



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 5 - Octubre 2006



Entrevista:
Fernando Salvagiotti

**Criterios de fertilización
fosfatada en sistemas de
agricultura continua**

**Fertilización de maíz
en el Corn Belt**

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO II - Nº 5 - OCTUBRE 2006

Entrevista:
Fernando Salvagiotti

04



Información Técnica

Criterios de fertilización
fosfatada en sistemas
de agricultura continua
con maíz y soja en el
cinturón del maíz

Antonio P. Mallarino

10



Fertilización de
maíz en el Corn Belt
¿Es tan diferente de lo
que hacemos aquí?

Ricardo Melgar

21



Novedades & Eventos

32



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Alejandro Enrique Vollert

Vicepresidente
Jorge Bassi

Secretario
Sebastián Marcos Grondona

Prosecretario
Juan Luis Tamini Elicegui

Tesorero
Manuel Santiago Zardain

Protesorero
Marco Eugenio Prenna

Vocales Titulares
Claudio Horacio Martínez
Julián José Carneiro
Francisco Llambías

Vocales Suplentes
Miembro Vacante
Camila López Colmano

**Comisión Revisora
de Cuentas**

Miembro Titular
Pablo Omar Pussetto

Miembro Suplente
Julio Gastón Nogués

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

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

Asesor en Contenidos Técnicos
Dr. Ricardo Melgar

ISBN en trámite

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

Nos complace acercarles esta nueva edición con artículos técnicos de especialistas internacionales como el Dr. Antonio P. Mallarino, quien nos mostrará los criterios utilizados en fertilización fosfatada en sistemas de agricultura continua, lo que nos permitirá comparar criterios de aplicación de las dosis de máximo rendimiento entre Argentina y los diferentes estados del cordón mainero de EE. UU.

También podremos evaluar, a través de una nota del Dr. Ricardo Melgar, cómo estamos haciendo las cosas en materia de fertilización respecto de los Estados Unidos a partir de su reciente estadía en diferentes universidades del medio americano.

Además, les seguimos presentando a los investigadores que contribuyen a que en nuestro país la información técnica se renueve constantemente. Esta vez el Ing. Fernando Salvaggiotti del INTA Oliveros nos contará su experiencia en el doctorado de la Universidad de Nebraska junto con el científico Achim Doberma, abarcando temas como desarrollo de modelos de simulación en maíz y soja, secuestro de carbono, dinámica de los nutrientes en los sistemas de producción, potencial de rendimiento de los cultivos y sistemas de producción.

Otro de los temas de esta edición, son los talleres de capacitación a profesionales que organizamos en las ciudades de Coronel Suárez, Canals y Río IV, cumpliendo con nuestros objetivos de difusión y promoción continuas. Se desarrollaron bajo la modalidad de método de caso, que permitió un rico intercambio de criterios entre los técnicos y asesores asistentes y que a su vez, contribuyó al éxito de estas jornadas, demostrado a través del alto grado de satisfacción de quienes participaron.

Tenemos muchas más novedades para compartir. La primera es que Fertilizar ha renovado el convenio de investigación con el INTA para la etapa 2006 - 2007, continuando con los ensayos de larga duración en las siguientes áreas: fósforo en girasol; nitrógeno y azufre en cebada; y evaluación de formas aplicación en soja. Los mismos involucrarán a más de 20 investigadores de la órbita estatal y serán una herramienta de trabajo clave para la producción.

Otra de las noticias es que estamos implementando un plan de asistencia técnica con el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Prov. de Bs. As, mediante el cual Fertilizar Asoc. Civil tendrá a cargo la capacitación del grupo de asesores que intervienen en el Plan Forrajero del Programa Impulso ganadero, cuyo objetivo es incrementar el número de terneros en la Cuenca del Salado, y más específicamente, en el área forrajes, la implantación de 20.000 has de pasturas con fertilización. Todo un desafío para esa zona, que actualmente se encuentra con bajos niveles de nutrientes en sus suelos.

Además, en Fertilizar seguimos invirtiendo esfuerzos en conocer y divulgar información del mercado de fertilizantes, por lo cual se continuará con el monitoreo de las formas y cantidades de aplicación de fertilizantes en la Pampa Húmeda con algunos datos diferenciales como ser la forma en que el productor hace los análisis de suelo y cómo valora esa información. Pero con un agregado importante: estaremos realizando una encuesta específica sobre fertilización en pasturas.

Esperando que este ejemplar les sirva como herramienta de gestión para fertilizar y producir más eficientemente, saludamos a todos nuestros lectores.

Enzo G. Cástino
Gte. Ejecutivo Fertilizar Asoc. Civil

Entrevista: Fernando

¿Cómo fue tu formación profesional?

Soy Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Nacional de Córdoba en 1996, lugar donde nació. Además de los requerimientos formales para la obtención del título de grado estuve trabajando durante 4 años en la cátedra de genética como ayudante alumno y específicamente en el grupo de investigación de mejoramiento vegetal en trigo. Participé de numerosos congresos nacionales e internacionales y mi tesis final de grado fue sobre selección recurrente en trigo.

En 1997 entré en el INTA Oliveros, en el grupo de trabajo de Manejo de cultivos, como becario de iniciación. En 2001 entré a la planta transitoria y desde 2004 estoy en la planta permanente de la institución donde me dedico a la investigación en el área de la nutrición vegetal y la fertilidad de suelos. En 2000 comencé mi maestría en la UBA, bajo la dirección de Daniel Miralles, haciendo mi trabajo de tesis en el INTA. Recibí el master en 2004, y mi tesis fue el estudio de los efectos del nitrógeno y el azufre sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo de trigo.

Actualmente estoy en USA, haciendo el doctorado bajo la dirección del doctor Achim Dobermann, estudiando la fijación biológica de nitrógeno en sojas de alto rendimiento.

¿Por qué elegiste estudiar en los EE.UU., y específicamente en Nebraska y con Achim Doberman?

Elegí estudiar en los EE.UU. por varios motivos. En primer lugar, es importante

para un investigador tener una visión amplia de los problemas que aborda, y la interacción genuina que implica el trabajo y discusión día a día con los integrantes de otro grupo de trabajo en la temática en que uno está involucrado, en mi caso el manejo de los cultivos y la fertilidad de suelos. En segundo lugar, los sistemas productivos de los EE.UU. tienen muchas similitudes con los de la Argentina, por lo que la generación de conocimientos que uno pueda realizar acá puede servir para su posterior desarrollo en nuestro país. Por último, existe la posibilidad de trabajar con equipamiento de última tecnología para poder poner a prueba las hipótesis de trabajo.

El grupo que elegí para trabajar con el objetivo del lograr mi doctorado, donde Achim Dobermann es mi consejero principal, está compuesto por investigadores líderes en sus temas y que han desarrollado un marco de trabajo integrador en el manejo de los cultivos y suelos. Participan de diferentes proyectos: desarrollo de modelos de simulación en maíz y soja, secuestro de carbono, dinámica de los nutrientes en los sistemas de producción, potencial de rendimiento de los cultivos y sistemas de producción.

¿Cómo ves que podrías investigar a tu vuelta y en qué áreas de trabajo pensás que tendrías mayor potencial?

Yo pienso que el área de nutrición de cultivos y fertilidad de suelos deberá ser abordada desde un punto de vista más amplio, evaluando no sólo los procesos

Salvagiotti

que ocurren en el suelo, sino también aquellos que determinan el rendimiento de los cultivos y el potencial de éstos, y el aporte de cada cultivo a la fertilidad de todo el sistema de producción. La investigación debería estar dirigida a poder entender los procesos de los sistemas de producción más allá de lo que ocurre en cada cultivo. Definir la potencialidad de producción de los cultivos en nuestras condiciones y evaluar el riesgo que implica lograrlo es de cabal importancia para el manejo sustentable de los sistemas de producción. La predicción del comportamiento de los cultivos usando modelos de simulación juega un papel importante al respecto.

¿Cuáles fueron tus ámbitos de investigación y cómo ves que serán los que vienen a tu regreso?

Los ámbitos de investigación estuvieron centrados en el manejo nutricional y la fertilización de los cultivos, y siempre estuve integrado con investigadores de otras áreas. Veo que es cada vez es más importante la interacción entre grupos de diferentes áreas de trabajo para poder investigar y entender los procesos que ocurren en los distintos sistemas de producción.

¿Cuáles fueron tus logros más importantes y qué asuntos pendientes o no resueltos que representen todavía un desafío vas a encarar?

El grupo de trabajo del INTA en la región del sur de Santa Fe al cual pertenezco, compuesto por investigadores y extensionistas, ha desarrollado en



la última década herramientas básicas para el manejo nutricional de los cultivos. La definición de umbrales de respuesta a la fertilización con nitrógeno en distintos ambientes en maíz y trigo, la identificación de la respuesta a la fertilización fósforo y azufre, el estudio de



la residualidad de estos nutrientes en la secuencia de cultivos, el uso de modelos de simulación para el manejo de la fertilización de los cultivos han sido puntos importantes y de alto impacto en la producción. De todas maneras, existen temas que necesitan ser resueltos para comprender la respuesta de los cultivos y del sistema a la fertilización; como, por ejemplo, la potencialidad de rendimiento de los diferentes ambiente, el tiempo de la residualidad de nutrientes de baja movilidad, la potencial limitante de otros nutrientes, entre otros.

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

Actualmente en diferentes regiones de nuestro país se han podido desarrollar herramientas para el manejo de la fertilización que hace 10 años no existían, y que son la base para el manejo de la nutrición de los cultivos (umbrales de respuesta en fósforo y nitrógeno en distintas regiones, caracterización de los ambientes que responden a



la fertilización con azufre, por ejemplo). La transferencia de esos conocimientos es aún una tarea que se está desarrollando. Es importante destacar que la tecnología es “absorbida” por los diferentes actores del proceso productivo de diferente manera. La transferencia está basada en una interacción con la educación y la investigación. Es importante que el investigador tenga una visión que sea capaz de ver los potenciales problemas que puedan surgir en los sistemas de producción. Muchas veces esto no tiene un alcance de corto

plazo (es decir, información que pueda ser transferida rápidamente), pero que podrá responder a problemas futuros.

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

La transferencia de los conocimientos es un proceso muy complejo, que depende no sólo de quién genera la información sino



también de la necesidad de adquirir conocimientos por parte del receptor. Yo creo que el INTA tiene una posición estratégica en ese sentido, ya que está presente en las diferentes regiones productivas de nuestro país. Sin embargo, su sola presencia no es determinante para que la transferencia sea exitosa, sino que para lograrlo es importante la articulación que el INTA pueda realizar con otras instituciones o asociaciones involucradas en el proceso productivo para poder llegar con éxito al medio.

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

El marco conceptual del manejo de los nutrientes y la fertilización de los cultivos es el mismo. Uno tiene que adaptar ese marco a cada región en particular, identificando los procesos claves que limiten la producción. Mi trabajo se ha basado en el trabajo en campos de productores en los cuales se adquieren los conocimientos y luego son transferidos. Al interactuar en otras regiones, uno recoge la información local generada en cada región y transfiere los conocimientos siguiendo el marco conceptual. Uno de los desafíos en nuestro país es poder incrementar la información en la nuevas regiones agrícolas.

¿Cuál es tu visión sobre la situación de los suelos y cultivos de tu región de competencia, a la luz de lo que se ve en Nebraska?

Nebraska está ubicada en el centro oeste de los EE.UU., en una región de transición de precipitaciones (las precipitaciones anuales disminuyen drásticamente hacia el oeste). Esta situación ha llevado a Nebraska a ser el Estado con mayor superficie de riego de los EE.UU., basada en un extenso acuífero con agua de buena calidad. Los suelos de acá son similares a los que podríamos encontrar en la región pampeana (Argiudoles y Hapludoles). La diferencia está en que los sistemas de producción se basan en maíz en rotación con soja, pero con una gran superficie de monocultivo de maíz (en la región pampeana ocurre lo opuesto: sistemas basados en soja que a veces



¿Cómo es tu interacción con los productores? ¿Pensás que tienen buena comunicación? Es decir, ¿pensás que hay conciencia entre los productores sobre los problemas que investigás?

Yo creo que hay conciencia, en la medida que se ven los resultados en el campo y que esos resultados se vean “en el bolsillo”. Sin embargo, hay muchos problemas que pueden existir y afectar los sistemas de producción en el futuro, a los que no se les presta demasiada atención, o no son fácilmente perceptibles (contaminación, problemas físicos del suelo).



se rota con maíz o la inclusión del doble cultivo trigo/soja). Además, en esta área la siembra directa no tiene la misma expansión que en la Argentina.

