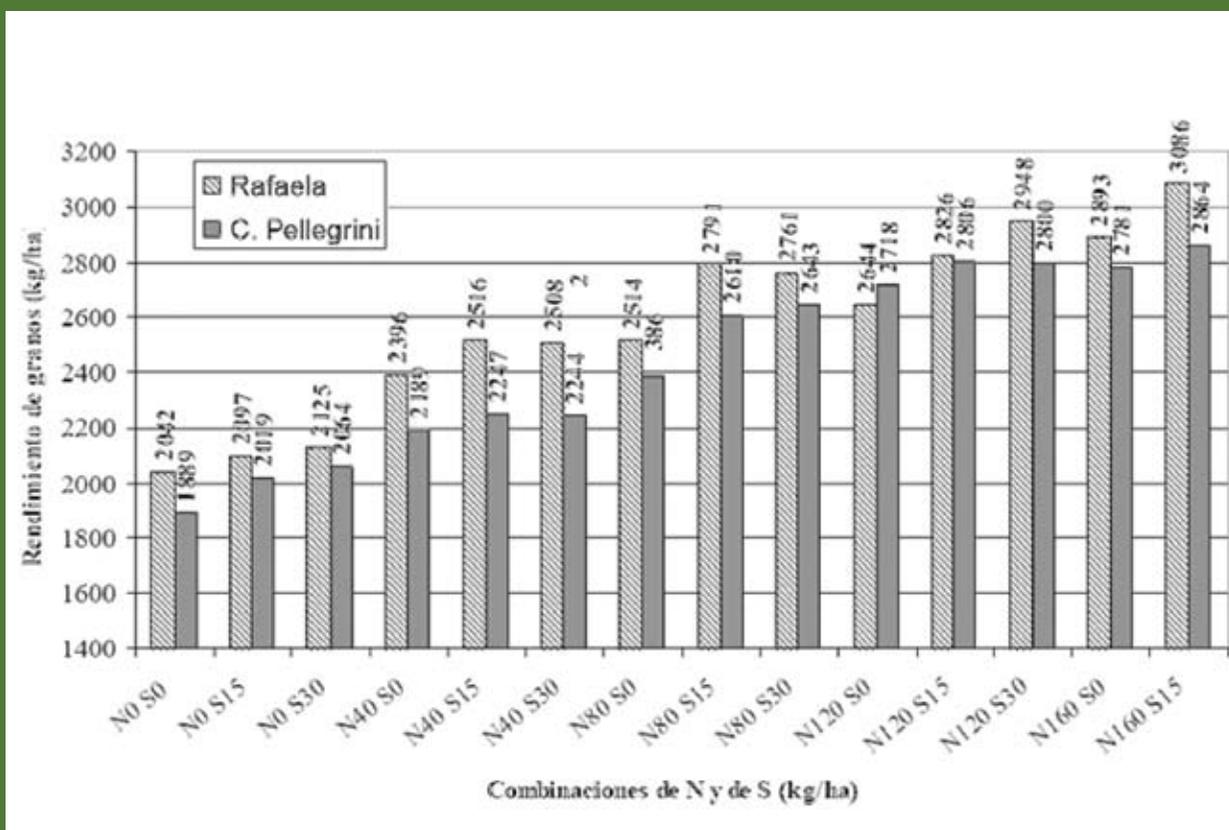


Figura 1: Rendimientos medios de colza con las diferentes dosis de N y S para los sitios Rafaela y C. Pellegrini. Campaña 2007/08.

