



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 2 - Octubre 2005



La soja y la fertilidad residual

Modelos de respuesta para la aplicación variable de nitrógeno en maíz

Accesorios para la fertilización a la siembra, en siembra directa

Entrevista: Ing. Fernando Martínez

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO I - Nº 2 - OCTUBRE 2005

Convenio:
FERTILIZAR - INTA 2005 **04**



Ing. Fernando Martínez
El gran anhelo: investigar
y difundir para capacitar **06**



El 4º simposio de nutrición
vegetal en el XIII Congreso
de AAPRESID **09**



Modelos de respuesta
para la aplicación variable
de nitrógeno en maíz **14**



La soja y la
fertilidad residual **17**



Accesorios para la
fertilización a la siembra,
en siembra directa **24**



Investigaciones recientes **28**



Novedades & Eventos **34**



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente

Alejandro Enrique Vollert

Vicepresidente

Gustavo Churín

Secretario

Sebastián Marcos Grondona

Prosecretario

Juan Luis Tamini Elicegui

Tesorero

Carlos Francisco Llambías

Protesorero

Marco Eugenio Prenna

Vocales Titulares

Claudio Horacio Martínez

Julián José Carneiro

Marcelo Eduardo Murmis

Vocales Suplentes

Jorge Bassi

Santiago Álvarez Colombo

Comisión Revisora de Cuentas

Miembro Titular

Pablo Omar Pussetto

Miembro Suplente

Julio Gastón Nogués

Comisión Técnica

Marcelo Palese

Luis Caballero

Jorge Bassi

Germán Deza Marín

Ana Balut

Santiago Chevallier

ACA

ASP

BUNGE

EL BATEL

EMERGER

FÉLIX MENÉNDEZ

FERTICROPS

FERTIVA

MOSAIC

NIDERA

PETROBRAS

PROFERTIL

QUEBRACHITO

REFRACTARIOS ARGENTINOS

REPSOL YPF

RÍO TINTO BORAX

ROULLIER

YARA

Asesor en Contenidos Técnicos

Dr. Ricardo Melgar

ISBN en trámite

Producción

FUSOR PUBLICIDAD

info@fusor.com.ar

La presente campaña de Soja tiene aspectos a destacar:

El retorno que presenta el cultivo por dólar de fertilizante aplicado es favorable, lo cual demuestra que fertilizando se puede maximizar la inversión.

Esta situación y los precios relativos al maíz favorecen la expansión de este cultivo, y es por eso que vale escuchar lo que los expertos señalan:

Las necesidades de nutriente por tonelada producida duplican a las del trigo.

La inclusión de la soja en las rotaciones disminuye drásticamente los niveles de fertilidad original de los suelos; se calcula, por ejemplo, que la variación en rinde entre un suelo bien provisto de fósforo (20 ppm) y uno deficiente (7 ppm) es del orden de 900 kg.

La nutrición fosforada con dosis de entre 80 a 100 kg de fertilizante explica entre el 70 y el 84% del rinde en algunas zonas.

Los nutrientes generalmente deficientes para el cultivo bajo las condiciones de las distintas regiones sojeras son el nitrógeno, el fósforo y el Azufre.

Estos son algunos conceptos que nos motivaron a lanzar nuestra campaña publicitaria utilizando la palabra "Minería".

Creemos que es imperioso concientizar a los productores sobre el daño que la agricultura sin renovación de nutrientes le causa al suelo cosecha tras cosecha, y el daño que eso conlleva para el futuro de nuestra actividad, para el futuro de la reserva alimentaria de la población y para la economía del país.

Es necesario advertir a todo el sector productivo argentino sobre el perjuicio que le estamos provocando al suelo si no le devolvemos todos los nutrientes que le extraemos.

Enzo C. Cástino
Gte. Ejecutivo Fertilizar Asoc. Civil

Convenio:

"El presente Convenio recientemente firmado representa un paso muy importante para la investigación en nutrientes del suelo en Argentina, el mismo abarca los siguientes temas: Ensayos de Larga Duración, Azufre en Maíz, Nitrógeno en Maíz, Nitrógeno y Azufre en Cebada Cervecera, Fósforo en Girasol y Fitotoxicidad-Colocación del Fertilizante en Soja.

En dicha investigación intervienen 27 investigadores de diferentes regiones del país que tendrán injerencia en 42 ensayos."

Ing. Enzo G. Cástino (Gte. Ejecutivo Fertilizar Asoc.Civil).

Estoy convencido de que:

"El Convenio INTA-ACF permitirá mejorar el conocimiento de la disponibilidad y de como funcionan los nutrientes en el suelo, y de su relación con el crecimiento y rendimiento de los cultivos principalmente en la región pampeana. Estos resultados permitirán generar pautas concretas de manejo racional de los fertilizantes, que aseguren la rentabilidad y la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios".

**Ing. Agrónomo Hernán Echeverría
(Representante Comité Coordinador
INTA- Fertilizar Asoc. Civil).**

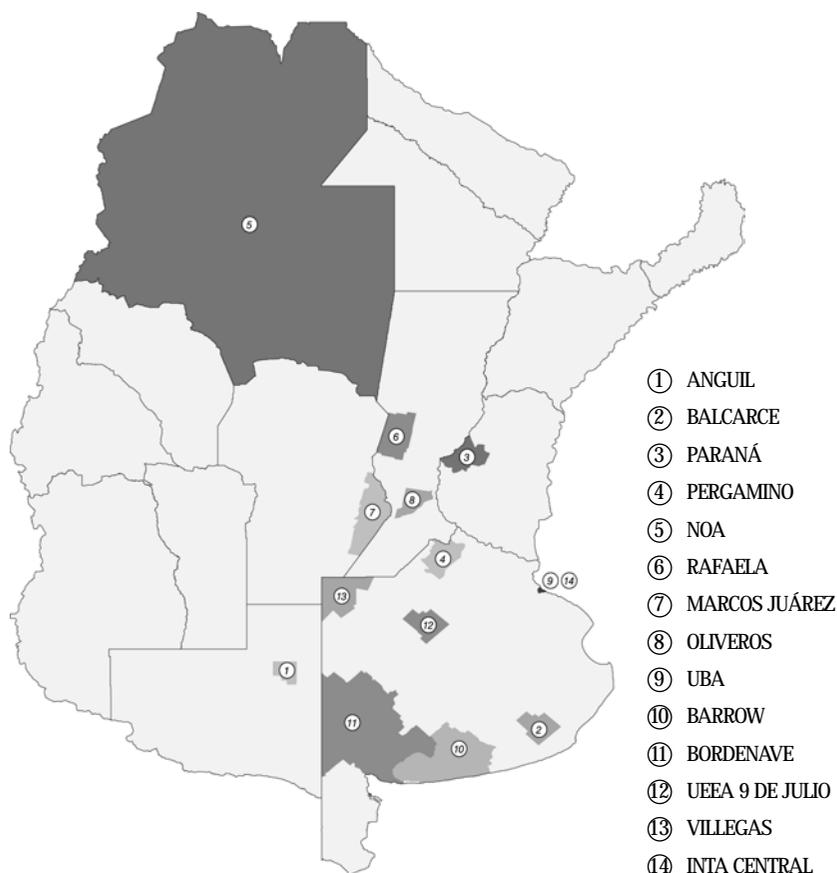
NOMBRE	RESPONSABILIDAD
BARRACO, MIRIAM R.	Participante ensayo de larga duración.
BERGH, RICARDO G.	Participante red de ensayos de N-S en cebada.
BONO, ALFREDO	Participante ensayo de larga duración; participante red de ensayos de P en girasol.
CASAGRANDE, GUILLERMO	Participante red de ensayos de P en girasol.
CASTELLARIN, JULIO	Participante red de ensayos de N en maíz.
DE SÁ PEREIRA, EDUARDO	Participante red de ensayos de P en girasol.
DIGNAN, DAMIÁN	Participante red de ensayos de S en maíz, participante red de ensayos de N en maíz, participante ensayo de larga duración.
EICHEVERRÍA, HERNÁN E.	Coordinador, participante ensayo de larga duración, participante red de ensayos de N en maíz.
FERNÁNDEZ, ROMINA	Participante ensayo de larga duración.
FERRARI, MANUEL C.	Participante ensayo de larga duración.
FERRARIS, GUSTAVO N.	Participante red de ensayos de S en maíz, participante red de ensayos de N en maíz, participante red de ensayos de N-S en cebada.
FONTANETTO, HUGO	Participante ensayo de larga duración.
GALARZA, CARLOS	Participante ensayo de larga duración, participante red de ensayos de N en maíz, participante ensayo de larga duración.
GUDELI, VICENTE	Coordinador módulo, participante ensayo de larga duración, participante red de ensayos de N en maíz, participante ensayo de larga duración.
GUTIÉRREZ BOEM, FLAVIO H.	Participante red de ensayos de S en maíz, participante red de ensayos de N en maíz, participante red de ensayos de N-S en cebada.
LOEWY, TOMÁS	Participante red de ensayos de N-S en cebada.
MELCHIORI RICARDO J. M.	Participante ensayo de larga duración.
MONTOYA, JORGELINA	Participante red de ensayos de P en girasol, participante ensayo de larga duración.
PAPAROTTI, OSVALDO	Participante ensayo de larga duración.
PEDROL, HUGO	Participante red de ensayos de N en maíz.
PRYSTUPA, PABLO	Participante red de ensayos de S en maíz, participante red de ensayos de N en maíz, participante red de ensayos de N-S en cebada.
QUIROGA, ALBERTO	Participante ensayo de larga duración, participante red de ensayos de P en girasol.
SAINZ ROSAS, HERNÁN	Participante ensayo de larga duración, participante red de ensayos de N en maíz.
SALVAGIOTTI, FERNANDO	Participante red de ensayos de S en maíz, participante red de ensayos de N en maíz, participante ensayo de larga duración.
SÁNCHEZ, HÉCTOR A.	Participante ensayo de larga duración, participante ensayo de larga duración.
VENTIMIGLIA, LUIS	Participante red de ensayos de N-S en cebada.
VIVAS, HUGO S.	Participante ensayo de larga duración.

FERTILIZAR - INTA 2005

“El objetivo del convenio es dar respuesta, por medio de la investigación, a las demandas prioritarias de información, en lo que hace a fertilidad de suelos y la fertilización de los cultivos en el área pampeana.