El problema del monocultivo de maíz estaría dado por la presencia de plagas, y no por el cultivo en sí, ya que el aporte de materia orgánica es alto. En nuestro país el monocultivo de soja hace un retorno de carbono al suelo bajo, lo que hace más limitante a este monocultivo. La inclusión del maíz como el principal cultivo ha llevado a una mayor fertilización con nitrógeno del sistema por lo que los valores de nitratos a la siembra de los cultivos sea relativamente un poco más alta, y el problema de contaminación de napas, mayor. De todos modos, la eficiencia en el uso del nitrógeno es baja, debido a que la fertilización se hace en su mayoría en el otoño, antes de las nevadas, para mejorar la operatividad de la siembra del maíz. Los suelos tienen contenido de fósforo medio a alto, diferente a lo que ocurre en los suelos de la región pampeana donde, como es sabido, los niveles de este nutriente están en medio o bajo. La respuesta a azufre no es común (sólo en los sitios de suelos más sueltos se ha observado respuesta), pero tienen aporte de este nutriente a través del agua de riego. Por otra parte, hay problemas particulares -en ciertas zonas- de pH, que hace a la inmovilización de algunos nutrientes (por ejemplo, Fe). En esta parte de los EE.UU. no hay una deficiencia grande de potasio como sí ocurre en Estados de más al este.

Los suelos de la región pampeana tienen en comparación menor contenido de fósforo, menores aportes de materia

orgánica y una mayor susceptibilidad a la compactación, ya que en nuestro país no hay congelamiento del suelo, que permite romper las capas endurecidas del suelo.

¿En qué difieren los productores estadounidenses de los nuestros y qué rol le toca a la investigación para la reconstrucción de la fertilidad química de los suelos?

Comparando los sistemas de producción de los EE.UU. con los de Argentina, uno observa la mayor eficiencia en el uso de los insumos en el productor argentino. Todo esto, llevado por una coyuntura económica en la cual el productor maximiza su retorno económico. Los diferentes escenarios económicos y las relaciones insumos/producto, determinarán la mayor o menor adopción de tecnología.

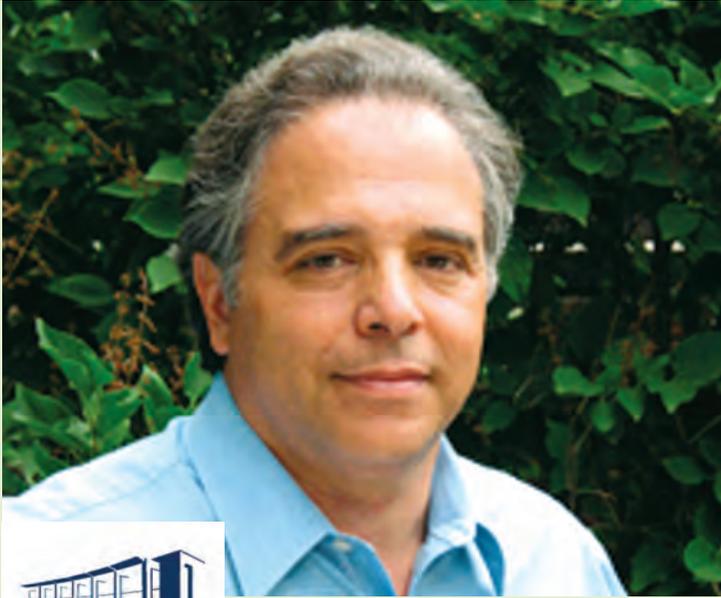
Creo que en nuestro país, específicamente en la región pampeana, debemos reconstruir la fertilidad química de nuestros suelos, haciendo los análisis económicos de la fertilización en el largo plazo; incluir en esa reconstrucción no sólo los aspectos químicos, sino evaluar los aspectos físicos del suelo.

Por otra parte, la investigación es una pieza clave en el desarrollo del conocimiento. El mayor conocimiento de los procesos de nuestros sistemas de producción nos dará la posibilidad de manejar con mayor eficiencia los recursos e insumos que utilizamos.

Muchas gracias y te deseamos mucha suerte en tu estadía de estudios.

Criterios de fertilización en sistemas de agricultura continua con

Antonio P. Mallarino, Departamento de Agronomía, Iowa State University - apmallar@iastate.edu



Introducción

La investigación ha dedicado grandes esfuerzos al estudio del manejo de fósforo (P) y potasio (K) para cultivos en el cinturón maicero de los Estados Unidos desde la introducción del maíz híbrido en la década del 50 y la expansión de la soja a fines de década del 60. Sin embargo, el enfoque de la investigación y los problemas a resolver han cambiado recientemente porque las condiciones de la producción han cambiado. Uno de los cambios es que la mayoría de los campos (especialmente de los buenos productores), ya tiene niveles de P y K óptimos o mayores. Los objetivos prioritarios de la investigación y la extensión agrícola en estas condiciones, son diferentes a las condiciones donde predominan deficiencias. El trabajo se enfoca especialmente en encontrar y difundir métodos eficientes de fertilización para mantener niveles óptimos de fertilidad y productividad. Otro cambio importante se relaciona con la introducción o adopción en gran escala de nuevas tecnologías. Una

de ellas es la expansión de sistemas de laboreo conservacionista. Otra tecnología involucra las técnicas de agricultura de precisión, las cuales están cambiando profundamente los sistemas de muestreo de suelo y de aplicación de fertilizante. Es posible que prácticas de fertilización recomendadas para sistemas convencionales no sean apropiadas cuando se usa alguna de estas nuevas tecnologías.

El objetivo de esta presentación es discutir conceptos actuales de manejo de fertilidad y resultados de investigación para P para la producción de maíz y soja en la zona húmeda del cinturón del maíz, especialmente en Iowa. La discusión enfoca prácticas de manejo recomendadas, prácticas usadas por los productores y las razones para su uso. Un análisis objetivo de estas prácticas y los conceptos en que se basan puede ser útil para productores y técnicos de otras regiones. Sin embargo, el material presentado debe interpretarse críticamente ya que prácticas y filosofías adecuadas para el cinturón del maíz de los EE.UU. no deben extrapolarse directamente a otras regiones.

Clima, suelo y prácticas comunes de fertilización

La interpretación correcta de conceptos y resultados de investigación requiere conocer, aunque sea en una forma general, el clima, los suelos y las prácticas de manejo de cultivos de la región. El clima es continental húmedo y los suelos son especialmente apropiados para la producción de maíz y soja en el cinturón maicero. En Iowa, caen aproximadamente 750 a 1100 mm de lluvia (disminuye de este a oeste), y se

* Trabajo presentado en el simposio "Impacto de la intensificación agrícola en el recurso suelo" 6 y 7 de octubre del 2005, Colonia, Uruguay. Organizado por SUCS y AACS. también presentado en el "V simposio de Nutrición Vegetal en SD" del 8 al 11 de Agosto 2006, organizado conjuntamente por AAPRESID, INPOFOS Y FERTILIZAR ASOC. CIVIL

fosfatada

maíz y soja en el cinturón del maíz*

distribuyen en forma bastante uniforme de primavera a otoño. Hay muy poca precipitación en forma de nieve durante el invierno. El riego se justifica económicamente en la zona oeste de la región y en pequeñas áreas aisladas con suelos arenosos. La alta capacidad de los suelos de acumular agua, la gran profundidad de arraigamiento y las lluvias, evitan deficiencias hídricas frecuentes a pesar de la alta evapotranspiración durante el verano. La cubierta de nieve y los suelos congelados, hacen imposible el laboreo o el crecimiento vegetal desde diciembre hasta fines de marzo. El maíz y la soja se siembran desde mediados de abril a mediados de mayo. La estación de crecimiento no permite el doble cultivo. A la siembra, los suelos normalmente están húmedos y con suficiente acumulación de agua debido al derretimiento de la nieve y las lluvias tempranas.

La mayoría de los suelos de la región (Iowa, el sur Minnesota, Illinois y el este de Nebraska), son poco evolucionados siendo en general Molisoles (Udoles), aunque hay algunos Alfisoles (Udalfes). Típicamente, los primeros 20-30 cm de las series dominantes tienen de 3 a 6% de materia orgánica, 20 a 30% de arcilla (con predominancia de illita), pH entre 5,8 y 7; y no hay horizontes subsuperficiales con alto contenido de arcilla o impermeables. El material formador del suelo es loes o loes retransportado por glaciares de distintas edades, tienen textura franca o franco-limosa que permite buen arraigamiento. La mayoría de los campos ubicados en zonas bajas y planas tienen sistemas de drenaje subsuperficial para aliviar excesos de agua. Casi todos los suelos eran originariamente muy deficientes en P, pero la fertilización durante muchos años ha subido los niveles en muchos suelos a valores óptimos o altos. Las aplicaciones

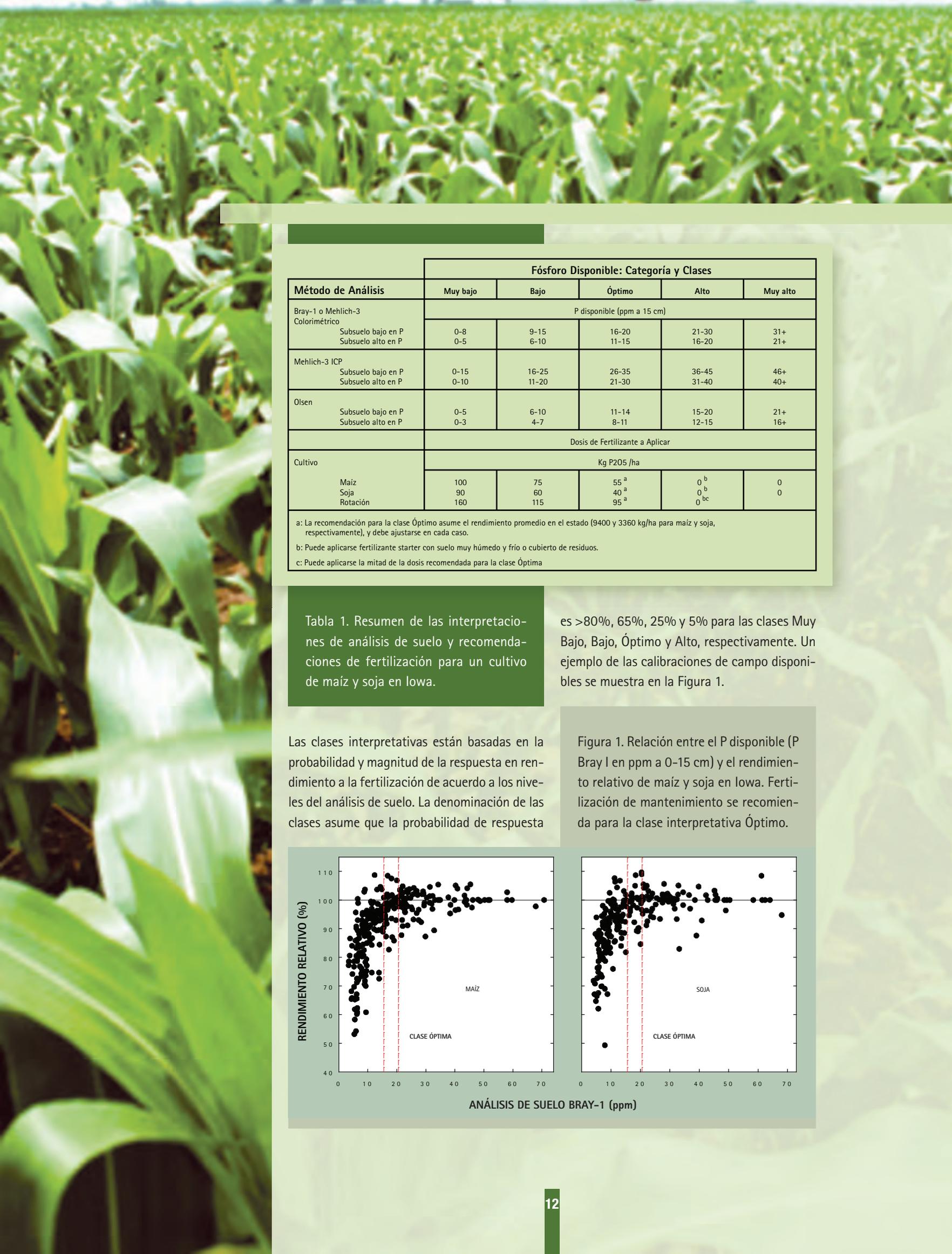
de fertilizante en general se hacen al voleo en otoño inmediatamente después de la cosecha, antes de que nieve o se congele el suelo. La aplicación de fertilizante granulado con la sembradora prácticamente no se usa y pocos productores aplican fertilizante starter líquido al momento de la siembra. La fertilización con tanta anterioridad a la siembra se debe a varias razones, pero especialmente a que los productores tienen tiempo para hacerlo en esta época y en primavera los suelos están muy húmedos casi hasta la fecha de siembra.

Interpretación del análisis de suelo y recomendaciones de fertilización

Los productores del cinturón maicero no tienen dudas acerca de la utilidad del análisis de suelo para P y K. Unos 15 laboratorios privados y un laboratorio estatal, analizan 150.000 a 200.000 muestras de suelo por año en Iowa, que tiene sólo una superficie total de 145.000 km². Existen calibraciones para varios análisis de suelo de P y K y para varios cultivos, las que son apoyadas por muchos años de investigación que aún hoy continúa. La Tabla 1 muestra como ejemplo las interpretaciones de análisis de suelo para P y las recomendaciones de fertilización para maíz y soja de Iowa. Calibraciones y recomendaciones similares se usan para K, las que no se discutirán en este artículo.