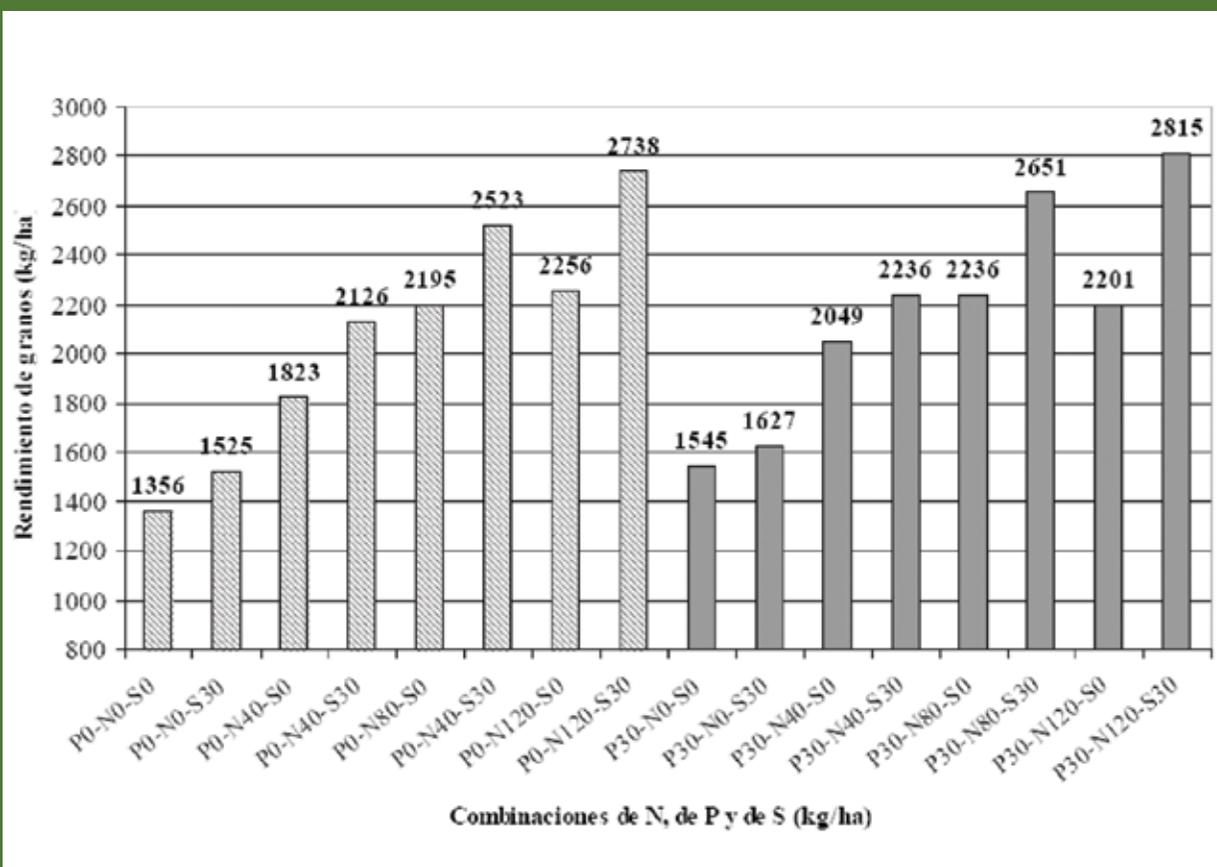


Figura 2: Rendimientos medios de colza con las diferentes dosis de P, N y S en la localidad de Humboldt. Campaña 2007/08.

Novedades & Eventos

Fuerte caída del consumo de fertilizantes en 2008

Luego de una tendencia creciente y positiva desde el año 1990, CIAFA (Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos) y Fertilizar Asociación Civil anunciaron, mediante un comunicado de prensa, que registraron un consumo de 2,5 millones de toneladas de fertilizante en 2008 vs. 3,7 millones de toneladas consumidas en 2007, lo que representa un 31% de disminución en el consumo de fertilizantes.

En referencia a los nutrientes, la cosecha de 2007/2008 extrajo 4.000.000 de toneladas de nutrientes, mientras que la reposición, por medio de los distintos productos (considerando N, P, K y S), fue de 1.700.000 toneladas. Esto significa que sólo se repuso el 42% de lo que se extrajo de los suelos.

Los números de la campaña 2008/2009 son aún más alarmantes, pues, si bien se conoce que la cosecha, y por lo tanto la extracción de nutrientes fue menor, los nutrientes repuestos a los suelos apenas se acercó a 1.160.000 toneladas.