El alcance del mismo es responder a demandas puntuales de corto plazo, como así también a incógnitas de largo plazo relacionadas con la sustentabilidad, fundamentalmente del sistema agrícola.”

Ing. Vicente Gudelj (INTA Marcos Juárez, Rep. Comité Coord. Convenio INTA).



	ENSAYO DE LARGA DURACIÓN	RED ENSAYOS DE S EN MAÍZ	RED ENSAYOS DE N EN MAÍZ	RED ENSAYOS DE N - S EN CEBADA	RED ENSAYOS DE P EN GIRASOL	RED FITOTOXICIDAD-COLOCACI3N EN SOJA
Nº ENSAYOS	9	6	7	9	6	5
CU		•	•	•	•	•
Anguil	•				•	•
Balcarce	•		•			
Paraná	•					
Pergamino	•	•	•	•		
NOA	•					•
Rafaela	•					
Marcos Juárez	•		•			•
Oliveros		•	•			•
UBA		•	•	•		
Barrow				•		
Bordenave				•		
UEEA 9 de Julio				•		
Villegas					•	•
INTA Central						


FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL



0
kg N/ha
(Testigo)

Ing. Fernando Martínez El gran anhelo:

Ingeniero, ¿podría describirnos su CV?

Tengo 54 años, nací en Rosario de Santa Fe y me crié en el barrio de Arroyito, territorio del glorioso Rosario Central. Soy medio litoraleño - medio pampeano, el Paraná siempre está en mi corazón. Mis hijos tienen 25 y 23 años y poco que ver con la Agronomía. Estoy casado en 2ª vuelta y soy bastante feliz. Mis actividades preferidas son jugar al fútbol, escuchar música, leer, pescar (siempre con devolución), y ver documentales sobre la naturaleza por TV. Mi trabajo me gusta mucho, pero básicamente lo hago para ganarme la vida. Sería completamente feliz si mi pueblo estuviera educado, bien vestido y bien comido, con casa y trabajo dignos.

Desde los 13 años acompañé a mi tío, hijo de inmigrantes marchegianos, a realizar actividades de agricultura e invernada en su chacra de Soldini, SF, a 15 km de Rosario. Considero que allí nació mi vocación por la Agronomía.

Mi tesina de graduación, realizada en INTA Rosario del Tala ER, sobre fertilización fosfatada de pasturas, en 1974, es mi primera aproximación al tema. Lamento decir que no recibí ninguna formación sobre el asunto durante mi paso por la Universidad y que todo el conocimiento tuve que ganarlo "a campo". Mi presencia en Tala, tuvo triple objetivo: terminar la Facultad, conocer las actividades de extensión (quería ser extensionista) y aprender sobre pasturas en Entre Ríos.

Después trabajé en el Sur de Santa Fe, contribuyendo a difundir la soja, construyendo campos de juego y asesorando empresas.

¿Desde cuándo se lo relaciona a LA JEFATURA DEL INTA CASILDA?

En 1978 me hice cargo de la jefatura de la Agencia INTA Casilda, en la zona donde se inició el fenómeno sojero. Para quienes no conocen debo decir que en una Agencia la problemática entra por la puerta, por la ventana o atravesando las paredes y se instala sin pedir permiso; de manera que si el técnico es perceptivo y asume el

compromiso que corresponde, desafío y trabajo nunca le faltan.

La organización de la actividad en una Agencia de Extensión es sencilla: se identifica una limitante productiva y se busca su solución, si ésta existe se difunde; si no existe hay que encontrarla y después difundirla. Por lo general es necesario realizar actividades experimentales antes de pasar a las de difusión- transferencia. La problemática es tan amplia que es necesario jerarquizar y priorizar los problemas. (Es imposible enfrentar todos los problemas). Habida cuenta de la crónica escasez de recursos también es necesario no superponer actividades con otros técnicos o grupos.

¿Cuáles fueron y son sus ámbitos de investigación? *He trabajado en prevención y control de Esclerotinia en soja, aplicación aérea de plaguicidas, caracterización de ambiente para la elección de cv de soja, desarrollo de plaguicidas, etc. Sin embargo, el eje conductor fueron, son y serán las actividades sobre suelos: prevención y control de erosión hídrica, esquemas de rotación y labranza, diseño y evaluación de sembradoras (en cuanto actúan dentro del suelo) y finalmente, fertilización y fertilizantes.*

Sin ser la actividad preferencial (porque había limitantes más importantes) trabajé en fertilización desde 1978, en el Centro Sur de SF (algo más de 1 millón de ha, incluyendo los departamentos Caseros, San Lorenzo, Constitución y Rosario). Al principio sobre Nitrógeno, luego sobre Fósforo y desde 1992 sobre Azufre y en todos los cultivos para granos: trigo, maíz, soja, cebada, sorgo y legumbres.

¿Por qué el foco en Azufre?

El agro nacional se caracteriza por la explotación del recurso suelo (explotar significa destruir), en particular de su materia orgánica. Al disminuir la materia orgánica encontramos respuesta al Nitrógeno, el nutriente que seguía en la lista era el

investigar y difundir para capacitar

Azufre y como soja es particularmente dependiente del azufre por allí rumbeamos. Así de sencillo. Un trabajo fundamental sobre este aspecto en el que participé, fue dirigido por el Dr. Adrián Andriulo, de INTA Pergamino, presentado en 1996 y contribuyó fuertemente a la hipótesis sobre la que construimos nuestro programa de trabajo.

Para 1994 la "respuesta al Azufre" en soja marcaba una línea de acción importante. Discutimos qué hacer entre los Ings. Graciela Cordone, Hugo Ghio y Rafael Abrate; comenzamos planteando que existía una limitante físico-productiva y un lucro cesante enganchado a ella. Aplicando este método llegamos a descubrir la deficiencia de Azufre y la respuesta a la fertilización azufrada. Desde 1996, Fertilidad, Fertilización y Fertilizantes (en ese orden) se llevan el 90% de mi tiempo laboral.

Cuando comenzamos a visualizar el potencial de la fertilización azufrada en la región pampeana y soportando las penurias económicas de la década del 90, recurrimos al apoyo económico de conocida empresa alemana de agroquímicos con quién suscribimos un convenio para "Desarrollar la fertilización en maíz, trigo y girasol". En realidad se trataba de desarrollar la fertilización en soja; pero sin antecedentes documentados, la propuesta no hubiera sido aceptada por los técnicos de Alemania. Para aprobar el convenio, así que tuvimos que "disfrazar" el proyecto. Los Ings. Agrónomos Marcelo Hoyos y Elmar Schöening (ambos cómplices) fueron la contraparte empresarial del convenio. Incluso enviamos una tonelada de suelo de serie Casilda a la experimental de Limburgerhoff para realizar los experimentos en macetas que corroboraron los resultados obtenidos a campo. En 1997 viajamos a Alemania junto con el Dr. Fernando García, visitamos la experimental y discutimos los resultados. Las actividades del convenio permitieron actividades en red con técnicos de las experimentales Marcos Juárez, Rafaela, Pergamino y Oliveros.

Después de un largo proceso, la Ing. Graciela Cor-

done, Jefa de Suelos de la Experimental Pergamino, se trasladó por razones personales a la Agencia Casilda en 1996, y si bien ella ya estaba participando en las actividades del convenio desde Pergamino, la posibilidad de trabajar juntos y a tiempo completo en fertilización azufrada aceleró los resultados y su consistencia técnico-científica. Para el otoño de 1998 teníamos "el paquete armado". Viajamos a USA en junio, a discutir nuestros resultados.

¿Hay conciencia a nivel general de las necesidades de Azufre para nuestra producción agrícola? Actualmente sí, pero fue un proceso largo y costoso. En septiembre de 1998 presentamos nuestros resultados sobre fertilización azufrada en dos Seminarios realizados en Casilda. Este "paquete" incluía la base científica que avalaba los resultados, el panorama nutricional de los suelos de la región, la técnica operativa de la fertilización, la paleta de fuentes azufradas y hasta los cambios que se producen en la calidad de los granos de soja y trigo por fertilización azufrada. Todos los componentes del paquete fueron desarrollos propios. De allí en adelante los colegas tomaron la propuesta y la difundieron, la industria percibió la oportunidad y se metió con todo (la inversiones en plantas de azufrados no dejan dudas) y los productores fueron adoptando gradualmente la innovación.

¿Cómo experimentaron en la región ?

Todos nuestros ensayos se hicieron y hacen en campo de productores. Primero, explorando y luego ajustando los factores de la técnica. Contamos con la participación de muchos productores de la región. Una centena de ellos participaron en el programa; menciono a Julio Riquelme, correntino, encargado de "Don Osvaldo", campo del Ing. Hugo Ghio, de Camilo Aldao, Cba., quien observó en soja de 2ª la residualidad de la aplicación de Azufre en trigo (residualidad que rechazaba la visión académica respecto a la alta movilidad





del azufre en el suelo y precisamente su carencia de residualidad). La capacidad de observación de los productores fue fundamental y enriqueció la información ya que en el avance debieron superarse obstáculos que sin su participación no se hubieran tenido en cuenta. Este aspecto otorgó un claro valor agregado a todo el programa, ya que la información producida estaba ajustada en condiciones de campo y en condición de ser transferida de inmediato (cosa que hicimos).

¿Cómo pudieron difundir los resultados de toda la información?

La técnica fue difundiendo a los productores con presentaciones en pueblos y ciudades de la región. En 1999, INPOFOS Cono Sur comenzó a realizar Seminarios sobre Fertilidad de Suelos y Fertilización de cultivos en Rosario, la capital agrícola nacional. Este evento, devenido ya en un clásico, contribuyó a impulsar actividades de investigación y experimentación y a difundir sus resultados. El primer seminario de INPOFOS disparó la fertilización en la región pampeana Norte.

La constitución del Grupo Nutrientes INTA Sur de SF permitió avanzar en la recomendación de fertilización nitrogenada, fosfórica y azufrada en trigo, maíz y soja.

¿En qué trabajan actualmente?