Algunos aspectos de las recomendaciones que se resumen en la Tabla 1 y que son interesantes para discutir incluyen el significado o razones para las clases interpretativas, la clasificación para diferente contenido de P en el subsuelo, la nota respecto al nivel de rendimiento asumido y la recomendación para la rotación; así como la base para definir las dosis recomendadas.





		Fósforo Disponible: Categoría y Clases				
Método de Análisis		Muy bajo	Bajo	Óptimo	Alto	Muy alto
Bray-1 o Mehlich-3 Colorimétrico		P disponible (ppm a 15 cm)				
	Subsuelo bajo en P Subsuelo alto en P	0-8 0-5	9-15 6-10	16-20 11-15	21-30 16-20	31+ 21+
Mehlich-3 ICP	Subsuelo bajo en P Subsuelo alto en P	0-15 0-10	16-25 11-20	26-35 21-30	36-45 31-40	46+ 40+
	Olsen					
	Subsuelo bajo en P Subsuelo alto en P	0-5 0-3	6-10 4-7	11-14 8-11	15-20 12-15	21+ 16+
		Dosis de Fertilizante a Aplicar				
Cultivo		Kg P2O5 /ha				
	Maíz	100	75	55 ^a	0 ^b	0
	Soja	90	60	40 ^a	0 ^b	0
	Rotación	160	115	95 ^a	0 ^{bc}	0

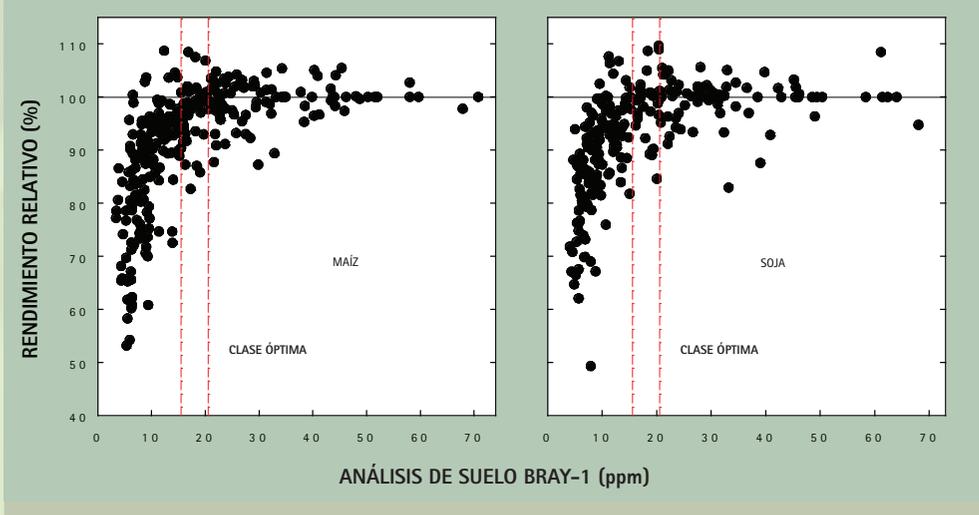
a: La recomendación para la clase Óptimo asume el rendimiento promedio en el estado (9400 y 3360 kg/ha para maíz y soja, respectivamente), y debe ajustarse en cada caso.
b: Puede aplicarse fertilizante starter con suelo muy húmedo y frío o cubierto de residuos.
c: Puede aplicarse la mitad de la dosis recomendada para la clase Óptima

Tabla 1. Resumen de las interpretaciones de análisis de suelo y recomendaciones de fertilización para un cultivo de maíz y soja en lowa.

es >80%, 65%, 25% y 5% para las clases Muy Bajo, Bajo, Óptimo y Alto, respectivamente. Un ejemplo de las calibraciones de campo disponibles se muestra en la Figura 1.

Las clases interpretativas están basadas en la probabilidad y magnitud de la respuesta en rendimiento a la fertilización de acuerdo a los niveles del análisis de suelo. La denominación de las clases asume que la probabilidad de respuesta

Figura 1. Relación entre el P disponible (P Bray I en ppm a 0-15 cm) y el rendimiento relativo de maíz y soja en lowa. Fertilización de mantenimiento se recomienda para la clase interpretativa Óptimo.



Las clases son diferentes de acuerdo al nivel de P del subsuelo. Datos de campo sugieren que en muchas condiciones se necesita menos cantidad de P o K en los primeros cm del suelo cuando el subsuelo (de 70 a 100 cm de profundidad) tiene naturalmente niveles altos de esos nutrientes. Los resultados de muchos ensayos de calibración publicados y otros en curso demuestran que las recomendaciones actuales son conservadoras en el sentido de mantener el nivel Óptimo porque la probabilidad de respuesta es muy baja. Análisis económicos de retornos netos a la fertilización en el corto plazo (datos no mostrados) a partir de los datos en la Figura 1, muestran que la probabilidad de respuesta económica es muy alta en las clases bajas pero prácticamente nula en la clase Óptimo. En promedio, el retorno neto a una fertilización de mantenimiento para la clase Óptimo es cero o muy pequeño.

Respecto a los otros aspectos, en pocas palabras puede decirse que la explicación radica en que el concepto fundamental para las interpretaciones y recomendaciones se basa en una combinación de los conceptos de "nivel de suficiencia" y "subir y mantener". Es importante entender esta filosofía cuando más adelante se discutan recomendaciones respecto a la localización de fertilizante.

En su forma estricta, el concepto de nivel de suficiencia establece que hay un nivel de nutriente por debajo del cual hay respuesta a la fertilización, cada nutriente tiene su nivel de suficiencia y deficiencia, se fertiliza cada cultivo con la dosis óptima de acuerdo al nivel de cada nutriente y se reconoce que la dosis óptima de un nutriente puede ser afectada por el nivel de otros. El concepto de subir y luego mantener se basa en el poder residual de los fertilizantes fosfatados y potásicos y establece que si el nivel es por debajo del nivel óptimo se fertiliza no sólo para alcanzar el máximo rendimiento sino para subir el nivel de nutriente disponible hasta el óptimo

en un plazo determinado. En algunos casos se interpreta mal este concepto y se recomienda fertilizar con lo que el cultivo va a remover en el grano cosechado aún cuando los niveles de nutriente en el suelo sean altos y la probabilidad de respuesta sea casi nula.

En la mayoría de los Estados de la región, las filosofías para la interpretación del análisis de suelo y la fertilización son bastante similares e intermedias entre los clásicos conceptos de nivel de suficiencia y subir y mantener. Las recomendaciones que se hacen para las clases bajas incluyen no sólo la dosis que daría el máximo rendimiento económico en la mayoría de las condiciones, sino que incluye un componente para subir el nivel paulatinamente. No se recomiendan las dosis que subirían el nivel de nutriente hasta la clase Óptimo con una sola aplicación. En algunos Estados se especifica la proporción de la dosis que mantendría el nivel inicial de nutriente y la proporción para lograr la máxima respuesta y subir el nivel. En Iowa, las dosis recomendadas son las estimadas para alcanzar el máximo rendimiento en la mayoría de los casos y se estima que ese manejo subiría el nivel de nutriente al nivel de la clase Óptimo en un período de cuatro a seis años. Las estimaciones de las dosis de fertilización se obtienen de ensayos de respuesta regionales de corta y larga duración.

En Iowa, el nivel de rendimiento esperado no se considera para las recomendaciones correspondientes a las clases Muy Baja y Baja. Sin embargo, la dosis de mantenimiento para la clase Óptimo está basada exclusivamente en la remoción promedio de P en el grano (o planta, en el caso de ensilaje o heno). Esto es un aspecto muy importante de





la filosofía de fertilización en la mayor parte de los Estados Unidos y daría para mucha discusión que no es posible en este resumen. En gran parte de la zona oeste del cinturón maicero, la dosis de aplicación y la remoción de P con la cosecha son los dos factores más importantes que determinan la evolución de los niveles de P y K en los suelos. En esta región, la variación de tipo de suelo no es importante, y si hay un efecto del tipo de suelo es en gran parte debido a diferencias en los niveles de rendimiento. Resultados de ensayos de larga duración en diferentes suelos y subzonas climáticas con diferente productividad son la base de esta recomendación. Este tipo de información es útil porque permite estimar la cantidad de fertilizante a agregar para llegar a un nivel deseado de nutriente, pero también la cantidad a agregar periódicamente para mantener el nivel deseado. Los experimentos muestran que las necesidades de mantenimiento son mayores cuanto más altos son los niveles de P o K a mantener.

Otro aspecto importante que se muestra en la Tabla 1 es que también se recomienda la aplicación cada dos años de una dosis de fertilizante que contempla los requerimientos para el maíz y la soja en la rotación. Resultados de varios ensayos de larga duración de Iowa y Minnesota muestran que, en nuestras condiciones, aplicar las dosis recomendadas para cada cultivo o cada dos años tiene la misma eficiencia o las diferencias no son consistentes. Por supuesto la aplicación cada dos años baja los costos de aplicación. Esta misma eficiencia se explica por el limitado "consumo de lujo" de nutrientes en la cosecha de grano y a que los suelos tienen la usual alta capacidad de retener P pero no necesariamente de "fijar" P en formas no disponibles para las plantas en el corto o mediano plazo. La mayoría de los productores aplican antes del maíz la dosis necesaria para la rotación maíz-soja, ya sea para subir o para mantener los niveles de P y K en el suelo.

Esta filosofía del uso de análisis de suelo y del manejo de la fertilización tiene varias ventajas. Es muy sencilla, implica poco riesgo de perder posible respuesta, implica bajos costos de aplicación, es una buena opción para suelos con poca o moderada capacidad de retención de P y K, no requiere muestreos de suelo anuales. Con esta filosofía, los costos de aplicación y el tiempo dedicado al manejo son significativamente menores debido a dos razones. Una razón es que la aplicación de dosis de mantenimiento o aquellas que con seguridad producen el máximo rendimiento permiten el uso de métodos de aplicación sencillos, baratos y que requieren poca atención. Esto incluye tanto la fertilización al voleo como la aplicación de las necesidades de dos cultivos una sola vez, normalmente antes del más exigente. Sin embargo, esta filosofía puede disminuir el retorno neto por kilo de fertilizante agregado y puede que no sea una práctica recomendable en suelos con muy alta capacidad de retención de P o K o cuando la tenencia de la tierra es precaria.

Este manejo contrasta con la filosofía estricta del nivel de suficiencia. En este caso se aplica la dosis óptima que da el máximo rendimiento económico para un cultivo, mayor precisión en la recomendación, puede requerir muestreos de suelos anuales o bianuales, aumenta el riesgo de perder respuesta si se aplica menos fertilizante del que se debe y requiere más atención. Probablemente sea una buena práctica en suelos muy fijadores de P o K o cuando el productor tiene una limitante grave de dinero disponible o tenencia de la tierra precaria.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los suelos del cinturón maicero que se clasificaban como muy bajos o bajos en P y K, hace 15 o 20 años ahora están en la clase Óptimo o mayores. Esta situación pone en

evidencia un aspecto importante de la filosofía para la fertilización que predomina en los Estados Unidos. Esto no se explica sólo por los subsidios existentes y la relación de precios. La mayoría de los productores prefiere errar por aplicar mayor cantidad de fertilizante que errar por aplicar menos de lo necesario. Esta filosofía es confirmada por algunos análisis económicos, aunque se ignora las consecuencias potenciales en cuanto a contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Métodos de Aplicación de Fósforo

Las recomendaciones de métodos de aplicación de fertilizantes deben basarse en la investigación local. La discusión y ejemplos que siguen se presentan con el objetivo de demostrar cómo la filosofía de manejo de la fertilización determina en gran parte las ventajas relativas de varios métodos de aplicación de fertilizantes y el riesgo de seguir consideraciones teóricas sin confirmación a través de investigación aplicada.

Las ventajas comparativas de distintos métodos de aplicación dependen del tipo de cultivo y suelo, de la fuente del nutriente, del nivel de nutriente del suelo, del clima (especialmente el régimen de lluvias), de los costos comparativos de aplicación y de los conceptos en los cuales se basa el manejo de la fertilización y la producción de cultivos, entre otros factores. En la mayor parte del cinturón maicero la forma de aplicación no ha sido un aspecto prioritario para los productores debido a la baja o moderada capacidad de "fijación" de P o K de los suelos y al bajo costo relativo de los fertilizantes y de la fertilización al voleo. La mayoría de los productores fertilizan al voleo a través de los servicios de distribuidores; muy pocos aplican ellos mismos los fertilizantes fosfatados

y potásicos. Sin embargo, el uso creciente de la siembra directa y problemas de contaminación de aguas con nutrientes han planteado nuevas interrogantes.