Comisión Directiva 2009-2010

Fertilizar Asociación Civil anunció la formación de su Comisión Directiva para el ciclo 2009-2010, que quedó constituida, por elección de sus miembros en Asamblea Anual Ordinaria, por:

Presidente:
Jorge Bassi (Petrobras)

Vicepresidente:
Pablo Pusetto (Profertil S. A.)

Secretario:
Eduardo Caputo Raffo (YPF)

Prosecretario:
Camila López Colmano (Nidera S. A.)

Tesorero:
Manuel Santiago (Bunge Argentina S. A.)

Protesorero:
Marco Prenna (ACA Coop. Ltda.)

Vocal Titular:
Guillermo Pinto (ASP)

Vocal Titular:
Florencia Schneeberger (YARA)

Vocal Suplente:
Pedro Faltlhauser (Petrobras)

Vocal Suplente:
Juan Tamini (Bunge Argentina S. A.)

Revisor de Cuentas:
Francisco Llambias (Profertil S.A.)

Revisor Suplente:
Federico Daniele (ASP)

Comité Ejecutivo 2009

Guillermo Pinto/Federico Daniele -ASP

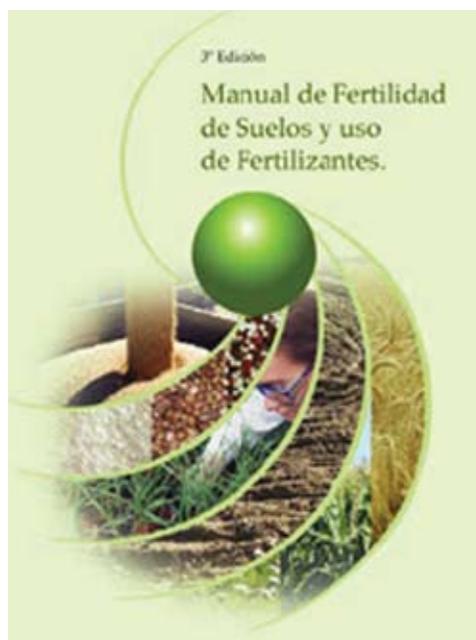
Florencia Schneeberger - YARA

Eduardo Caputo Raffo /Gisela Quaglia- YPF

Marco Prenna - ACA Coop. Ltda.

Simposio Fertilidad 2009

Un año más, Fertilizar Asociación Civil junto al IPNI Cono Sur, llevan a cabo el Simposio “Fertilidad 2009”, en el Centro de Convenciones Metropolitano de Rosario (Santa Fe), y que está dirigido a profesionales de la actividad oficial y privada y a estudiantes avanzados de Agronomía. Tiene como objetivo presentar y discutir información actualizada en el manejo de la fertilidad de suelos y fertilización de cultivos en el país



y el exterior. Las presentaciones estarán a cargo de distinguidos profesionales nacionales de INTA, Universidad de Buenos Aires, AAPRESID, Fertilizar AC, IPNI y actividad privada; y extranjeros de IPNI Brasil y EE.UU., y la Universidad de Illinois (EE.UU.).

Publicaciones FERTILIZAR

Manual de Fertilidad de Suelos y uso de Fertilizantes

Fertilizar Asociación Civil pone a disposición del sector la 3ª edición del Manual de Fertilidad de Suelos y uso de Fertilizantes autoría del Dr. Néstor A. Darwich, quien obtuvo su Maestría y Doctorado en Fertilidad de Suelos y Producción de Cultivos en la Universidad del Estado de Iowa, y actualmente es consultor de empresas agropecuarias en Fertilidad de Suelos, Uso de Fertilizantes y Producción de Cultivos.

En esta edición se presenta una cuidadosa revisión de los capítulos que conformaban la anterior, con ampliaciones y modificaciones y la inclusión de nuevos capítulos referidos a la Fertilización de Cultivos Anuales (Trigo, Maíz, Soja y Girasol) con el agregado de un subcapítulo dedicado a la fertilización de la Caña de Azúcar, y también se suma un capítulo sobre el Manejo de Fertilización para una Agricultura Sustentable.

Para solicitar un ejemplar del Manual, cuyo costo es de \$ 75 + gastos de envío, ingresar a www.fertilizar.org.ar o escribir a msancia@fertilizar.org.ar.

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