Desde hace unos años exploramos respuesta a otros nutrientes como Magnesio, Potasio, Zinc y Boro. Llevamos varios años trabajando con pasturas base alfalfa con resultados impresionantes. Afortunadamente en nuestra región se han constituido otros grupos de trabajo: AACREA-INPOFOS, AAPRESID-INPOFOS. La metodología de trabajo de estos tres grupos es semejante y estamos obteniendo los mismos resultados. Seguramente ganaremos el tiempo perdido y dispondremos de innovaciones antes de lamentar mayor lucro cesante o un deterioro irreversible de los suelos; pero por lo que conozco esto no ocurre en otras regiones del país o incluso dentro de la misma región pampeana.

En 2004 aparece FERTILIZAR ASOCIACIÓN CIVIL, llamada a continuar y mejorar el rol del Proyecto Fertilizar de INTA. La apuesta a actividades de difusión de innovaciones es básica para mejorar su adopción; sin embargo es en el área de la capacitación donde deberá hacerse el mayor esfuerzo, si es que se acepta que las mayores limitantes en el agro nacional están la habilidad de sus actores para entender, seleccionar y aplicar innovaciones en insumos, equipos y procesos en un ambiente dinámico y competitivo. Dicho sencillamente, se trata de invertir en recursos humanos. Ahí está el nudo que habrá que desatar.

¿Cuál es su visión sobre la situación de nuestros suelos?

En la región pampeana el grado de deterioro de muchos de nuestros suelos no debe ser novedad para nadie, aunque debo mencionar que aún presentan una fertilidad comparativamente mejor (y no sólo mayor) que muchos suelos del planeta. Esta enorme fertilidad original distorsionó muchas ideas respecto a ellos, ideas equivocadas mantenidas por demasiado tiempo, aún en ambientes académicos. También es pertinente mencionar que el uso histórico de nuestros suelos no es el mismo para todos: suelos de chacra con 120 años de agricultura continua presentan un grado de deterioro muchísimo mayor que suelos de estancia, con 80 años de invernada, baja extracción de nutrientes, donde no se quemaron rastrojos y con pocas labranzas.

Sin embargo, es en el resto del territorio continental argentino donde debemos enfrentar los problemas más serios: erosión hídrica, eólica o ambas, pérdida de fertilidad, salinización, desertificación, pérdida de biodiversidad, etc. El verdadero desafío nacional en este aspecto es revertir un proceso que lleva demasiado tiempo "comiéndose" el recurso en toda la Argentina extrapampeana expulsando su población.

Obviamente, esto no será posible si no se encara el desafío en sus dimensiones ambiental, social y económica.

El 4º simposio de nutrición vegetal en el XIII Congreso de AAPRESID

El Congreso de AAPRESID, un clásico que reúne amigos, pensadores y científicos de nivel mundial. Hoy es quizás, el evento de las ciencias agronómicas más importante por lo numeroso de su asistencia en el país y que más personalidades atrae, incluyendo a las del sector político gobernante. Queremos compartir con nuestros lectores algunos temas del último, el número 13º, y en particular con referencia al Simposio de Nutrición y Fertilidad. Este es el cuarto año en que se incluye como tal en los Congresos anuales de la Asociación; y como en otros años, el Simposio ha atraído más asistentes que los demás eventos organizados por AAPRESID.

La fertilidad en la Agenda del Congreso

No puede menos que hacerse algo de historia sobre la relación con AAPRESID y el tema de nutrición vegetal y fertilización. Antes de 1997, el tema ni figuraba en la agenda técnica de las actividades de AAPRESID, ya fueran Congresos, días de campo o publicaciones. A pesar de que ya en ese tiempo el 80 % del trigo, el 78 % del maíz y el 10 % de la soja se fertilizaban, el eje del mensaje de la Asociación era otro; la preponderancia en la difusión de la SD y la ASAP (Agricultura Sustentable de Alta Producción) tomaban todas las energías. Durante 1998, comienzan a desarrollarse experiencias en conjunto con el proyecto Fertilizar que son presentadas en los días de campo organizadas por AAPRESID. En 1999 se vincula fuertemente el INPOFOS, con las primeras experiencias diseñadas para el monitoreo de largo plazo y en el 2001 se realiza el 1º Simposio que, desde entonces,

con el gran apoyo del público que demuestra su interés, motiva a los organizadores a incluirlo una y otra vez.

Hoy la fertilización es un aspecto más de la revolución agrícola a que asistimos, ya sea como espectadores o protagonistas, y se realiza por razones agronómicas, ambientales y económicas. Se fertiliza porque la mayor producción no sólo paga el costo del fertilizante y resta también un beneficio neto; se fertiliza también para generar más biomasa, lo que resulta en más carbono para el sistema y más materia orgánica en el suelo. Y se fertiliza además para reponer los nutrientes extraídos y exportados en los granos y muchas veces sólo por esto: para conservar la fertilidad del suelo tal como es actualmente.

El buen agente de prensa

En las exposiciones se hizo mención al rol que tienen la prensa y los comunicadores en la formación de la opinión pública en general. El tema no es menor para el caso de instituciones que promueven tecnologías como AAPRESID o la Asociación Civil Fertilizar. Fue específicamente expuesto con maestría por el periodista Mario Mactas. Y en su exposición encontramos muchos elementos que hermanan a las organizaciones recién mencionadas. Sin embargo, no se puede obviar la fuerza de la comunicación profesional; apelamos a algunos ejemplos escuchados en el Congreso para demostrarlo.

En su disertación el Dr. Dwayne Beck aludió irónicamente a la paradoja que existe entre el secuestro de carbono y la inmo-



¹ Otto Solbrig. 2005. La historia del concepto de paradigma en la ciencia y la agricultura. Pag. 11-13. actas del XIII Congreso AAPRESID.



vilización de nitrógeno en sistemas de siembra directa. Según Beck, el primer concepto tuvo mejor prensa que el segundo porque, aún cuando responden al mismo fenómeno biológico, si las consecuencias ambientales y económicas son ciertamente bien diferentes, la verdad es que al menos en el ámbito científico es así. Esto muestra que un *proposal* tiene más chance de ser elegido para un subsidio si se tocan temas relativos a la protección am-

servacionista en Europa, Gottlieb Bash, expresaba que, entre otras razones, la escasa difusión de la SD allá en comparación con EE.UU. y Sudamérica, se debe a la falta de una opinión pública favorable, y recomendó al final de su exposición la búsqueda de ayuda de otras asociaciones para llevar el mensaje positivo no sólo a los agricultores sino también a las autoridades y consumidores, cuya aceptación es la que proveerá la fuerza para el cambio.



biental antes que a la mayor o mejor productividad de los cultivos, independientemente de sus otros méritos. Por eso, la fundación de Bill y Melinda Gates y su equipo de comunicadores –respecto a una donación para una fábrica de urea en Bangladesh, se refirieron en sus gacetillas de prensa a una fábrica de un compuesto fertilizante orgánico basado en el carbono. Acerca del desarrollo de la agricultura con-

No hay nada más importante que la buena comunicación entre la industria y el público consumidor, y más precisamente entre la industria de fertilizantes y su audiencia de productores y agricultores.

Gustavo Grobocopatel se refería a AAPRESID como la desarrolladora de temas innovadores varios, tales como los silo bolsa, las redes de contratistas, y, en el lista-

do, mencionaba a la nutrición de cultivos; seguramente asociando el hecho de la presencia de los Simposios en los Congresos y la prensa cada vez mayor que tienen los fertilizantes. Los productores de punta adoptaron la fertilización en el sudeste mucho antes y la adopción masiva se siente con fuerza desde 1994. Ese fue el año del punto de inflexión en el consumo. Que AAPRESID sienta como propio el mensaje de la nutrición de cultivos es parte del mismo mensaje positivo y masivo que Fertilizar promueve en el sector agropecuario, y que viene recuperando posiciones desde décadas de atraso.

Novedades y tendencias en manejo de nutrientes

Tres son los temas fuertes que se reflejan en las distintas conferencias, paneles y talleres, además de los específicos del Simposio, y responden a investigaciones de punta en fertilidad de suelos en el mundo, siempre hablando de cultivos extensivos². 1) Aumento de la eficiencia del uso de fertilizantes, por un mejor manejo o mejor tecnología en la manufactura de fertilizantes. 2) Manejo sitio - específico de la fertilización, ya sea a través de la agricultura de precisión, o de simples prácticas como el análisis de suelos y 3) Mejora en la calidad del suelo a través del manejo de las rotaciones, influyendo en el balance de carbono.

Se tiende a un manejo que en la siembra aplique los fertilizantes estrictamente necesarios para los períodos iniciales, con el objetivo de no interferir con las operaciones de siembra ni afectar la viabilidad de las semillas con exceso de fertilizantes. El logro del balance neutro de nutrientes, es decir, la diferencia entre las cantidades extraídas y repuestas, se complementa en otro

momento menos comprometido con la sincronización de las condiciones de humedad del suelo y las operaciones de siembra.

· *Aumento de la eficiencia de uso*
Tecnologías nuevas en aplicación de nutrientes por vía de la pulverización, aplicación de dosis variables de fertilizantes y manejo del fósforo en SD son apenas ejemplos observados en las conferencias que apuntan a una mayor eficiencia del uso de nutrientes. La efectividad del control del suministro para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes y así reducir problemas ambientales depende principalmente de dos factores: adaptar la oferta de nutrientes a la demanda de las plantas y mantener la disponibilidad de nutrientes en el tiempo. Esto es posible mediante el manejo o a través de nuevos fertilizantes de liberación controlada. El reciente taller realizado en Frankfurt³ enfatiza las nuevas tecnologías de manufactura de fertilizantes, alternativas a las distintas opciones de manejo, como un medio para mejorar la eficiencia.

Los avances en los últimos diez años en fertilizantes de liberación controlada son espectaculares. Al igual que con las tecnologías de llegada masiva como la comunicación con celulares o los DVD, tiene como consecuencia, quizás no deseada por los innovadores, el descenso de su precio al consumidor. La relación entre el costo por kg. de nutriente de un fertilizante de liberación controlada ha bajado de 5 a 2 veces el valor del kg. de nutriente de un fertilizante convencional, nada más que por la mejora tecnológica en el proceso de manufactura.

Dentro de las mejoras tecnológicas de la manufactura de fertilizantes que se pre-



² En agricultura intensiva las innovaciones son mucho más espectaculares: Con base en el fertirriego, los dositroneos monitorean los cambios día a día en el tamaño de los órganos: tallos, peciolo, frutos, y regulan las dosis y composición de los nutrientes incorporados en el sistema de riego.

³ IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers. Frankfurt, Germany, 28-30 June 2005.



sentaron en el Simposio y el Congreso se destacan las novedades contadas por el Dr. Graeme Blair acerca de fertilizantes complejos NPS, más concentrados en P y S, apropiados para el manejo antedicho, es decir, aportar los nutrientes en cantidades compatibles con las necesidades iniciales, concentrados alrededor de la zona de raíces. El N restante para los cereales puede complementarse en diferentes oportunidades, tanto antes de la siembra como después de la emergencia.



Efecto del fósforo en la densidad de raíces. La ilustración muestra dos plantas, originalmente en macetas con el mismo tratamiento, que luego fueron transferidas a un medio con P y otro sin P. La planta de la izquierda, siete días después, poseía una contrastante densidad de raíces en relación a la de la derecha. El experimento demuestra el efecto potencial de la colocación del P en la línea de siembra.

· *El manejo sitio específico*

Se ha pasado por varias estrategias conceptuales, desde la grilla de análisis de suelos con aplicadores de dosis variables de insumos hasta elementos simples como evaluación de intensidad de verdor de la vegetación por medio de sensores fotovoltaicos y simples cartas de colores. Las conferencias de Ricardo Melchiori y Matías Ruffo entre otras, ilustran la importancia del tema ofre-

ciendo evidencias científicas y prácticas en gran escala para resolver los problemas que se presentan. La potencialidad de uso en el país se ha destacado por la escala de los campos, la influencia del paisaje en la heterogeneidad de los parámetros de fertilidad vinculados al nitrógeno.

Anticipos sobre el uso de indicadores más confiables para el diagnóstico de la necesidad de nitrógeno, presentados recientemente en el Simposio Fertilidad 2005, y ejemplos de su adopción en investigación fueron abordados en el congreso de AAPRESID por Matías Ruffo. El llamado Illinois Soil Nitrogen Test, (ISNT) evalúa una fracción del N total muy relacionado al N entregado durante el cultivo; por lo tanto, fuertemente relacionado a la respuesta al N agregado como fertilizante. Matías muestra como el procedimiento contribuyó al desarrollo de nuevos modelos para la aplicación de la agricultura de precisión. En la misma dirección, el Dr. Blair presentó nuevos indicadores de disponibilidad de azufre, el S-SO₄ extraído con KCl a 40° C, que mejora los ajustes de calibración de análisis de suelos y respuestas al azufre aplicado.

· *El balance de carbono y las rotaciones*

La mejora en la calidad del suelo a través del manejo de las rotaciones, influyendo en el balance de carbono, fue un tema de creciente inclusión en los foros como el del Congreso. El tema ha “prendido” en los dos últimos seminarios de fertilidad y potenciado por otras organizaciones además de AAPRESID. El valor de la materia orgánica no es discutido y reconocido por todos los que tenemos que ver con el campo. Pero la necesidad imperiosa de “reconstruir” los valores perdidos, una tarea casi imposible por cierto, motiva a inves-



tigadores, periodistas y, por supuesto, productores a intentar distintas estrategias. Y la más exitosa es rotando con cereales en mayor proporción.

Trigo o maíz en los planteos son superadores, ya que representan más aporte de carbono al sistema. Varias conferencias magistrales, presentaciones en paneles y alusiones menores, confirman que este es el eje actual del mensaje de AAPRESID. Destacamos las presentaciones de Dwayne Beck, Alejandro Morón, Alfredo Lattanzi, Gustavo Ferraris y Nelly Blair, entre las que enfatizaron el concepto de la rotación con cereales para cerrar el círculo virtuoso.

El cambio de paradigma en la nutrición de cultivos

El gran cambio al que asistimos desde hace unos años se refleja en una agricultura moderna, más sustentable que antes, que repone los nutrientes y mantiene la fertilidad del suelo. Sin duda, hay beneficios económicos para el productor detrás de la adopción masiva de la fertilización en todos los cultivos. Además, hay “externalidades” derivadas de una mejor oportunidad de cosecha, mejor y más uniforme maduración y secado del grano en la planta, (efecto del P en la maduración); mayor resistencia a enfermedades asociadas a una nutrición más pobre (efecto del Cl en la susceptibilidad a enfermedades foliares en trigo), mejor calidad de la producción

(efecto del S en la calidad panadera del trigo), y así con varios otros ejemplos.

El desafío que nos impone AAPRESID a los que trabajamos con estos temas es superar lo conocido. Los avances científicos se dan en las fronteras del conocimiento, en la interfase de contacto con otras disciplinas, afines o no. En fertilidad, se ven en fisiología y biotecnología, maquinaria y sistemas mecánicos, en mineralogía y ciencias de los materiales y en muchas otras ramas de la ciencia y tecnología. En cada pequeño paso de avance y progreso que observamos por los medios especializados de comunicación se ve a un investigador innovador; y más que la cualidad de una mente brillante se ve el esfuerzo y su trayectoria a través del tiempo.

Repetir un cambio de paradigma de un impacto tal que supere a la adopción de la fertilización en la agricultura argentina es tan difícil como encontrar un paralelo a la adopción de la siembra directa. Durante varios años sólo se estudiaba el N y el P, hasta que se descubrió que aplicar S resultaba rentable. También se descubrió que aplicar superfosfato simple era un buen negocio porque aportaba P y S a la soja en una proporción aceptable. Pueden mencionarse otros ejemplos de nuevos paradigmas, más pequeños, de escala menor, pero que constituyen el paradigma de la ciencia: el avance paso a paso, de a uno por vez; y la construcción de una estructura ladrillo a ladrillo, uno sobre el otro.



Modelos de respuesta a aplicación variable de

Ing. Agr. Matías L. Ruffo, Ph.D. (ruffo@uiuc.edu) Universidad de Illinois



Ing. Agr. Matías L. Ruffo, Ph.D.

Durante muchos años, los técnicos y productores hemos sabido que el rendimiento de los cultivos varía espacialmente dentro de los lotes de producción. Esta variabilidad generó interés en el manejo sitio-específico de los cultivos y en la aplicación variable de insumos. La aplicación variable de fertilizantes en general y de nitrógeno (N) en particular ha despertado un gran interés entre los productores y asesores. La aplicación variable de N (AVN) permitiría optimizar la dosis de N aplicado en cada sector del campo de acuerdo a los requerimientos del cultivo y las características del suelo. La DEON es la dosis de fertilizante nitrogenado (kg N/ha) que maximiza el beneficio económico de la fertilización (diferencia entre ingreso debido a la fertilización y el costo de la misma). El objetivo de la AVN es aplicar la dosis de N que maximiza el beneficio económico en cada fracción del lote.

Para que la AVN sea técnicamente factible y económicamente viable es necesario que exista variabilidad espacial de la DEON; y para que esto ocurra la respuesta del maíz al N debe variar dentro del lote. Para evaluar la variabilidad espacial de la respuesta del maíz al N en lotes de producción comercial, se condujeron ensayos en 17 localidades en Illinois (EE.UU.). A modo de ejemplo, en la Fig. 1A se presenta la curva de respuesta del maíz al N en diferentes regiones en un lote de 65 ha.

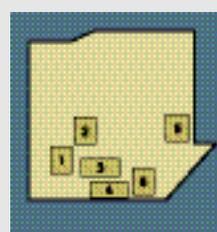
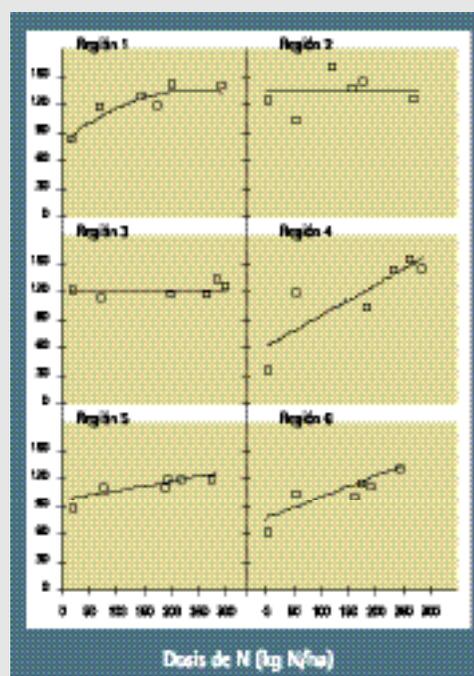


Figura 1. Variabilidad espacial de la respuesta del maíz en rendimiento (A) y contenido de N a cosecha (B) a la fertilización nitrogenada en seis regiones en un lote de 65 ha en Illinois. El mapa (C) indica la ubicación de las regiones en el lote.

Como se evidencia en la Fig. 1A, la respuesta del maíz al N varió entre regiones. En las regiones 2 y 3 no hubo respuesta al N, mientras que en las regiones 4, 5 y 6 la respuesta fue lineal, y en la región 1 el rendimiento se incrementó hasta los 210 kg N/ha y a mayores dosis de N se mantuvo constante. La dosis uniforme reco-



Illinois, EE.UU.



para la nitrógeno en maíz

mendada para este lote era de 190 kg N/ha. La DEON varió entre regiones, siendo 0 kg N/ha en las regiones 2 y 3, 280 kg N/ha en las regiones 4, 5 y 6, y 195 kg N/ha en la región 1. Con un manejo uniforme (190 kg N/ha en todo el lote) se hubieran sobreaplicado 190 kg N/ha en las regiones 2 y 3 (donde no hubo respuesta) resultando en un menor beneficio económico para el productor. Por otro lado, en las regiones de repuesta lineal (particularmente en las regiones 4 y 6), la aplicación de 190 Kg N/ha hubiera sido sub-óptima, y se hubiera perdido rendimiento. En la región 1, la DEON fue similar a la dosis recomendada y por lo tanto en esta zona el rendimiento esperado con AVN y uniforme es prácticamente el mismo. El grado de variabilidad espacial de la DEON demuestra el potencial de la AVN para incrementar la eficiencia de utilización del N y la rentabilidad de la producción.

En este ensayo, se determinó además la concentración de N en grano y se calculó el contenido de N a cosecha en la biomasa aérea (Fig. 1B) asumiendo un índice de cosecha de N (N en grano/N en la biomasa) del 70%. El contenido de N a cosecha de la biomasa aérea del maíz sin fertilizar permite estimar el aporte de N del suelo, que varió entre 116 kg N/ha en la región 4 y 280 kg N/ha en la región 2; una diferencia del 140%. Estos resultados demuestran el grado de variabilidad espacial en el aporte de N por parte del suelo e indican que la disponibilidad de N es uno de los factores más importantes que determinan la variabilidad espacial de la respuesta al N, y por ende la DEON.