Algunos cambios que podrían afectar a la nutrición de los cultivos manejados con laboreo conservacionista son las posibles deficiencias tempranas debido a que el suelo se calienta más lentamente en primavera y está más húmedo cuando está cubierto de residuos, y a la estratificación o acumulación a largo plazo de P y K en los primeros cm del suelo. En estos casos la teoría dice que aplicaciones bandeadas o aplicaciones al voleo combinadas con dosis bajas bandeadas podrían ser más eficientes. Las temperaturas frías provocan un atraso en la fecha de siembra óptima o una reducción del crecimiento inicial en siembras tempranas y pueden reducir la disponibilidad de nutrientes. La acumulación de nutrientes cerca de la superficie sin ninguna duda existe en suelos manejados con siembra directa o laboreo vertical y podría inducir deficiencias cuando los primeros cm de suelo están secos y las plantas están absorbiendo agua de zonas profundas. Teóricamente, la concentración de nutrientes cerca de la superficie también podría inducir sistemas radiculares más superficiales lo que aumentaría la susceptibilidad a la sequía en el verano. Este problema puede ocurrir aún cuando la mayor cobertura con residuos mejore la infiltración de agua y el crecimiento de raíces en los horizontes superficiales.

Para evitar esos posibles problemas con siembra directa se han propuesto prácticas alternativas. Una práctica incluye la aplicación de fertilizantes "starter" junto o al costado y debajo de la semillas, con el sembrador. Este método tiene el problema de que no permite la aplicación de grandes cantidades de fertilizante, que a veces son necesarios





en suelos deficientes o con altas necesidades de mantenimiento. Esto es debido a razones prácticas (ningún productor quiere o prácticamente puede aplicar más de 25 o 30 kg de P_2O_5 y K_2O /ha con la sembradora), porque puede dañar las semillas al usar la forma barata de aplicación en el surco, y porque no aplica el fertilizante a una profundidad que evita la estratificación. El uso de dosis bajas de fertilizante starter líquido para la siembra directa es común y es objeto de investigación en este momento, pero no se discute en esta presentación.

Por estas razones se han propuesto distintas formas de aplicar fertilizantes en profundidad. Sistemas que aplican bandas de fertilizantes líquidos o granulados a profundidades entre 12 y 20 cm, están siendo usados por algunos productores, aún cuando hasta hace poco tiempo no había resultados que confirmaran su ventaja. Tradicionalmente se menciona que las ventajas claras del bandeo generalmente ocurren cuando se aplican dosis menores a las óptimas y en suelos muy ácidos o calcáreos o donde la cantidad y mineralogía de la fracción arcilla conduce a alta retención de P o K. Dos problemas graves asociados a la siembra directa y la fertilización bandeada es el gran aumento de la variabilidad de los análisis de suelo debido a un error mayor en el muestreo y a la incertidumbre concerniente a la mejor profundidad de muestreo. Si bien se está desarrollando una extensa investigación para estos sistemas, no existe ningún método de muestreo alternativo a los métodos tradicionales que sea claramente mejor. Las únicas certezas son que deben sacarse muchas más muestras y tomas por muestra, y que el análisis de suelo se transforma en una herramienta menos confiable.

Los resultados de ensayos regionales recientes en Iowa y en otras zonas del cinturón maicero,

muestran que el método de aplicación de P no es un problema importante para maíz y soja sembrados con siembra directa o convencional. La fertilización fosfatada bandeada (profunda antes de la siembra o a menor profundidad con la sembradora), casi siempre estimula el crecimiento inicial y a veces adelanta la madurez fisiológica del maíz pero pocas veces aumenta el rendimiento o reduce la cantidad de fertilizante necesario comparado con la fertilización al voleo. Estos resultados sorprenden a muchos productores e investigadores de otras regiones y a los que siguen teorías ciegamente. Sin embargo, aproximadamente 300 experimentos cosechados desde 1994 en Iowa dejan pocas dudas al respecto. Las dosis usadas fueron de 30 a 120 kg P_2O_5 /ha para las aplicaciones al voleo o bandeada profunda y de 30 a 60 kg P_2O_5 /ha para la aplicación en banda al costado y debajo de la semilla con la sembradora.

Los datos resumidos en la Figura 2, muestran promedios sobre todas las dosis usadas en los sitios en que hubo repuesta a P. La tercera parte de los sitios tenían suelos con menos de 20 ppm de P (método Bray-1) en muestras sacadas a 15 cm de profundidad, pero ninguno tenía menos de 5 ppm. El muestreo a profundidades de 0 a 7,5 cm y 7,5 a 15 cm mostró alta estratificación, la cual fue más marcada con la siembra directa que con el manejo de laboreo vertical. La fertilización fosfatada aumentó el rendimiento de maíz y soja solamente cuando el suelo tenía menos de unos 18 ppm de P con el método Bray-1 en muestras sacadas a 15 cm de profundidad. Los métodos de aplicación de P no afectaron (estadísticamente) los rendimientos de maíz o soja en ningún sitio. Los máximos rendimientos se obtuvieron casi siempre con la misma dosis cualquiera fuese el método de aplicación. Como ejemplo, la Figura 3 muestra la evolución de la respuesta promedio de maíz y soja

a través del tiempo para un ensayo de larga duración típico en el que se comparan varias estrategias de aplicación de fertilizante fosfatado para esta rotación. Cuando los niveles de P en el suelo estaban en la clase Muy Baja (< 9 ppm) o en las clases altas (> 20 ppm), la profundidad de muestreo no afectó las interpretaciones. Sin embargo, en unos pocos casos la falta de respuesta de soja en suelos con P en la clase Baja (9 a 15 ppm) pudo explicarse por la mayor concentración de P en el horizonte superficial.

con siembra directa. Los resultados no se muestran en este artículo, pero las respuestas al bandeado profundo de K fueron mayores y más frecuentes para maíz que para soja, y se observaron tanto en suelos deficientes en K como en aquellos con niveles considerados óptimos (130 a 170 ppm o mayor) para laboreo convencional. Sin embargo, los aumentos de rendimiento tanto de maíz como de soja, no siempre compensan los mayores costos de la aplicación profunda. Las mayores respuestas

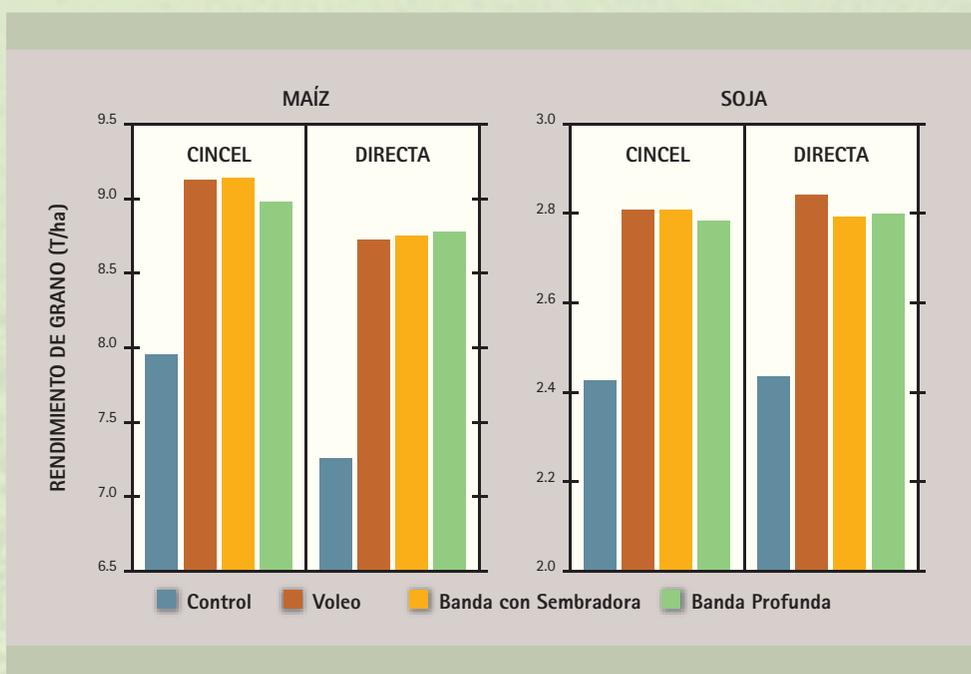


Figura 2. Efecto de la fertilización fosfatada y del método de aplicación en los rendimientos de maíz y soja manejados con dos sistemas de laboreo en Iowa (promedios de ensayos regionales donde hubo respuesta a fósforo).

Contrariamente a los resultados para P, el bandeado profundo de K a menudo aumentó el rendimiento por encima de lo logrado con fertilización al voleo o bandeado con la sembradora para maíz y soja manejados

de maíz al bandeado profundo con K ocurrieron en años con un periodo seco cuando el maíz tenía de 0,3 a 1 m de altura. Es probable que la sequedad de los primeros cm de suelo limite la absorción de K cuando éste se aplica en superficie o en bandas cerca de la superficie. Llama la atención que esto no haya afectado a la nutrición fosfatada, pero esto también se ha observado para otros sistemas de laboreo conservacionista (como siembra en camello-nes) en Iowa y Minnesota.

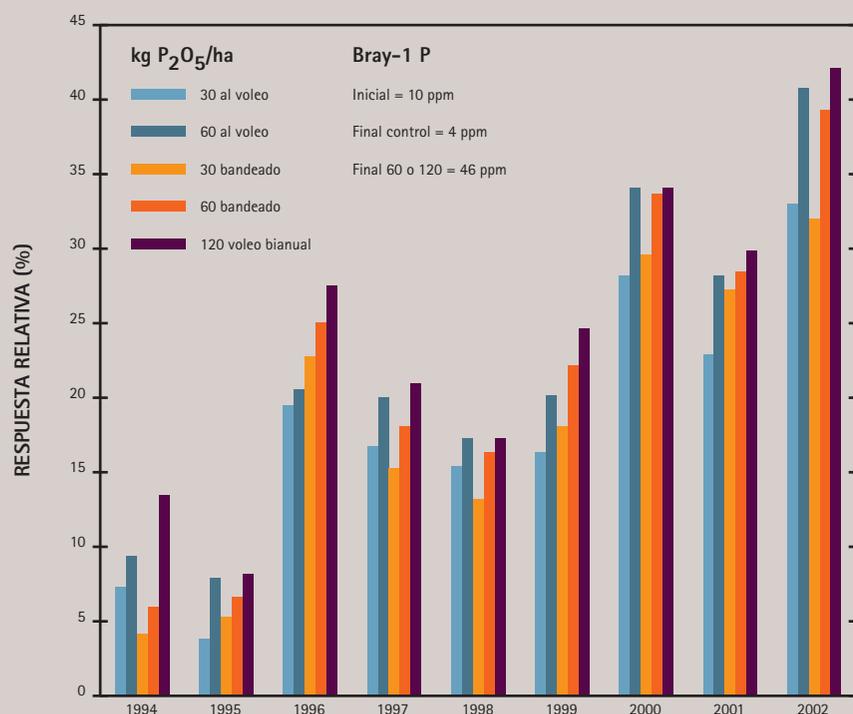


Figura 3. Efecto de estrategias a largo plazo de aplicación de fertilizante fosfatado para la rotación maíz-soja en siembra directa (promedios de dos ensayos de Iowa donde hubo respuesta a la fertilización). Los tratamientos se evaluaron en experimentos idénticos adyacentes en los cuales maíz y soja se alternaron cada año. Los datos son incrementos relativos promedios para los dos cultivos expresados con relación al control no fertilizado.

con alto nivel de P donde no hay respuesta en rendimiento. Es posible que el efecto del bandeo de P en el crecimiento inicial sea beneficioso para la producción de grano en algunas condiciones especiales. Por ejemplo, en condiciones extremas de deficiencia, donde el control de malezas no es adecuado, o con estacionalidades de crecimiento muy cortas.

Obviamente, los resultados mencionados no confirman la creencia general respecto a la necesidad y ventaja económica del bandeo de P para siembra directa en regiones con suelos y clima similares a los de los ensayos discutidos. Pequeñas ventajas del bandeo no compensan los mayores costos de aplicación ni las inconveniencias prácticas. Varias razones pueden explicar este resultado ya sea para siembra directa o con laboreo vertical. Una razón puede ser que ninguno de los suelos tenía contenido de P extremadamente bajos. Es de esperar que el bandeo sea

La fertilización y el método de aplicación de P afectaron ligeramente al crecimiento inicial de soja y afectaron marcadamente al de maíz. Tanto el bandeo profundo como con la sembradora, estimularon el crecimiento inicial más de lo que lo hizo la fertilización al voleo. Si bien esto es de esperar en suelos deficientes en P, el bandeo también aumenta notablemente el crecimiento inicial de maíz en suelos

más eficiente en suelos extremadamente deficientes y cuando se usan dosis bajas de fertilizante. Otra razón puede ser que los suelos no son muy "fijadores" de P. Pero las características de los suelos son similares a los de otras regiones en donde en el pasado se le ha dado mucha importancia a la "fijación" de P, lo que sugiere que la retención de P tal vez no siempre sea un aspecto tan grave como se ha asumido. Esta idea es parcialmente corroborada no sólo por los resultados discutidos sino también por resultados de los experimentos de larga duración en Iowa y en otras regiones que muestran que la remoción de P con las cosechas es más importante en determinar tendencias de valores de análisis de suelo a lo largo del tiempo dentro de cierta zona geográfica.

También es probable que muchos nos hayamos olvidado de que en siembra directa y a veces con laboreo vertical, la fertilización al voleo es en realidad un bandeo horizontal. Estudios de retención y liberación de P demuestran que la retención de P es reducida en los primeros cm de suelo de campos en siembra directa comparado con suelos labrados, probablemente debido a un menor contacto con el suelo y a un marcado aumento de materia orgánica humificada o en proceso de humificación que reduce la adsorción y retrogradación de compuestos solubles de P.

Finalmente, otro aspecto a considerar es que en los experimentos de Iowa y del cinturón maicero, la fertilización al voleo se hizo de tres a cinco meses antes de la siembra, como hacen los productores debido al régimen climático. Si bien esto se está investigando en este momento con nuevos ensayos, es muy probable que la fertilización con anterioridad a la siembra sea más eficiente porque hay más tiempo para que el P llegue a incorporarse (acción de la lluvia y fauna, grietas, etc.), en

los primeros cm de suelo. Este es otro aspecto en el cual viejos conceptos útiles para siembra convencional, tales como que el P debe aplicarse lo más cerca de la siembra posible, probablemente no sean razonables para laboreo conservacionista.

Hay otros aspectos a considerar al hacer recomendaciones para productores que son más difíciles de cuantificar. Es muy común que los investigadores enfoquemos interpretaciones solamente en diferencias físicas de rendimiento y económicas que no consideran los aspectos prácticos ni la filosofía del productor para uso de fertilizantes u otros insumos y su actitud respecto a riesgo. ¿Cuál es el costo de la aplicación bandeada comparado con la fertilización al voleo pero considerando no sólo el costo al comprar el equipo sino también costos de mantenimiento y de tiempo invertido para reparaciones y para sembrar? ¿Cuál es la dosis de fertilizante recomendada y cuál es la que se va a aplicar y para qué cultivo? ¿Qué es mejor (físicamente, económicamente), fertilizar a cada cultivo o planear la fertilización de la rotación? ¿Qué se pretende optimizar, el retorno a la fertilización (considerando el material y la aplicación) o el retorno a la producción? ¿Cuál es la filosofía de manejo del productor en términos de inversión en manejo y tiempo y aversión al riesgo?

Existen dos ejemplos muy concretos que muestran como las filosofías de interpretación de análisis de suelo y manejo de la fertilización hacen que algunas ideas preconcebidas no se cumplan. Debido al uso generalizado de fertilización bianual para la rotación maíz-soja antes de sembrar el maíz, siempre se agrega P o K en exceso de lo que el primer cultivo necesita. Esto hace que en muchos casos aún grandes ventajas de la aplicación bandeada con la sembradora o efectos significativos del momento de aplicación sean irrelevantes en la práctica. El otro





caso se refiere al uso de técnicas de agricultura de precisión tales como fertilización con dosis variables basado en un muestreo de suelo denso. La investigación en Iowa indica que si bien teóricamente el uso de la tecnología variable debería aumentar los rendimientos y el beneficio económico de la fertilización, este no es el caso para la mayoría de los productores. Una de las razones más importantes es que se usa una filosofía cercana a la de "subir y mantener" con dosis para suelos deficientes que no sólo se calculan para obtener el óptimo rendimiento económico sino el máximo rendimiento y para subir los niveles de nutrientes en un plazo razonable. Es probable que el retorno económico a la fertilización variable sea mayor si se usara una filosofía más cercana a la del "nivel de suficiencia" basada en dosis de fertilización más bajas o conservadoras y para cada cultivo.

Comentarios Finales

Investigadores y extensionistas están continuamente intentando mejorar las recomendaciones de fertilización. Nuevas tecnologías y cambios en las condiciones de la producción hacen que aspectos que parecían solucionados hace mucho tiempo deban reevaluarse. Estos cambios generan dudas en cuanto al valor y al uso que se le está dando a herramientas de diagnóstico de fertilidad, a determinados métodos de aplicación de fertilizantes y a conceptos en los cuales se basan las recomendaciones.

Es claro que se necesita un mayor énfasis en el marco general de la producción, aspectos prácticos que los investigadores generalmente no consideramos y la filosofía de manejo de los productores, además de la respuesta física o económica de un cultivo en particular. Esto resultaría en recomendaciones más defendibles y más útiles. Diferencias aparentemente significativas entre métodos de análisis, dosis

de fertilización, o métodos de aplicación de fertilizantes, a menudo se hacen irrelevantes cuando se consideran en el marco global de las estrategias para el manejo de la fertilidad, de cultivos y de la economía de la producción. Aspectos tales como la tenencia de la tierra, actitud respecto al riesgo, e importancia dada al tiempo dedicado al manejo serían mucho más importantes que las diferencias que resultan de la experimentación.

No se pretende oponer distintas filosofías o la validez de experimentación o recomendaciones, pero es mi opinión que los investigadores nos olvidamos de muchas cosas cuando hacemos recomendaciones rígidas, dando la impresión de que existe sólo una manera eficiente de hacer las cosas. Es evidente que los costos de aplicación, maquinaria (incluso su mantenimiento), el tiempo que el productor dedica tanto a la planificación como al manejo y actitudes respecto al riesgo pueden jugar un rol más importante que diferencias en respuesta. Por ejemplo, en algunos casos la fertilización con aplicaciones al voleo baratas para la rotación, no necesariamente para un cultivo, espaciadas en el tiempo puede ser la alternativa más práctica y económicamente más efectiva. En otros casos, aplicaciones más bajas para cada cultivo tal vez sea la mejor alternativa.

Por último, los resultados que se mostraron y los conceptos discutidos no deben extrapolarse ciegamente a otras regiones y muestran la importancia de conducir ensayos regionales varios años antes de hacer recomendaciones. Si bien esto es sabido, la escasa financiación a menudo obliga a investigadores a hacer recomendaciones que se basan ya sea en unos pocos ensayos que tienen poco valor de extrapolación o en consideraciones teóricas que tal vez no se apliquen a las condiciones reales de producción.

Fertilización de maíz en el

Corn Belt

¿Es tan diferente de lo que hacemos aquí?

Ricardo Melgar

El propósito de esta nota es revisar el tema de fertilización del maíz a la luz de las principales características de la agricultura americana, en áreas que aquí son frecuente objeto de discusión. Aspectos tales como los fertilizantes líquidos, los criterios de las recomendaciones de fertilización, la actitud de los productores en las tierras arrendadas, son y han sido debatidos entre los colegas en distintos ámbitos y repercuten en los foros locales. Luego de una estadía de dos meses en distintas universidades americanas, como huésped de varios investigadores referentes en fertilidad y fertilizantes y bajo este enfoque, transmitiré mis opiniones sobre principales ideas.

El escenario económico

Antes de comentar las principales características de los criterios usados por los asesores y productores para decidir la fertilización, es necesario considerar aunque sea brevemente el marco económico en que se desenvuelve el productor maicero de Norteamérica.

Los principales elementos sobre el tema agronómico de la fertilización no pueden evitar considerar al productor como un actor económico, y si bien la obtención de buenos rendimientos sigue siendo la principal preocupación de cualquier productor, no debe olvidarse el formidable marco legal, institucional y organizacional que representa el Farm Bill para los productores, o en otras palabras, la política de subsidios oficiales, que no son muy

directos sino que están relacionados con la ejecución de prácticas conservacionistas, o sujetas al cumplimiento de planes variados ya sea de los Distritos de Conservación estatales o directamente federales.

De una manera muy simplificada, el productor vende, ya sea anticipadamente o forward o entregando la mercadería en el acopio, molino o centro de consumo. Por ello percibe un precio de venta. Este precio de mercado es fundamentalmente uno que surge del futuro más cercano en Chicago (Maíz, Soja) o Kansas (trigo) y del descuento que surgiría de un flete a un gran centro de consumo y del premio que pagaría un consumidor local en el Estado.

A este precio, se le suma una porción variable, que se define para el condado de cada Estado como el precio base, ligado al que representa el Loan Deficiency Payment (LDP)¹, que es igual a una suma equivalente a un crédito que le paga el Estado federal. A éste además se le suman ocasionales beneficios como el disponer de fondos de corto plazo para comercialización (Commodity Credit Corporation o CCC) casi sin interés.

En síntesis y como conclusión, el productor tiene un precio mínimo garantizado por su grano, ya sea por medio del LDP o por el programa CCC. Si bien el precio mínimo o sostén no está especificado, éste es tácito. El productor puede optar por el repago del crédito establecido o entregar el grano, siendo que esta cantidad variable es motivo de especulación por

¹ <http://www.fsa.usda.gov/dafp/psd/LoanRate.htm>



parte de los productores entregando la mercadería en los momentos óptimos. La habilidad con que se desarrolla este sistema se expresa bien con el término de "farming the system", o explotar el sistema para maximizar el beneficio personal.

A pesar del sistema de seguro de precio, lograr altos rindes sigue siendo la principal preocupación del productor. Y en este sentido la fertilización óptima de los cultivos representa una clara opción, que no se pone en duda. Los fertilizantes son normalmente provistos por el proveedor más cercano, que además da otros servicios e integran coordinadamente una unidad claramente diferenciada del acopio del grano, a diferencia del sistema en la Argentina, adonde el canje y la entrega de grano para la cancelación de créditos están muy vinculados.

El proveedor de fertilizantes ó "dealer" es el eslabón más importante para la industria de los fertilizantes. Es el que realiza las recomendaciones, las aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes, invierte en desarrollos tecnológicos... y elabora los planes de fertilización de sus clientes. Ha sufrido los mismos embates de la consolidación de empresas que sufre toda la industria en todo el mundo. La más reciente fue la adquisición de la cadena de agro-centros de Royster Clark por Agrium.

Eficiencia de uso del Nitrógeno en maíz

Tanto a la agricultura de los EE.UU. como la de nuestro país se las considera altamente competitivas con ventajas tanto comparativas, derivadas de sus recursos naturales (suelos y clima) como competitivas (escala del negocio, mercados, acceso a herramientas de gestión, etc.). El rol de los fertilizantes

comerciales en el logro de esta competitividad es innegable, a pesar del uso bastante más reciente que hace la Argentina desde los 90 en comparación con la de Norteamérica. Sin embargo, ambos países muestran diferencias sutiles en sus tendencias que llevan a resultados divergentes en el largo plazo.

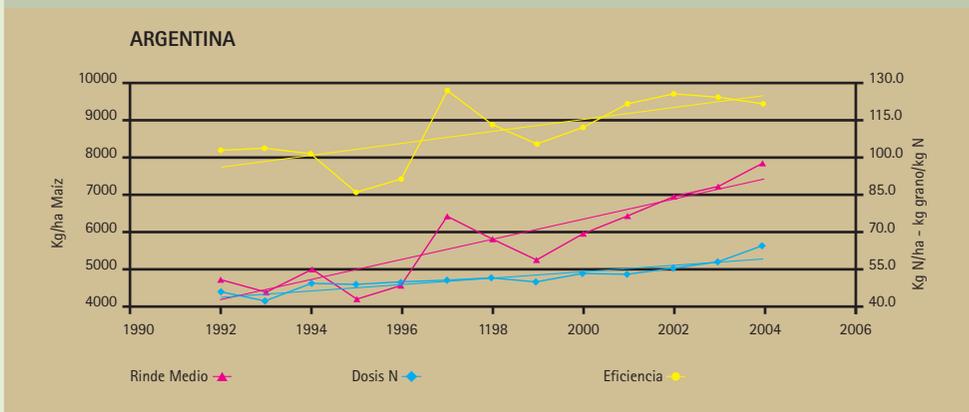
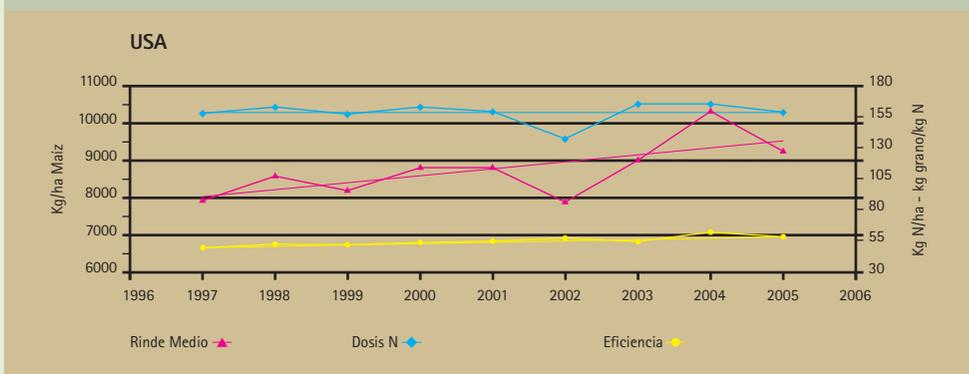
Tomando como índice de eficiencia al conocido como productividad parcial, esto es, la relación que mide la cantidad de grano producido por kg de nutriente utilizado, comparemos los valores de los Estados maiceros más representativos (Illinois, Indiana, Iowa, Minnesota, Missouri, Nebraska y Ohio) con los de las provincias pampeanas (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos). Tomaremos al N y al P, ya que no es común aplicar azufre (S) en el cinturón maicero, ni se han encontrado deficiencias en las periódicas evaluaciones en ensayos de respuestas. Por la misma razón no podemos comparar el potasio, ya que las repetidas pruebas en la región productora de granos de la Argentina no han demostrado respuestas.