La variabilidad espacial de la respuesta del maíz al N ejemplificada en el lote de la Fig. 1, también observada en todos los otros lotes estudiados sugiere que ciertas características sitio-específicas (por ej. disponibilidad de N, profundidad del suelo, textura, etc.) afectan la respuesta del cultivo y que estas características varían dentro de los lotes. El desafío agronómico es determinar cuáles son las características sitio-específicas que más afectan el rendimiento del maíz y su respuesta al N en cada región, poder medirlas y cuantificar la relación entre estas características y la respuesta del cultivo a la aplicación de N.

Una de las características más importantes que determinan el rendimiento de los cultivos y la respuesta al N son la posición en el relieve y las características topográficas de cada región o área del lote porque la topografía afecta la distribución espacial del agua y los nutrientes, y las características de los suelos. Otra variable muy importante en el caso de la AVN es el aporte de N del suelo. Investigadores de la Universidad de Illinois (Khan y col., 2001) desarrollaron recientemente un nuevo análisis de suelo, denominado ISNT (Test de Nitrógeno en Suelo de Illinois), que ha mostrado resultados promisorios como herramienta de diagnóstico de la fertilización nitrogenada en maíz. El ISNT es considerado una estimación del N orgánico potencialmente mineralizable, es decir que a mayor ISNT, mayor es la capacidad del suelo de aportar N por mineralización. Daverede (Simposio de Fertilidad, INPOFOS-Fertilizar 2005) ha resumido las características más importantes de este análisis y algunos resultados preliminares de ensayos en Argentina.





Con el fin de desarrollar modelos de respuesta sitio-específicos basados en características topográficas y el ISNT, se condujeron ensayos de respuesta en 4 lotes ubicados en la zona Centro y en otros 4 lotes en la zona Centro-este de Illinois. El ISNT fue la característica sitio-específica que explicó la variabilidad del rendimiento y de la respuesta del maíz al N de la forma más consistente. Las características topográficas que explicaron la variabilidad espacial del rendimiento y de la respuesta del maíz al N no fueron las mismas en las dos regiones, pero el Area de Cuenca Específica (ACE) fue la característica topográfica que más contribuyó a explicar esta variabilidad. A modo de ejemplo, en la Fig. 2 se presentan 4 curvas de respuesta para regiones dentro de un lote con valores diferentes de ISNT y ACE, estimados a partir de los modelos de respuesta sitio-específicos desarrollados para la zona Centro de Illinois.

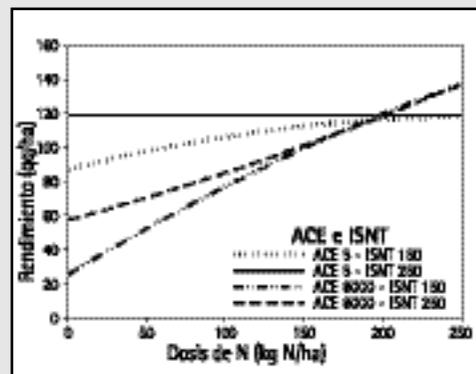


Figura 2. Curvas de respuesta para 4 regiones de diferente Area de Cuenca Específica (ACE) e ISNT estimadas a partir de los modelos de respuesta sitio-específicos

El ACE es una medida de la superficie de la cuenca para cada región del lote y está fuertemente relacionado con el contenido hídrico del suelo. Las regiones de bajo ACE (ACE=5) están ubicadas en zonas altas del paisaje y presentan suelos bien drenados, mientras que las regiones de alto ACE (ACE=6000) se encuentran en zonas bajas y

los suelos son pobremente drenados. Los modelos de respuesta indican que el rendimiento del maíz a bajas dosis de N es menor en regiones donde el ACE es alto (suelos pobremente drenados) pero en estas zonas la respuesta al N es mayor que en regiones donde el ACE es bajo (suelos bien drenados). Asimismo, a un mismo ACE y a bajas dosis de N, el rendimiento es mayor donde el ISNT es alto (ISNT=250), porque el aporte de N por mineralización es mayor que en zonas de bajo ISNT (ISNT=150). En regiones donde el ACE es bajo (zonas altas, de suelos bien drenados), el rendimiento del maíz no aumenta con la aplicación de N cuando el nivel de ISNT es alto (en este ejemplo, 250 ppm), y en este caso la DEON es 0 kg N/ha, es decir que no es necesario fertilizar. Por otro lado, si el nivel de ISNT es bajo (150 ppm) el rendimiento del maíz se incrementa desde 87 qq/ha sin N, alcanzando 116 qq/ha con 200 kg N/ha. En este último caso la DEON es 185 kg N/ha. Por otro lado, en regiones de alto ACE (zonas bajas y con suelos pobremente drenados) la respuesta al N es muy marcada tanto a altos como a bajos niveles de ISNT y en ambos casos la DEON es de 250 kg N/ha.

¿Cómo podemos usar esta información para hacer AVN en forma práctica? Si contamos con mapas de ISNT y ACE, podemos calcular la respuesta del maíz al N y la DEON en cada fracción del lote utilizando los modelos de respuesta. El mapa de DEON es la recomendación para la AVN que es transferido a un aplicador de dosis variable de N. Estas recomendaciones están basadas en un criterio económico y en modelos de respuesta generados a partir de ensayos a campo que consideran los factores que afectan la variabilidad espacial del rendimiento y la respuesta de los cultivos al N. Cambios en el precio del fertilizante y del maíz, pueden ser rápidamente incorporados en la recomendación. La AVN basada en estos modelos de respuesta está siendo evaluada agrónomicamente y económicamente en campos de productores líderes de Illinois.

La soja y la fertilidad residual

Dr. Ricardo Melgar

Pocas actividades agrícolas pueden llevarse a cabo que tengan la seguridad, y confiabilidad, rusticidad de un cultivo de soja. El maíz, por caso, depende fuertemente de la profundidad del suelo y habilidad para captar y almacenar agua y por supuesto, de las precipitaciones. No es que la soja no sufra los efectos de una sequía pero todos concuerdan en que es mucho más rústica y su arquitectura de floración la hacen zafar de situaciones comprometidas, con rindes aceptables.

Lamentablemente ha cundido el concepto de que es un cultivo barato. No es que exactamente siempre se pueda argumentar que en campo propio, usando la propia semilla, sin fertilizar y con un campo estabilizado en directa con un par de litros de glifosato es posible obtener rindes aceptables en superficies relativamente reducidas. Sin embargo, veremos que esto no es sustentable porque se atenta contra la "base" del sistema, literalmente.

La degradación del suelo

El esquema antedicho conduce a la pérdida de la capacidad productiva del suelo, no sólo por la ausencia de fertilización sino por el monocultivo, que conduce a una disminución progresiva del carbono del suelo, y la capacidad de retener mejor el agua y los nutrientes.

Para ilustrar la variación de los niveles de P en un suelo con el tiempo, hemos elegido un trabajo realizado con dos Molisoles franco arcillosos de Minessotta¹. Durante los 20 años que duró la experiencia se cultivó maíz continuo durante 8 años y luego alternadamente soja y maíz; éstos fueron fertilizados durante los primeros doce años con 0, 50 y 100 kg/ha de P₂O₅ como SFT anualmente al voleo, y luego dejados sin fertilizar por otros ocho años más sin agregar fertilizantes.



Como es de esperar, los niveles aumentaron durante los 12 primeros años desde un nivel inicial de 22 ppm (Bray 1) a razón de 0.4 y 1.9 ppm/año en uno, y 0.7 y 2.5 ppm/año en el otro suelo, éste último más arenoso, hasta alcanzar 40 ppm. Luego, con el avance del tiempo y la extracción por las sucesivas soja y maíz en el periodo de 8 años sin fertilizar, comenzaron a decrecer los niveles de P. La rapidez de la disminución varió desde 3,3 ppm/año hasta 0,4 ppm/año, según fue el valor inicial de P-Bray. (Figura 1).

Concomitantemente, los rendimientos de soja y de maíz aumentaron con la fertilización en magnitudes variables según el año, el tipo de suelo y la dosis de P. Lo mismo ocurrió con las concentraciones de P en las hojas en la medida que y correlacionadas con los niveles en el suelo.

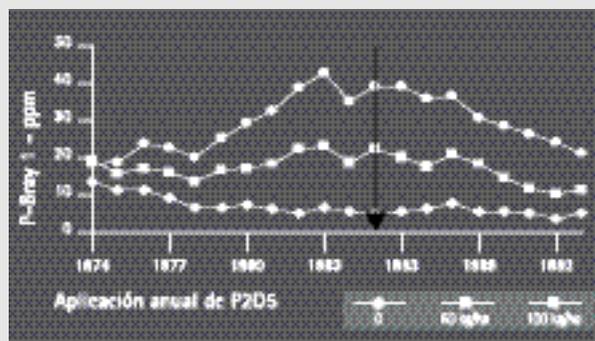


Figura 1. Variación de los niveles de P disponible (Bray 1) según 3 niveles de P aplicado anualmente durante 20 años en dos suelos Molisoles cultivados con maíz y soja. Promedio de dos sitios. (Adaptado de Randall et al, 1997).

¹ Randall, G.W.; T.K Iragavarapu y S.D. Evans. 1997. Long Term P and K applications: I. Effect on Soil test incline and decline rates and critical soil test levels. II. Effect on corn and soybean yields and P and K concentrations. J. Prod. Agric. 10 (4):565-571 y 572-580.



En el estudio, las respuestas comenzaron al quinto año del experimento en los dos sitios; y en 6° y 8° de 12 años respectivamente, hubo respuestas significativas a los 50 kg/ha pero no mucho más con los 100 kg/ha, (Fig. 2). Las respuestas a una aplicación cada 3 años fueron equivalentes a una aplicación anual de 50, demostrando que no hay necesidad de aplicar todos los años cuando los niveles de P en el suelo son adecuados.