En los gráficos de la Figura 2 puede verse la evolución positiva en los últimos años de los rendimientos de maíz en ambos países. En los EE.UU., al permanecer constante las dosis de N, la eficiencia ha aumentado con el tiempo. En la Argentina se asiste a un progresivo aumento de la dosis de N aplicada al maíz, con un igualmente progresivo incremento de la eficiencia del N aplicado. Resultan llamativas las diferencias absolutas. Ya los rindes promedio de las provincias del área núcleo, no son tan diferentes de los Estados tradicionalmente productores del Corn Belt. Es posible que en 2005 hayan caído pero hay rindes promedio de algunos departamentos cercanos a las 9 t/ha. Así, en el cinturón maicero, para obtener una media de 9 t/ha se aplican 150 kg/ha de

N, mientras que en el área núcleo, aplicando algo menos de la mitad de N se obtienen 8 t/ha de maíz. La diferencia resultante de productividad parcial del N aplicado es enorme. El productor argentino obtiene casi el doble de lo del productor americano con 100 kg y 50 kg de maíz, respectivamente, por kg de N aplicado.

del área de maíz recibe aplicaciones masivas de N al voleo sin incorporar en el otoño (27%) o primavera antes de la siembra (47%), mientras que una proporción bastante menor del área de maíz recibe el N a la siembra (40%) o poco después de ella (33%) (Figura 3). En la Argentina, el 100% fertiliza o a la siembra o poco después de ella según sea el fertilizante usado (Tabla 2). Además, lo usual en los EE.UU. es la aplicación al voleo (73%), mientras que en la Argentina sólo la urea es aplicada en el 33% del área y casi no se usa este sistema con los otros fertilizantes.

Figura 2. Evolución de los rendimientos promedio, dosis de N y productividad parcial en los EE.UU. y la Argentina. Estados considerados.



Fuente: EE.UU.: USDA. 1997-2005. Agricultural Chemical Usage. Field Crops Summary. NASS. Argentina: ICASA. Diego White, INTA-Fertilizar y SAGPyA.

Estas enormes diferencias de eficiencia deben explicarse por las formas y momentos de aplicación de los fertilizantes y, en particular, los nitrogenados. Aún con algunas diferencias entre sistemas de labranzas, una gran proporción

Cuando se comparan las diferentes productividades parciales entre regiones, en muchos casos puede demostrarse que estas diferencias de productividad parcial son debidas al componente del



N provisto por el suelo, es decir por la mineralización del N nativo de la M.O. Así, las diferencias de los distintos suelos disimulan la cantidad de N en juego para producir un volumen determinado de maíz. Sin embargo, en el caso de los suelos de los EE.UU. y la Argentina no son tan diferentes. Los relevamientos de Cassman (2002) indican que el suelo aportaría unos 132 kg/ha de N a un cultivo de maíz promedio en el cinturón maicero, no demasiado diferentes de los 123 kg/ha encontrados por Álvarez para cultivos pampeanos de maíz (2005).

Con referencia a los balances de nutrientes, es decir la diferencia entre los valores de exportación por el grano y los de reposición por fertilizantes o por fijación biológica -por ejemplo, de la soja en rotación- es bastante más complejo, ya que en general el maíz se cultiva en distinta proporción como maíz continuo (40%) o en rotación con soja (30%), trigo (8%) u otros cultivos (25%). Y en muchos casos, el maíz se fertiliza bastante más que la soja u otros cultivos. Por ello, para comparar los balances debería más bien considerarse al balance de cada rotación como se verá mas adelante.

Indudablemente, cuando se vive una euforia especial en el sector maicero de los EE.UU. por la avalancha de inversiones para crear plantas de etanol, estas diferencias sugieren un debate sobre el balance de energía derivado del maíz cuando para obtener etanol se debe agregar N a tasas tan altas o, al menos, mucho más altas que otros países productores. La siguiente Tabla muestra las productividades parciales del N en la producción de maíz de los cinco mayores países exportadores.

Tabla 1. Productividad parcial de N en las áreas más representativas de producción de maíz de los principales países exportadores.

	Maíz exportado Millones de t /año	Rendimiento medio en Estados representativos	Dosis media de N en Estados representativos	Productividad Parcial del N. Kg grano/kg N
USA	46,45	9.15	157.0	58.4
Argentina	10,65	7.16	58.1	123.4
Brasil	2.17	4.88	48.0	101.7
China	7.81	5.04	197.9	26.1
Francia	7.54	8.29	163.3	50.8

Elaboración propia a partir de varias fuentes incluyendo: FAO, IFA, EFMA (Europa), TFI (USA), USDA, China Yearbook, IICA (Brasil), ANDA (Brasil). SAGPyA. AGPM (French Corn Producers Association).

Tabla 2. Forma de colocación de fertilizantes en maíz en el área maicera de los EE.UU. Porcentaje del área relevada.

	SD	Reducida	Convencional
	% del Área maicera		
Al Voleo	74	75	67
Inyectado	60	58	50
En Bandas	35	32	41

Figura 3. Momento de fertilización con N en el área maicera de los EE.UU. según el sistema de labranza (Christensen, 2003).

Momento de fertilización de N en maíz según labranza

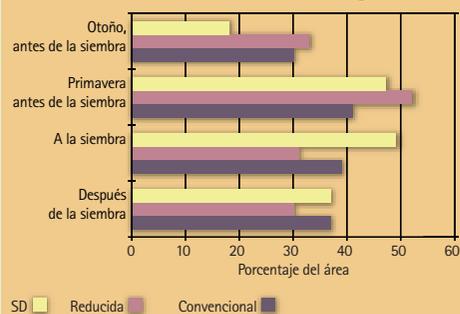




Tabla 3. Momento y forma de colocación de fertilizantes en maíz en la región pampeana. Porcentaje del área relevada.

	Momento		Colocación			
	A la siembra	5-6 hojas	Al voleo	En la línea de siembra	Al costado de la línea de siembra	Otros
DAP/MAP/Mezclas	99%	1%	2%	53%	33%	8%
Urea	45%	55%	33%	19%	36%	10%
UAN	30%	70%	-	22%	40%	38%

Fuente: ICASA, 2002

Criterios de interpretación y recomendaciones de fertilización de fósforo

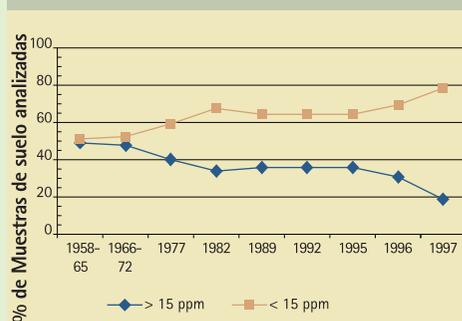
El debate que se observa sobre la reposición o la suficiencia como los criterios a seguir tiene el mismo decurso aquí. Como este debate se centra alrededor de los nutrientes no móviles, como el fósforo, esta discusión también se hace extensiva hacia el potasio en los EE.UU.

En la mayoría de los Estados se aplica por demás fertilizantes, en exceso a los requerimientos del maíz y de los demás cultivos. Como resultado de haber fertilizado con dosis excesivas por mucho tiempo, lo que ha resultado en un relativo enriquecimiento de la capa arable con P (Figura 4), se verifican también pérdidas de P por escurrimiento y erosión, creando riesgos reales para la calidad de las aguas superficiales.

En parte por el mayor precio de los fertilizantes y en parte por la creciente presión por el cuidado del ambiente, sincronizado eficientemente por el engranaje del Farm Bill a través del compromiso con los Planes de Manejo Nutricionales² se observa en general una disminución de las dosis aplicadas de P y de K en el mediano plazo. A diferencia de lo que ocurre en la agricultura pampeana, donde el balance es negativo pero decreciendo. Considerando un mediano plazo, mientras en los EE.UU. la dosis promedio de P en maíz disminuye

0,3 kg/ha/año, en la Argentina aumenta 0,9 kg/ha/año. En el corto plazo, la tendencia no es tan notable (Figura 5), y los valores absolutos contrastan con el uso de P en maíz.

Figura 4. Evolución del porcentaje de muestras por debajo y por encima del valor crítico de 15 ppm de P-Bray 1 en Nebraska (Frank, 1997).



No debe extrañar entonces la visión de los organismos oficiales y de investigación en la Argentina sobre la necesidad de realizar fertilizaciones menos conservadoras, habida cuenta del descenso progresivo de los niveles de P en muchas zonas.

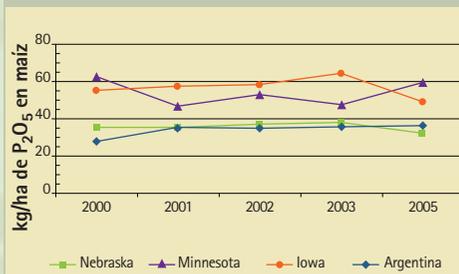
En los EE.UU., en Estados vecinos del mismo Corn Belt, las diferencias entre los entes oficiales para determinar las recomendaciones de fertilizantes son importantes. Mientras algunos Estados están claramente a favor del criterio de suficiencia,

² <http://nmplanner.missouri.edu/>



otros Estados vecinos, se inclinan por el criterio de reposición y mantenimiento. Así, para el mismo análisis de suelo de P (Bray 1) (P. Ej., 10 ppm) se recomiendan para maíz 30 kg/ha en Nebraska y en el Estado vecino de Iowa o Indiana se recomienda una dosis de 60 kg/ha.

Figura 5. Evolución de las dosis promedio de fosfatos aplicados a cultivos de maíz en el área núcleo (Argentina) y en algunos Estados del cinturón maicero (EE.UU.).



El hecho es que en los últimos años las dosis de uso de P y de K han ido bajando significativamente, aún cuando todavía son superiores a la extracción indicada por los rendimientos medios. La presión por la calidad ambiental y los precios de los fertilizantes sugieren que se convergerá a una cantidad neutral de uso.

Agricultura en campos de terceros

Otro tema de debate en relación al uso de nutrientes en Argentina tienen que ver con la importante proporción de agricultura en tierra arrendada, los precios en aumento de éstas, y el tratamiento o actitud del productor arrendatario en relación al manejo de la tierra en comparación con el productor propietario, en relación a la fertilización y a las rotaciones.

Los precios de la tierra agrícola en ambos países suben como consecuencia de la inflación por un lado y por otro por la creciente

demanda, ya sea para producción o para otros usos (p.ej. urbanos, muy notablemente en los EE.UU.) (Fig. 6). El fenómeno de concertación de las explotaciones agrícolas aumentando el tamaño promedio de éstas y la necesidad de ganar escala por parte de los productores más eficientes resultó en que una creciente fracción de la tierra en producción pasara de ser operada por los dueños a distintas formas de arrendamiento, bajo contrato accidental con pago fijado en quintales de soja o en efectivo, o en porcentaje de la producción. Este mismo proceso se dio en los EE.UU., desde los '80 en adelante, en mayor intensidad que en la Argentina, sobre todo por el vaciamiento generacional asociado a una mejor oferta de trabajo en las ciudades. En la Argentina, según la región, entre el 20 y el 40% de la tierra agrícola es alquilada de alguna u otra forma, porcentajes que son algo menores que en los diferentes Estados maiceros de Norteamérica. Considerando todas las regiones productoras de maíz, la proporción de tierra propia es del 42%, alquilada en efectivo 32% y alquilada a porcentaje 27%. En la Argentina estos porcentajes son 72%, 64% y 34%, respectivamente, para categorías similares (Tabla 3).

Una buena parte de los campos agrícolas en los EE.UU. son propiedad de dueños ausentes, que viven de rentas en Chicago y, por ende, la preocupación que pueden tener por la conservación de la fertilidad de sus suelos es mínima. Pero el sistema de contratos, la sociedad y sus valores aseguran que el arrendatario cuidará de la productividad de los campos que alquila.

Si bien puede darse algún caso en que el arrendatario pueda descuidar algún manejo en particular -por ejemplo, estirando y demorando la frecuencia del encalado- eso no ocurre con el uso de fertilizantes de nutrientes poco móviles, como P y K, que afectarán el cultivo a producir (soja o maíz).