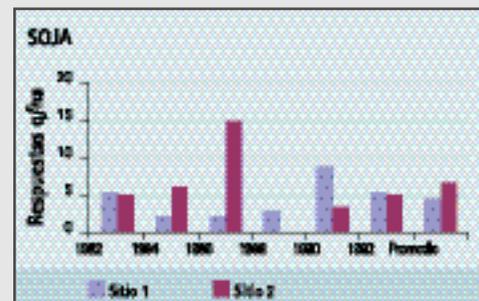
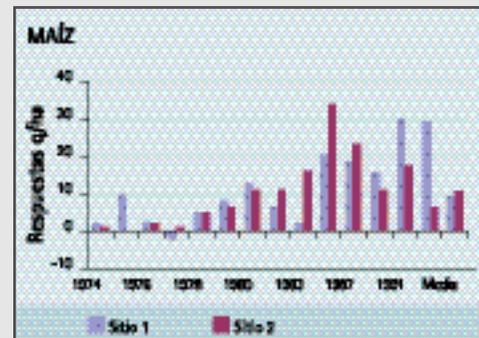
Durante el periodo residual de 8 años los rindes de soja y maíz fueron superiores al testigo que no había recibido fertilizantes. Las respuestas a la fertilización fosfatada residual, estuvieron asociadas a los niveles de P en el suelo. Por encima de un valor conocido y coincidente con otros estudios locales (13 ppm), las respuestas era bajas. En cambio, a medida que éste descendía con los años, las diferencias eran mayores. El retorno económico a la fertilización fue así altamente dependiente del nivel de P en el suelo, que afectó las respuestas a obtenerse. Este alcanzó un valor acumulado de 1410 en un sitio y de 1,457 \$/ en el otro, en los 20 años que duró la experiencia.

El retorno económico de la fertilización

Como el anterior, innumerables ensayos han determinado una y otra vez que la soja responde a la fertilización, desmitificando el concepto de que este cultivo sólo rinde mejor sobre suelos mas fértiles pero no reacciona al agregado de fertilizantes.

En el reciente congreso de AAPRESID (comentado en este número) Ferrari mostró resultados que confirman que en suelos por debajo de cierto valor de análisis, se obtiene incrementos rentables al fósforo. La conclusión no es nueva, pero enfatiza y corrobora una vez más que la soja responde a los fertilizantes, y convierte al fósforo agregado en un insumo cuantificable y con valor que puede cotejarse inmediatamente contra el resultado económico obtenido.

Figura 2. Respuesta a la fertilización directa (1974–1981) con 50 kg/ha anuales de P2O5 y residual (1982–1993) de maíz (1974–1993) y soja (1982–1992) en dos sitios.



Así, en suelos menores a un valor crítico entre 10 y 15 ppm -el valor exacto dependerá del contenido de arcilla y rendimiento esperable en la zona- la fertilización con una dosis de P resultará en incrementos promedio de 4 q/Ha. En el caso del azufre, la respuesta promedio observada en varios ensayos es de la misma magnitud o incluso mayor. Por lo tanto, a los precios esperados para mayo 2006, este incremento tiene un valor de US\$ 55, descontados los costos de comercialización. Al valor de una fertilización promedio de US\$ 35, resta un beneficio neto de \$20 /ha, un 57% del valor invertido.

Existen, razonablemente, dudas en las llamadas zonas grises de interpretación, es decir cuando el suelo tiene entre 10 y 15 ppm (por asignar un rango), en las que otros cultivos muestran incrementos seguros pero la frecuencia de respuestas en soja es menor. Otros insumos agrícolas tienen



para el productor ese mismo significado. Muchas veces se duda en aplicar un fungicida preventivo cuyos efectos son desestimados sin mucha justificación técnica. En estos casos, prima la actitud del productor ante el riesgo. Hay quienes gustan correrlo y otros que prefieren asegurar la partida. También juega la expectativa de rindes, si éstos son bajos y no pagarán el gasto, se pretende hacer el cultivo lo más barato posible. En cambio, un suelo productivo, aún cuando tenga valores de P relativamente buenos, sus otros atributos de calidad que garantizan una mejor economía del agua, o mejor ambiente para la fijación de N aumentan la probabilidad de responder a dosis moderadas de fertilización.

Lo que no debe dejarse de lado, es que a largo plazo, este no es un planteo sustentable. Suelos en el rango regular o de mediana probabilidad de respuesta, si no se fertilizan suficientemente, pasarán al rango de suelos pobres en P en un tiempo más o menos corto. Lo mismo vale para el azufre. Al menos, en esos rangos, la presencia de trigo o maíz en la rotación asegura que sí responderán ante esos niveles regulares.

El valor de la mejor fertilidad

¿Cómo puede valorarse la fertilidad de un suelo, en particular aquel que está sujeto al mercado de arrendamientos, y cómo relacionar su productividad y el valor de los fertilizantes? Esta es una pregunta que aún merece un debate entre los varios actores del sistema. Todos sabemos que en función del valor de mercado de los fertilizantes, un kg de P₂O₅ de un fertilizante soluble cuesta entre US \$ 0,7 y 0,8, ó entre 1,6 y 1,8 por kg de P. El fosfato aplicado al suelo, o dejado de aplicar por extracción por el cultivo modifica el P disponible por Bray 1, según el tipo de suelo, en una relación cercana a los 10 kg de P por ppm de P disponible.

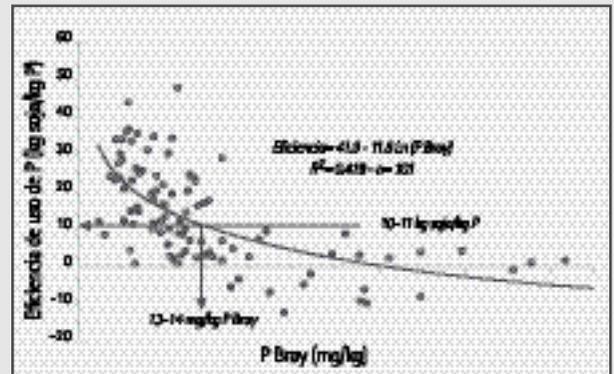
Asumamos que las respuestas al fósforo no son las de "aquel" fósforo que no es aplicado directamente como fertilizante en ese cultivo, sino aquel P que está disponible en el suelo y medido como P-Bray 1, siguiendo así el argumento de que la soja responde a la "fertilidad" reconstruida o acumulada en el suelo y no a la del fertilizante.



En la figura 3, el Dr. Fernando García (2005) elaboró una síntesis con información de más de cien ensayos publicados de distintas fuentes (INTA, Proyecto INTA Fertilizar, FA-UBA, FCA-UNER y CREA Sur de Santa Fe). El gráfico indica que a niveles de P disponible inferiores a 13 ppm de P Bray, se obtienen respuestas superiores a 11 kg de soja por kg de P en el suelo. Por el carácter exponencial de la función, cuanto menor es el nivel, mayor es la respuesta. En el ajuste que se realizó en la red de ensayos del proyecto Fertilizar (2002), discriminando los sitios con respuesta, la respuesta fue de 50 kg de soja por kg de P disponible, cuando había menos de 16 ppm en el suelo. García especula que para costos de P de 1.6 U\$/kg y precios de soja de 0.16 U\$/kg, serían rentables respuestas superiores a 10 kg soja/kg P, lo que corresponde a suelos con niveles de P Bray menores de 14 ppm, según la relación de la Fig. 1.

no va a aprovechar totalmente en una única campaña, aún cuando en muchísimos casos los contratos se perpetúan año tras año, ajustando el precio del alquiler en cada campaña si fuera el caso. Tampoco el propietario está dispuesto a reconocer el valor de esa fertilización residual como parte del acuerdo de precio. Si bien comienza a ser creciente la inclusión de cláusulas que protejan los derechos del propietario, obligando a "mantener" el valor productivo del bien, reconocemos que no es fácil asignar un valor porque no se dispone de una base técnica consistente para considerar todos los tipos de suelos, además de la variabilidad espacial y temporal que implica la disponibilidad de nutrientes.

Figura 3. Eficiencia de uso de fósforo (P) en soja en función del contenido de P Bray en el suelo para 101 ensayos en la Región Pampeana Argentina (1996-2004) (García, 2005).



Como base, y si los valores de arrendamiento se pactan en quintales fijos, el valor de una fertilización estándar de un cultivo de soja, es de aproximadamente dos quintales.

100 kg/ha SPT = 46 kg/ha P2O5 = 20 kg/ha de P = \$ 33/ha, = 2 q/ha a \$17/q Mayo 2006

Mas allá de que los 20 kg/ha aportados equilibren ajustadamente el P extraído por un rinde de 3 t, dicha fertilización resultará en un valor residual inmediato por la dinámica del

Este puede constituirse en un punto de partida en la negociación de un precio de alquiler. La disputa básica es que normalmente el propietario evita contratos largos para no atarse a una posición determinada, deseando disponer de la libertad de "salir" del negocio cuando el precio pactado no le resulte favorable. En esas condiciones, el arrendatario no desea "invertir" en una fertilización que

P en el suelo, que también recicla y moviliza nutrientes desde el subsuelo para el cultivo. Una dosis mayor a esa fertilización de reposición sin duda aumentará ese valor residual pudiendo, según los casos, manejarse; de modo de poder realizarse aplicaciones cada 2 o 3 años con resultados equivalentes.

Si el cultivo en cuestión está sobre un suelo con P disponible mayor al valor crítico, el productor arrendatario no se sentirá motivado a fertilizar la soja, ya que no percibirá un beneficio directo. En cambio, el suelo se empobrecerá en una cantidad equivalente al valor de 2 quintales, perdiendo potencial productivo, aún cuando no se note en el periodo de tiempo que ocupa la parcela. Esa pérdida es aproximadamente equivalente, según el tipo de suelo y nivel inicial de P Bray, a 2 ppm de P, pero por la variabilidad espacial en área y en profundidad es difícil poder evaluarla en un corto plazo.

Difícilmente el arrendatario estará dispuesto a pagar dos quintales de arrendamiento de más si no fertiliza, pero el propietario tampoco conseguirá fácilmente otro productor que pague esa diferencia ya que el mercado de tierras no es tan perfecto ni tan elástico. Tampoco el propietario reconocerá el valor económico residual de la fertilización, si piensa que, en caso de querer arrendar a otro productor, no puede demostrarle al nuevo, las ventajas de un suelo fértil. Por el contrario, muchas tierras en áreas nuevas pero marginales son ofrecidas con la consigna de que no necesitan fertilizarse.

Los contratos de alquiler

Descontando el hecho de que niveles de P en el suelo inferiores al crítico implican un beneficio inmediato para el productor que fertiliza, concentrémonos en las llamadas zonas grises de interpretación, es decir valores regulares y altos de disponibilidad de P. Y el hecho de que el productor que arrienda, también trabaja su propio lote

y lo trata de modo diferente, no sólo en cuanto al manejo de nutrientes sino también en sus rotaciones.

La metodología de la corriente neoclásica de la economía utiliza el modelo teórico del mercado de libre competencia, pero la nueva economía institucional amplía este modelo, incluyendo las instituciones que enmarcan los costos de transacción, y pone límites a la racionalidad maximizadora de los individuos. En la llamada nueva economía institucional, el comportamiento oportunista es el origen de los costos de transacción negativos, ya que por la asimetría de la información (uno sabe menos que otro. Ej, del vendedor de autos usados), una de las partes intenta apropiarse de la renta de la otra.

Nuestro ejemplo considera una relación vertical entre el proveedor de un insumo (la tierra) y un arrendatario que la utiliza en su propio proceso de producción. Si bien no existe un contrato que contemple todas las situaciones que pueden surgir, cubrir los intereses de la capacidad productiva de la tierra, en especial a mediano o largo plazo, es de interés a las dos partes. La integración de beneficios para la dos partes implica no sólo el precio en disputa sino también los resguardos contractuales y lo que pone cada parte en beneficio de la otra. La integración es decisiva en situaciones donde las inversiones específicas de la relación sean grandes, es decir, donde las inversiones hechas por las partes tengan un uso mucho mayor dentro de la relación que fuera de ella. El contrato que implique la posible reducción del margen existente para el comportamiento oportunista será un beneficio de la integración.

Un contrato de arrendamiento habitual implica entonces considerar en una negociación algunos hechos científicos objetivos como los que enunciarnos a continuación. Sin que ello





necesariamente implique plazos, sin duda cuanto mas largos mejor para ambos, pero con las salvaguardas necesarias para salir del negocio si no es conveniente para las dos partes:

En los suelos con buena disponibilidad de P, puede cultivarse soja sin necesidad de fertilizantes, sin que ésta responda a la fertilización y sin que se vean consecuencias negativas en el corto plazo.

El cultivo de soja (o cualquier otro) sin fertilización conduce a una disminución de la fertilidad y de la capacidad productiva del suelo, y consecuentemente de su valor de renta.

El valor de una fertilización promedio es equivalente a 2 quintales de soja, pudiendo variar según los precios.

Esta fertilización es la que repone los nutrientes de una producción promedio, y también es la que conserva el potencial productivo del suelo.

El valor residual de una fertilización no utiliza-

da puede ser estimable y determinarse su equivalente en moneda o en el bien de referencia: quintales de soja en este caso.

Esta es una aproximación inicial, ya que una gran mayoría de los arrendamientos se pactan en quintales fijos de soja, y la mayor parte de las tierras alquiladas se destinan a soja o a trigo-soja. En estos casos, el manejo de la fertilización en el trigo complica el esquema. Está casi asegurado en zonas no marginales, es decir, el arrendatario fertiliza el trigo, aún cuando no muy generosamente, y la fertilidad residual del P y del S resulta en beneficios para la soja en el corto plazo. En cambio, en regiones marginales el trigo se siembra sólo para lograr una cobertura y no se fertiliza; en este caso el balance es doblemente negativo.

Como se comentó, existe una corriente creciente de propietarios que exigen el manejo de la fertilidad de una manera más racional, cuando no la inclusión directa de la fertilización en la soja. Lamentablemente no es fácil "obligar" contractualmente a hacer maíz, el cultivo más





parte y es menor la posibilidad de que puedan surgir comportamientos oportunistas. Tal comportamiento podría causar una división del excedente ex post que no refleje apropiadamente las decisiones de inversión ex ante, de modo que tales decisiones se verían distorsionadas.

Al considerarse contractualmente el "valor" de la fertilidad residual, el productor dispone por esta vía de argumentos para prolongar su posesión, y elementos para recuperar su "inversión" en fertilizantes si se extinguiera su relación unilateralmente. Dos quintales en concepto de reposición de la fertilidad en el proceso de negociación no es más que un porcentaje menor del total cuando se consideran tierras en la zona núcleo.

apto para mejorar el balance de carbono, pero con relaciones más desfavorables de precios. En algunos casos, se han publicitado contratos satisfactorios para las partes que implican un plazo más largo, y rentas pactadas en porcentaje de la producción basada en una canasta de cultivos optativos (Caso Los pingüinos-La Redención - Sofro). Pensamos que si bien son más convenientes plazos largos - implican menores costos de transacción, es también posible un contrato anual que implique el manejo racional de la fertilidad asignando el valor apropiado al atributo del bien que se alquila.

Conclusiones

Indudablemente el interés de lograr contratos largos, en definitiva de costo de transacción positivos, interesa no sólo a las partes sino a toda la sociedad. Implica además en una gran parte de la región la implementación de sistemas de siembra directa permanente, la inclusión de maíz en rotación para mejorar el balance de carbono y otras "externalidades". Una vez realizadas tales inversiones específicas de la relación, las partes están "atadas" (por lo menos parcialmente), o sea que están a merced de su contra-

Más allá de la responsabilidad social, el propietario de la tierra mantiene o aumenta la capacidad productiva de su suelo cuando se asegura que la fertilización es parte del manejo habitual que su arrendatario realiza. La consecuencia de no tomar en cuenta el descenso seguro de la fertilidad con el tiempo, es que el valor productivo disminuirá y el precio de alquiler también.



Accesorios para la fertilización a la siembra, en siembra directa

Ing. Carlos R. Baumer

La fertilización a la siembra es una práctica que tuvo moderada aplicación en agricultura convencional, y que con la siembra directa alcanzó un gran desarrollo.

La mayor necesidad de nutrientes, aspectos operativos, como el aumento de la superficie sembrada, y la necesidad de obtener la mayor eficiencia de los fertilizantes aplicados, fueron algunas causas de ese desarrollo.

En Argentina particularmente es donde se refleja, con más fuerza, la diversidad de alternativas para la fertilización a la siembra.

Las diferentes particularidades de la fertilización en granos finos y gruesos, requiere un tratamiento por separado.

FERTILIZACIÓN EN GRANOS FINOS

Las sembradoras de granos finos de la actualidad, salvo raras excepciones, presentan dos variantes para la fertilización: 1) fertilización simple y 2) fertilización doble. Una tercera opción es la fertilización lateral, muy poco utilizada.

Fertilización simple

La fertilización simple es utilizada por la mayoría de los fabricantes de sembradoras, y consiste simplemente en la aplicación del fertilizante dentro del abresurco de siembra, mayoritariamente doble disco o monodisco.



Dado que se fertiliza junto a la semilla, en todos los casos debe prestarse atención a las dosis y tipos de fertilizante utilizados, íntimamente relacionados con la especie a sembrar, tipo de suelo y condiciones ambientales.

En este caso en las sembradoras solo se debe agregar depósito (tolva) y órganos dosificadores de diferente tipo, y tubos de conducción de fertilizantes.

Fundamentalmente se aplican fertilizantes fosforados, con baja proporción de nitrógeno, y otros nutrientes como azufre, magnesio, etc.

Fertilización doble

La fertilización doble consiste en la aplicación simultánea de dos fertilizantes, ubicados en diferente lugar, en el suelo. Para ello se debe contar con depósitos separados para los distintos fertilizantes, y abresurcos adicionales para uno de los fertilizantes, que es fundamentalmente nitrógeno. Generalmente se utiliza urea, por su menor costo por unidad de N.

Queda claro, que al ser el nitrógeno (en forma de urea) altamente fitotóxico, requiere ser aplicado separado de la semilla, y por ello la necesidad de abresurcos separados. El segundo fertilizante, fosforado, se aplica igualmente en la línea de siembra, es decir dentro de los abresurcos o unidades sembradoras.

La ventaja de la doble fertilización es satisfacer la demanda de nutrientes desde la siembra, alternativa que ha demostrado altísima eficiencia.

Como desventaja, reduce la transitabilidad en rastros muy voluminosos, por lo que se recurre a la fabricación de sembradoras muy largas, con escasa capacidad para el transporte.

Para minimizar el problema, y bajar además costos de fabricación, se recurre a la utilización de un abresurco fertilizador, por cada dos abresurcos sembradores. Así, una sembradora de 24 líneas de siembra, posee 36 líneas en total.

Fertilización lateral

Este sistema resulta óptimo desde el punto de vista agronómico. Pueden utilizarse dosis altas de fertilizantes al costado de la semilla, sin riesgos de fitotoxicidad.

Requiere abresurcos fertilizadores en igual número que los sembradores. Por este motivo es una alternativa de mayor costo, que sólo se

ofrece en sembradoras de alta tecnología y precio. Se justifica en la siembra de soja, ya que sus granos son muy sensibles al fertilizante (efecto salino).

Organos abresurcos

Los órganos abresurcos utilizados están generalmente en relación con los órganos sembradores. Así, las sembradoras monodisco, utilizan un sistema monodisco para fertilizante. Las equipadas con doble disco, generalmente utilizan un sistema de doble disco.

Los doble-discos fertilizadores tienen generalmente, un disco liso, y uno dentado (muescado, escotado), de mayor diámetro, que es el que corta el rastrojo.

FERTILIZACION EN GRANOS GRUESOS

La fertilización con las sembradoras de granos gruesos tuvo un gran desarrollo, tanto desde el punto de vista mecánico, como agronómico.

En sus comienzos, se aplicaban fertilizantes dentro de la unidad sembradora solamente. Este esquema de alta eficiencia en muy bajas dosis, no permitía la aplicación de todos los nutrientes necesarios en maíz, y mucho menos en otras especies sensibles como sorgo, girasol y soja.

Así, se fue orientando hacia la fertilización al costado y debajo de la semilla, sistema que había demostrado seguridad y eficiencia en las siembras por métodos convencionales (con labranzas).

La aplicación de dosis cada vez mayores, y la necesidad de poder alterar la proporción entre los nutrientes, en diferentes lotes, llevaron a aumentar primero la capacidad de las tolvas, y luego a la utilización de tolvas separadas, para los fertilizantes. Así nació la doble fertilización en granos gruesos.