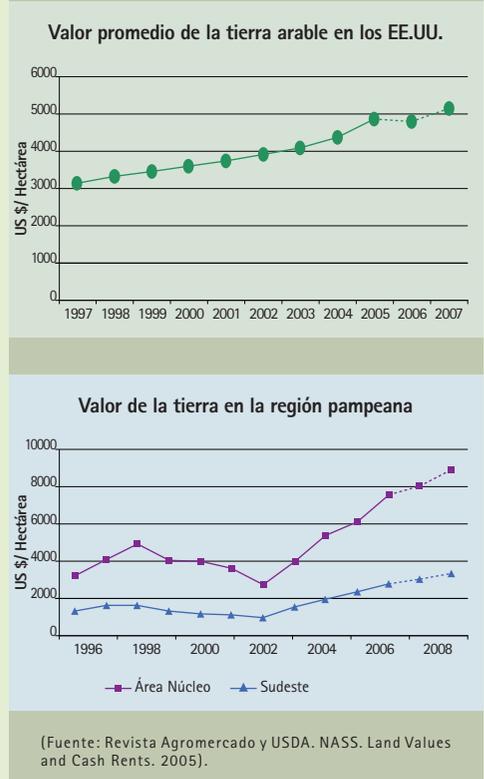
Sin embargo, la mejor garantía del sistema, que asegura un balance positivo de nutrientes y de carbono, es decir una rotación apropiada entre maíz y soja en el área cultivada está dada por las políticas activas que el Estado ejerce a través del Farm Bill. Básicamente, con la manipulación de la Base del LCD por cada Condado de cada Estado, al productor le resulta indiferente producir soja o maíz, y el resultante es un área anual bastante similar de cada cultivo en cada estado. En pocas palabras, la soja recibe muy poco subsidios a diferencia del maíz. De esta manera el productor tiene estímulos para sembrarlo, sea sobre tierra propia o arrendada. Esta diferencia de subsidios también hace posible una alta dosis de fertilización en maíz, mientras que la soja en rotación recibe una dosis mucho menor y en menor proporción del área (Tabla 4).

Es interesante notar entonces que una producción tan alta y estable en el tiempo es sostenible a través de la rotación y manejo nutricional adecuado y diferenciado entre cereales y leguminosas. En este sentido, es claro que el maíz recibe parte del P y del K que precisa la soja, y que una buena proporción de ésta no se fertilice. Sólo el 26 y el 29% de la soja se fertilizan con P y K respectivamente, ya que ésta aprovecha la residualidad del aporte de P y K realizado al maíz.

Por esta razón, los balances de nutrientes deben considerar claramente la rotación. Si las dosis de P y K, pueden parecer demasiado altas en relación a los requerimientos del maíz, y sobre todo cuando se las compara con las dosis usadas en la Argentina, debe considerarse que éstas son pensadas también para la soja subsiguiente, que el precio que el productor recibe por el maíz, le "cierran" esas dosis de fertilizantes. A la inversa

de la soja. Es un esquema muy similar con el que se guía el productor argentino al considerar la fertilización del trigo y de la soja de segunda, que prácticamente nadie fertiliza.

Figura 4. Evolución y proyección de los precios de las tierras agrícolas en los EE.UU. y la Argentina.





Balance de Carbono y siembra directa

Tabla 4. Distribución de la superficie bajo contrato en las provincias pampeanas, por forma de pago. INDEC Censo 2002.

La siembra directa (SD) no es tan popular entre los productores americanos como lo es en la Argentina. Cerca del 30% de los productores

	Tierra no propia (1)	Contrato accidental agrícola	Pago fijo en dinero	Pago fijo en especies	Pago con un porcentaje de la producción	Superficie c/Agricultura	Total
	%					Miles has	
Buenos Aires	28	17	40	22	38	7535.6	25788.7
Santa Fe	27	13	21	41	29	4256.7	11251.7
Córdoba	30	8	58	18	24	5953.5	12244.2
Entre Ríos	23	17	25	5	70	1514.3	6351.5
Total ponderado	28	13	40	24	34	19260.1	55636.1

(1) Incluye Arrendamiento, aparcería y contrato accidental

Tabla 5. Proporción (%) fertilizada con P y K del total del área sembrada en maíz y soja, por estado.

de maíz han adoptado la SD, contra el 70% en Argentina. Porcentaje que aumenta al 80% si se consideran a las provincias de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos, excluyendo una amplia zona maicera en el Sudeste de Buenos Aires, reacia a la adopción de SD porque no tiene los riesgos de erosión que tiene la región pampeana norte (Censo Agropecuario 2002).

	MAIZ		SOJA	
	Fósforo	Potasio	Fósforo	Potasio
Illinois	77	77	25	38
Indiana	92	84	24	46
Iowa	72	69	7	12
Minnesota	86	78	12	10
Missouri	89	77	29	36
Nebraska	70	21	36	11
Ohio	85	78	27	56
Wisconsin	87	88	35	48
Total	79	68	26	29

(USDA. NASS. 2005 Agricultural Chemical Usage 2004 Field Crops Summary).

No es sencillo atribuir a una única causa esto, pero puede mencionarse que con los altos rindes de maíz, en sistemas de maíz continuo, se acumulan residuos más allá de lo razonable y práctico y causan dificultades en las operaciones de siembra del cultivo siguiente al maíz. En una primavera que puede calificarse al menos como más fría que las nuestras, la excesiva acumulación de residuos en la línea de siembra hace que la emergencia sea demorada y provoca desuniformidad del stand de plantas. Esta situación tuvo como respuesta el uso de "fertilizantes arrancadores" y el sistema conocido como "ridge tillage", o labranza en el lomo del surco. Sólo se laborea la línea de siembra mientras que el resto del suelo permanece sin moverse. Esta labranza se combina a veces con

la formación de surcos para riego superficial. De esta manera sólo se laborea una pequeña masa del suelo.

El rol de la SD como fijadora del C es un poco más aceptado en general, en particular en aquellos suelos más degradados y con dificultades para acumular biomasa ya sea por condiciones más áridas. En general se piensa que la SD no acumula más C que los sistemas convencionales sino que los concentra en la superficie. En un estudio de 23 años de duración muestra que considerando todo el perfil de suelo no hay cambios (Dolan y otros, 2006). Por el contrario, son muchos los que piensan que la estratificación de muchos años de P y K bajo SD, le resta calidad al suelo. Por otra parte, en sistemas de maíz continuo bajo SD, si bien hay un gran volumen de C fijado, el exceso de residuos en el suelo acelera la respiración del suelo resultando que gran parte del C fijado sea nuevamente perdido por mineralización por la respiración, resultando menores ganancias netas que en sistemas convencionales (Dobermann y otros 2005).

Aportes de nutrientes por estiércoles

Una notable diferencia entre la agricultura local y la de los EE.UU., es la fuerte integración que el productor realiza en sus establecimientos con las fuentes orgánicas, como estiércoles, y residuos orgánicos de origen urbanos tratados. Aproximadamente alrededor de un 15% utiliza abonos orgánicos de todos los orígenes, aves, cerdos, vacunos, etc., junto con los fertilizantes comerciales tradicionales, proporción que llega a un 30% de los establecimientos, en la región de los lagos, que utiliza más intensivamente estiércoles derivados de la producción de tambos. En la Argentina, según el Censo Agropecuario de 2002, considerando las 4 principales provincias maiceras, sólo el 0,5% del área con maíz utilizó abonos orgánicos de

origen animal, siendo Entre Ríos la provincia que más utiliza con un 2,4% del área sembrada con maíz.

Esta importante contribución de nutrientes al sistema de producción agrícola es una clara externalidad positiva, y afecta el balance de nutrientes y su economía. Modifica los sistemas de recomendaciones, de interpretación de análisis de suelos y las calibraciones de los métodos de análisis.

El uso intenso de estos aportes, junto con los de los fertilizantes químicos comerciales es largamente positivo y en exceso a la remoción por la cosecha y exportación de granos. Por esta razón, la opinión pública ha presionado, y por extensión, el gobierno ha llevado a regular la aplicación de nutrientes para mitigar el impacto degradatorio sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. La regulación del manejo de nutrientes de los productores agrícolas pretende limitar la aplicación excesiva y acumulativa de nutrientes orgánicos y minerales, en particular en aquellos Estados cuyas cuencas sirven al Golfo de México o la Bahía de Chesapeake, con mayores riesgos sobre la calidad de la flora y la fauna marítimas.

En tal sentido, los Estados a través de la autoridad de aplicación de los Distritos de Conservación, determina que los productores deben llevar adelante un plan de manejo de nutrientes (PNMP, ó Plant Nutrient Management Plan), que regula la cantidad permitida de nutrientes que pueden aplicar por cultivo, diseñado de tal manera que existe un incentivo para aplicar estiércol reemplazando el uso de fertilizantes comerciales.

Por razones de costo, el estiércol no admite un transportes muy lejos desde el centro (tambo, feed-lot, etc.) que los produce; por esta razón se da una situación de concentración que





determina que se apliquen cargas altas de nutrientes en áreas más bien reducidas.

El PNMP entonces determina cuánto estiércol puede aplicarse por unidad de área, que está en función del potencial de producción del sitio determinado. El productor entonces procurará aumentar los rindes y justificar así un mayor uso de estiércol. En tal sentido, la agricultura de precisión y los monitores de rendimiento le dan la mejor herramienta para demostrarlo.

Agricultura de precisión

Como se comentó más arriba, los monitores de rendimiento son los mejores aliados de los productores para demostrar la necesidad de aplicar más estiércol ya que pueden probar la obtención de altos rendimientos y justificar el mayor uso de nutrientes. Esta es una de las relativamente escasas aplicaciones de las tecnologías de agricultura de precisión. En conjunto, estas tecnologías para manejar la nutrición de los cultivos han sido adoptadas en promedio por el 20% de los establecimientos, variando entre el 7 y el 25% según la región.

Las técnicas de muestreos de suelos georreferenciados, en grilla con varias determinaciones analíticas de distintos parámetros fisicoquímicos, y generando mapas interpretativos y vinculados a la aplicación variable de insumos, tienen una fuerte lógica y deberían adoptarse en mucho mayor proporción. Pero a pesar de su apariencia de sistemas perfectos, tiene graves problemas prácticos y de costo que hacen que no sea rentable para el productor en una gran mayoría de los casos.

Gracias a los grandes avances tecnológicos, la aplicación de N complementario,

diagnosticado por el uso de sensores cercanos o remotos de verdor, en comparación con áreas de referencia, es de las tecnologías que han revelado mejor el manejo de la nutrición nitrogenada, pero al igual que otras tecnologías tampoco es de las más adoptadas. Muy poco y nada se observa respecto de los sistemas de fertilización a la siembra o de base.

Fertilizantes líquidos

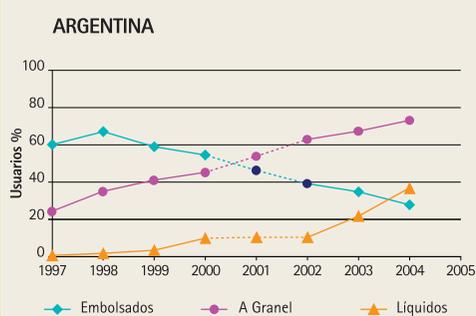
Los fertilizantes líquidos son un importante protagonista en la agricultura de los EE.UU., por las mismas razones de simplicidad operativa que cautiva a los usuarios locales. En los EE.UU., el gran cambio hacia los fertilizantes fluidos y a granel se dio en los años '70, y en la Argentina su evolución es similar pero demorada (Figuras 5 A y B). En los últimos años, si se considera sólo al N, y la fracción que componen, no ha habido cambios relativos. Sin embargo, las políticas de seguridad interior reducen cada vez más la disponibilidad de nitrato de amonio para uso agrícola por la posibilidad de fabricar explosivos.

También, y esto es parte de un fenómeno más general derivado de la disponibilidad del gas natural, la oferta de amoníaco anhidro está comenzando a sufrir recortes y afectando el servicio en algunas zonas. Regulado además por severas disposiciones de seguridad ambiental, se observa un uso decreciente del amoníaco, que junto con la menor oferta de nitrato de amonio puede redundar en mayor uso de soluciones nitrogenadas por reemplazo.

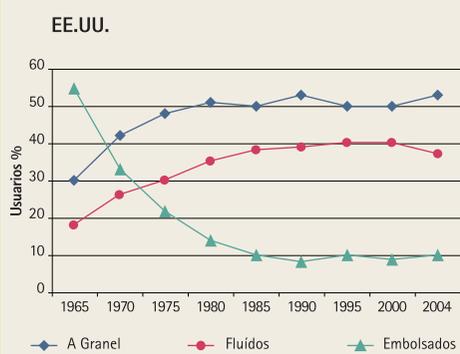
El hecho es que por la simplicidad, logística, y operatividad, el uso de líquidos a granel tiene un creciente favoritismo. Los "dealers" adquieren de los fabricantes el UAN, el amoníaco anhidro y las soluciones 11-37-0

y cloruro de potasio sólido, para fabricar los grados de las soluciones prescritas para sus clientes. La oferta de líquidos a granel incluye también a los demás agroquímicos, sean de marca o genéricos, que el fabricante despacha en tanques o rellena los propios de los distribuidores, quien a su vez los redespacha en contenedores, preparando las mezclas de herbicidas o de fertilizantes y demás agroquímicos a sus clientes listos para su uso.

Figura 5. Evolución del uso de fertilizantes fluidos, a granel y embolsados en EE. UU. y Argentina.



ICASA & FERTILIZAR-INTA



Commercial Fertilizers

En Síntesis

Si bien existen todavía limitaciones de adopción, el tándem tecnológico **Sensores de verdor – Soluciones de N –**

Aplicadores autopropulsados de alto despeje – Sistemas georreferenciados, es la mejor opción que disponen los productores, convenientemente asesorados para regular y mejorar la eficiencia de manejo del nitrógeno en maíz. A través del manejo diferenciado en zonas de respuesta económica, corrigiendo sub-aplicaciones de N y evitando excesos que significan impacto ambiental negativo, el productor además se asegura el cumplimiento de la ley, lo que le permitirá un ingreso extra por los subsidios, lo que a su vez permite que el sistema sea sostenible en el tiempo con alta productividad.

Bibliografía

- Álvarez, R.; Steinbach, H.S.; A. Roveri; J. Salas; O. Montane y S. Griguer. 2005. Aporte de nitrógeno al maíz desde los componentes orgánicos del suelo en la pampa ondulada. Actas VIII Congreso Nacional de Maíz. Rosario 133-136.
- Cassman K.G.; Dobermann, A.; y D.T. Walters. 2002. Agroecosystems, Nitrogen-Use efficiency and nitrogen management. *Ambio* Vol 31: 132-140.
- Christensen L.A. 2002. Soil, Nutrient, and Water Management Systems Used in U.S. Corn Production. ERSDA Agriculture Information Bulletin No. 774.
- Dobermann A y K.G. Cassman 2002. Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the United States and Asia. *Plant and Soil* 247: 153-175.
- Dobermann, A.; D.T. Walters; F. Legoretta; T.J. Arkenbauer; K.G. Cassman; R.A. Drijber; J.L. Lindquist; J.E. Specht y H.S. Yang. 2005. Unlocking the secrets of carbon and nitrogen cycling in continuous corn and corn soybean systems. En Proc. Fluid forum Vol. 22 [CD-ROM]. Fluid Fertilizer Foundation, Manhattan, KS.
- Dolan, M.S, C.E. Clapp, R.R. Allmaras, J.M Baker and, J.A.E. Molina. 2006. Soil organic carbon and nitrogen in a Minnesota soil as related to tillage, residue and nitrogen management. *Soil & Tillage Research* 89: 221-231.
- Frank, K.D. 1997. Trends in soil Phosphorus and pH values for Nebraska soils across 40 years. *Soil Sc. News. Coop Ext Bull. Univ. Nebraska at Lincoln*. Vol. 19 (5).

Novedades & Eventos



De izquierda a derecha:
Fernando García (Inpofos Cono Sur),
Paul Fixen (Potash & Phosphate Institute, USA),
Enzo Cástino (Fertilizar Asoc. Civil),
Antonio Mallarino (Universidad de Iowa, USA).

Invitados por Aapresid, Inpofos y Fertilizar y con motivo del Vº Simposio de nutrición vegetal en SD, realizado durante el XIVº Congreso de Aapresid, estuvieron presentes en la Argentina los señores Paul Fixen (Vicepresidente Senior del Potash & Phosphate Institute –con sede en Argentina: Inpofos–, Director de investigación para los programas de los Estados Unidos y Canadá, y coordinador de las actividades de Sud América)

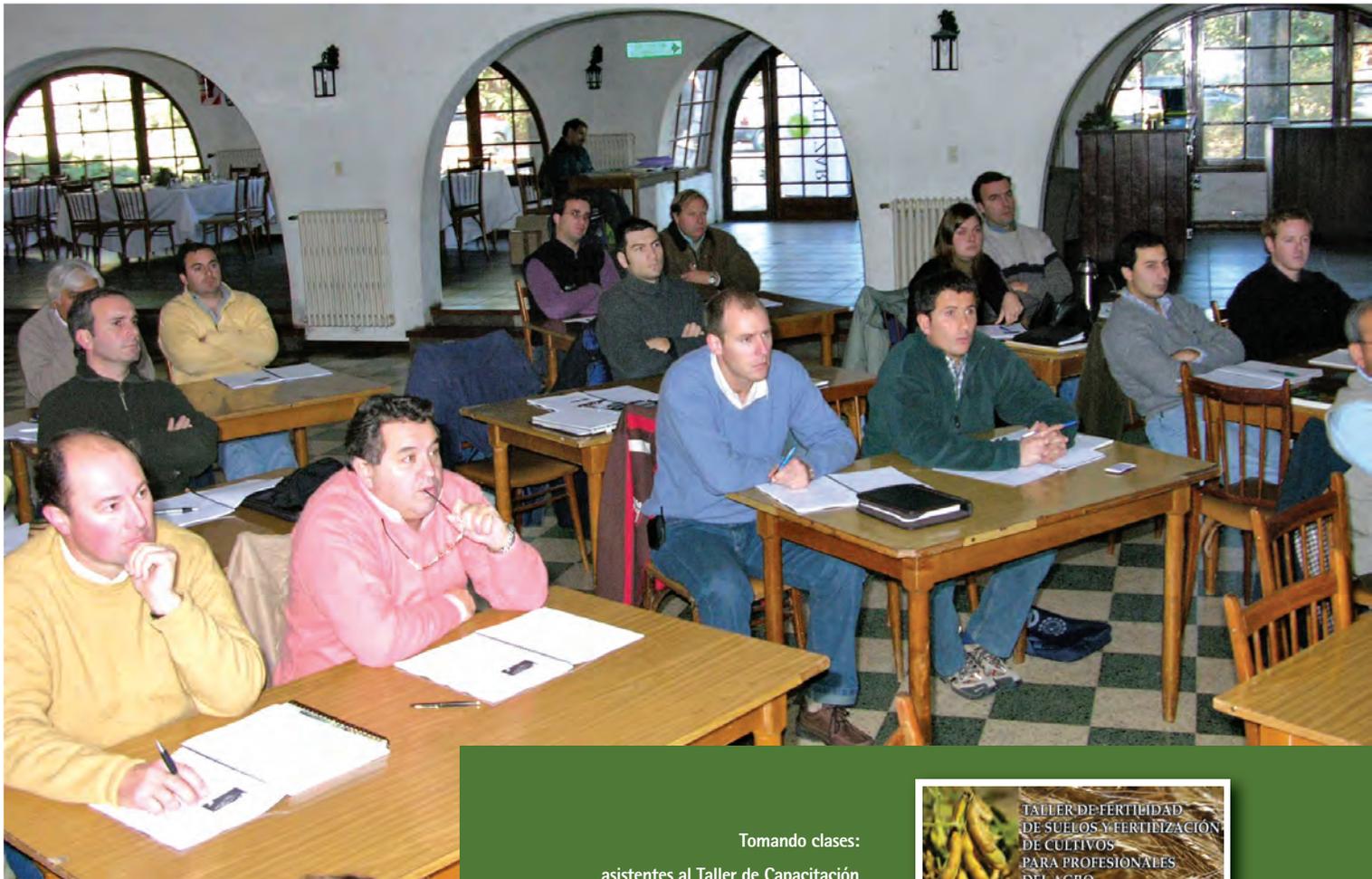
y Antonio Mallarino, (Profesor de Fertilidad y manejo de nutrientes del suelo de la Universidad de Iowa).

En esta oportunidad, el doctor Fixen dio una conferencia sobre Decisiones efectivas en el manejo de nutrientes y el doctor Mallarino habló sobre Criterios de fertilización fosfatada en agricultura continua con maíz y soja en el cordón maicero de los Estados Unidos.

Talleres de capacitación Fertilizar

En los meses de julio, agosto y septiembre se llevaron a cabo tres talleres para profesionales del agro en las ciudades de Coronel Suárez (Bs. As.), Canals (Cba.) y Río IV (Cba.).

Posteriormente se trabajó en grupos reducidos con la metodología de casos, donde cada grupo debía resolver un escenario de producción y recomendar la fertilización según los datos suministrados en el ejercicio.



Tomando clases:
asistentes al Taller de Capacitación
de Fertilizar en Coronel Suárez, Bs. As. (Arriba)

Agenda de taller en Canals, Córdoba. (Derecha)

Los mismos, de jornada completa, fueron coordinados por Fertilizar y a cargo por los investigadores Echeverría (INTA Balcarce), Bianchini (Aapresid) y Fontanetto (INTA Rafaela).

Los temas tratados básicamente fueron la dinámica de los nutrientes, la fertilización en Trigo, Maíz, Soja y el Análisis de Suelos.

Luego, cada grupo debía defender las decisiones, lo que generó un intercambio muy fructífero para los presentes.

TALLER DE FERTILIDAD DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS PARA PROFESIONALES DEL AGRO.

FECHA: Martes 22 de Agosto
LUGAR: Canals, Córdoba
Salon Magnason
Avenida Malvinas y General Paz

HORA: De 9:30 a 12:00 hs.

Expositores: Ing. Agustín Bianchini - Ing. Hugo Fontanetto

COSTO: \$ 80 (Incluye Almuerzo, Café, Material Impreso, certificado de asistencia)

Informes e inscripción: Señora Cecilia Rial, cear@seniorpublicidad.com.ar, Tel: 011 4372 4000, cear@seniorpublicidad.com.ar

TEMARIO

- 9:30 a 10:00 hs. Bienvenida
- 10:00 a 11:00 hs. Muestreo y análisis de suelos en SO2 (Dinámica de Nitrógeno, Fósforo y Boro) (Oreocultivos)
- 11:00 a 11:30 hs. Café
- 11:30 a 12:00 hs. Descripción y funcionamiento de los nutrientes en trigo, maíz y soja
- 12:00 a 14:00 hs. Almuerzo (Incluye Fertilizar Agro, Café)
- 14:00 a 15:00 hs. Descripción de problemas de fertilidad de suelos
- 15:00 a 17:00 hs. Presentación de trabajos grupales
- 17:00 a 19:00 hs. Conclusiones y cierre

Participación gratuita de profesionales agrónomos del sector

FERTILIZAR
SOLUCIONES PARA EL AGRO

Fertilizar capacita a asesores del Plan Impulso Ganadero

En su constante labor para aumentar o crear la debida conciencia sobre el uso racional del fertilizantes –con el fin de acercar a los productores sus experiencias, estudios y conocimientos teóricos y prácticos– FERTILIZAR-Asociación Civil desarrolló la Primera Jornada de Capacitación Técnica para los asesores del Plan Forrajero, en el marco de su participación en el Plan Impulso Ganadero del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires.

En la jornada, que se llevó a cabo el pasado 10 de octubre en Salón del Balneario Municipal de la ciudad de Tapalqué, se trataron temas tales como el manejo de pasturas, el rejuvenecimiento del campo natural y la fertilización en la Cuenca del Salado; lo que fue complementado con una Introducción a Técnicas de Gestión.

Al respecto, el Sr. Enzo Cástino, Gerente Ejecutivo de FERTILIZAR destacó que “en este tipo de capacitaciones se busca acercarles a los técnicos del programa los conocimientos necesarios para ofrecer a los productores las mejores herramientas disponibles y, así, maximizar la producción en forma sustentable”.

Por eso, lejos de planteos abstractos o genéricos, todo el programa partió del enfoque de la realidad de esa zona con el objetivo de trazar el plan más adecuado para la región, considerando que para aumentar la producción de carne en la Cuenca del Salado a través de la mejora en la alimentación de los animales, es necesario mejorar también las condiciones del suelo, proveyéndole de los nutrientes que las especies de alta producción requieren, como por ejemplo el fósforo, muy deficiente en la zona en cuestión.



FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL

Ministerio de Asuntos Agrarios
Gobierno de la Provincia de Buenos Aires

Convenio Ministerio de Asuntos Agrarios de La Provincia de Bs. As.
Plan Impulso Ganadero - Fertilizar Asoc. Civil

Primer Jornada Técnica de Capacitación a Asesores del Plan Forrajero

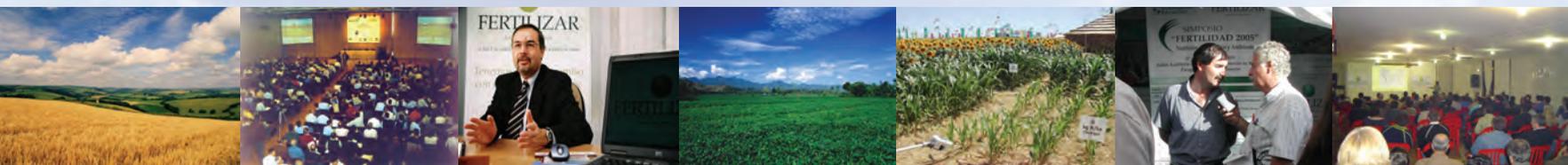
Martes 10 de octubre en el Salón del Balneario Municipal de Tapalqué, Provincia de Buenos Aires.

- Manejo de pasturas y fertilización en la cuenca del Salado.
- Introducción a técnicas de gestión.

AGENDA

09:00 hs.	Bienvenida
09:30 hs. a 12:30 hs.	"Funciones y Tareas de los asesores" Ruben Livio: Coord. Plan Forrajero Ministerio A.A. Bs. As. "Presentación del Plan y Capacitación Técnica" Vicente Casares: Fertilizar Asociación Civil.
12:30 hs. a 13.30 hs.	Almuerzo (invita Fertilizar Asociación Civil)
14:00 hs. a 16:00 hs.	Recorrida en Campo El Silencio en Tapalqué.

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



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



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Rivadavia 1367 7ºB Ciudad de Buenos Aires

Tel: (011) 4382-2413

www.fertilizar.org.ar

info@fertilizar.org.ar





FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

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

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

Fertilizar

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



FERTILIZAR



FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL



Nuestra misión

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