Desde el punto de vista de la nutrición, no existen diferencias de eficiencia en la fertilización simple, al costado y debajo de la semilla, y la fertilización doble.

Las ventajas de la fertilización doble son, la mayor capacidad operativa, por mayor volumen de carga, y poder manejar los fertilizantes en forma individual, adaptando las dosis a las diferentes necesidades de cada lote.

Las diferencias de eficiencia y seguridad frente a la toxicidad de los fertilizantes se observa en el lugar de aplicación, y los órganos surcadores utilizados. Así, dos sembradoras de doble fertilización pueden tener muy diferente comportamiento en este sentido.

Para aclarar este aspecto, debemos describir las diferentes formas que tienen las sembradoras en localizar los fertilizantes, y los accesorios utilizados.

- 1- Aplicación en la línea de siembra.
- 2- Aplicación al costado de la línea de siembra.
- 3- Aplicación debajo de la línea de siembra.
- 4- Aplicación profunda.

Aplicación en la línea de siembra

La aplicación en la línea de siembra solamente, es hoy muy poco utilizada. Tiene dos variantes, dentro de la unidad sembradora o alineado con la misma, con un accesorio estático (bota, azadón, zapata), adicionado a la cuchilla de corte.



Doble disco: discos de muy diferente diámetro.

Supone la utilización de dosis bajas a moderadas, según especie, de fertilizantes fosforados, comúnmente como arrancador (starter).

Aplicación al costado de la línea de siembra

La aplicación al costado de la línea de siembra es hoy una de las alternativas más utilizadas. Para ello se utilizan diferentes tipos de órganos abre-surcos, mayoritariamente doble-discos, de configuración similar a los de grano fino. También se utilizan mono-discos de diferente diseño.

En ambos abre-surcos, se logra la aplicación al costado de la línea de siembra, entre 5 y 7 centímetros. Para lograr una aplicación uniforme en profundidad, se utilizan ruedas de control de profundidad, en ambos sistemas. Estos mecanismos son muy variables de acuerdo a cada fabricante. Esta configuración permite aplicar dosis altas de fertilizantes.

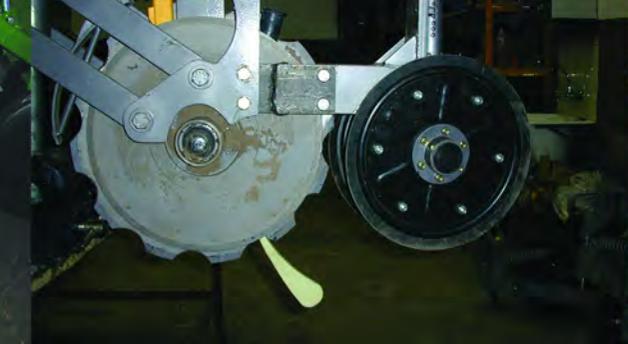
En máquinas de origen brasilero es común ver otro sistema, que consiste en una bota precedida de un disco de corte.

Aplicación debajo de la línea de siembra

La aplicación debajo de la línea de siembra, es bastante utilizada. Fundamentalmente existen dos variables. Una estática, con una bota fertilizadora, delante de la unidad de siembra, precedida de una cuchilla de corte, y una móvil, con un disco colocado muy cerca y al costado de la cuchilla labradora. La primera variante genera muchas veces condiciones más favorables para la germinación e implantación del cultivo.

Aplicación profunda

La aplicación profunda de fertilizantes, se hace por debajo de la profundidad de siembra, con una separación que puede superar los 15 centímetros. Permite aplicar grandes dosis de fertilizantes, aún a cultivos sensibles. Se utiliza una reja especial, que genera muy poco disturbio, seguida de un conjunto de ruedas selladoras, que cierran el sur-



co, impidiendo que la semilla pueda ser profundizada por lluvias posteriores. El efecto adicional, pero de gran importancia, es la remoción de suelo que se hace, que permite un mejor desarrollo radicular, especialmente a cultivos sensibles a la compactación superficial como el girasol.

Doble fertilización

Decíamos que dos sembradoras de doble fertilización pueden tener diferente comportamiento. Existen dos tendencias en la ubicación (localización) de los distintos fertilizantes con la sembradora.

En ambas, el nitrógeno se aplica al costado de la línea de siembra. Se diferencian en la aplicación del fertilizante fosforado. Algunos fabricantes lo colocan dentro de la unidad sembradora, y otros en el abresurco al costado, junto al nitrógeno. Cuando se ubica fertilizante dentro de la unidad de siembra, se deben tener las precauciones de tipo y dosis de fertilizante, según especie a sembrar.

La aplicación de dosis pequeñas, junto a la semilla, son muy eficientes, sobre todo en suelos fríos.

De todos modos, el usuario puede decidir de que manera localizar los fertilizantes, independientemente de la configuración de fábrica de la sembradora.

Cuando se utiliza la fertilización profunda, todo el fertilizante se aplica en el mismo lugar, es decir profundo.

Nueva tendencia en abresurcos

Es cada vez más frecuente el uso de la sembradora de granos gruesos para siembra de trigo. Para ello se utilizan los abresurcos fertilizadores para la siembra. Eso ha dado paso a una serie de accesorios aplicados a los abresurcos de fertilización, como ruedas tapadoras y/o de control de profundidad. Surgieron también abresurcos montados en paralelogramos que hacen más eficiente la siembra y la fertilización.

Algunos muy avanzados mejoran el comportamiento con la disposición de los discos, ubicación de los paralelogramos, control de carga y regulaciones de profundidad y afirmado de las semillas.

DOSIS VARIABLE DE FERTILIZANTES

En la actualidad se ofrecen diferentes alternativas de dosis variable de fertilizantes en la sembradora. Se utilizan monitoreo de rendimientos, mapas de suelo y software para agricultura de precisión, con accesorios en la sembradora que permiten variar la dosis de acuerdo a las órdenes de la computadora.

También se desarrollaron sistemas más simples, que permiten variar las dosis de acuerdo a dosis predeterminadas, generalmente 20/30 % en más o menos la dosis media determinada. El cambio de dosis se realiza manualmente, desde el tractor, electrónicamente. Sobre la sembradora se colocan cajas variadoras con comando eléctrico.

De izquierda a derecha:

- Monodisco fertilizador.
- Cuchilla con zapata, para aplicación bajo la línea.
- Doble disco aplicado a sistema de fertilización profunda, en reem.
- Doble disco fertilizador en paralelogramo.
- Doble cuchilla fertilizadora.
- Doble disco en paralelogramo con control de profundidad.



Sistema de doble disco muy avanzado, montado en paralelogramo.

Investigaciones recientes

Argentina, Brasil y EEUU son los principales países productores y exportadores de soja del mundo. Además cuentan con sólidas instituciones de ciencia y tecnología agrícolas. Presentamos en esta sección un resumen de algunos resultados relevantes de investigación en fertilidad y fertilizantes en soja publicados en los principales medios de comunicación técnica.

ARGENTINA

El análisis foliar como herramienta para la determinación de los requerimientos de fertilizantes fosfóricos en soja

*Carlos F. Hernández, Miguel Morandini,
L. Robedo Figueroa, Hugo Rojas Quinteros y
M. Fernanda Figueroa.
suelos@eeaoc.org.ar
Est. Exp. Agr. Obispo Colombes Tucumán.*

El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración crítica del P foliar y el rango de suficiencia para el área productora de soja de la provincia de Tucumán, Argentina. Esto constituye una herramienta adicional y complementaria al análisis de suelo en la determinación de necesidades de fertilizante.

El procedimiento se basó en la asociación de los valores de P foliar, obtenidos en 176 muestras provenientes de ensayos de fertilización con este nutriente, realizados durante la campaña 2001-2002, con los rendimientos relativos (RR) de esta especie. Mediante el diagrama de Cate y Nelson se obtuvo un valor crítico de P foliar de 0,25%, debajo

del cual las probabilidades de éxito de la fertilización son altas. Dicho valor se adoptó como límite inferior del rango de suficiencia, mientras que el valor de 0,5% fue determinado como límite superior en virtud de que los rendimientos más altos se correspondían con los valores de P foliar entre 0,4 y 0,5%, coincidentes a los encontrados en sojas cultivadas en los mejores ambientes.

Altas correlaciones entre P foliar y de suelo ($R^2=0,81$) y, en menor medida, entre el P y nitrógeno foliar (N) ($P=0,43$) permiten explicar el comportamiento de la soja ante el empleo de los fertilizantes fosfatados y complementar las referencias foliares, obtenidas para la elaboración de un diagnóstico más aproximado de la fertilización.

Palabras clave: fósforo foliar, soja, valor crítico, rango de suficiencia.

*Publicado en Revista Industrial y Agrícola de Tucumán.
Tomo 80 (t-2): 45-50. 2003*

Evaluación de molibdeno y cobalto aplicado sobre las semillas y pulverización foliar en soja

*Gustavo N. Ferraris y Lucrecia Couretot.
nferraris@pergamino.inta.gov.ar
Est. Exp. Pergamino INTA.*

El agregado de Molibdeno (Mo) y Cobalto (Co) junto al inoculante como tratamiento de semilla es la forma más frecuente de incorporar estos nutrientes, esenciales para la fijación biológica de nitrógeno por las leguminosas y de la soja en particular. También las aplicaciones foliares han demostrado buena eficacia. Con el objetivo de evaluar sus resultados sobre el rendimiento de soja, se condujo un ensayo para 1) Evaluar el efecto de diferentes dosis de Mo y Co, y 2) Comparar la eficiencia de la aplicación foliar de estos micronutrientes con el tratamiento sobre las semillas.

El ensayo se condujo en Pergamino y tuvo siete tratamientos: Tres dosis de aplicación sobre la semilla (60, 180 y 240 cm³/100 kg de semilla) de un producto que contenía 0.16 y 0,01 g/ cm³ de Co y Mo respectivamente, dos dosis del mismo producto pero pulverizado sobre el follaje a la dosis de 30 y 40 g/ha de Co y 3 y 4 g/ha de Mo respectivamente, en post-emergencia temprana, estos cinco tratamientos fueron inoculados con *Bradyrhizobium*, y se incluyó como control un tratamiento solo con inoculación y otro sin ella.

Los tratamientos de semilla incrementaron la emergencia sin afectar el vigor de las plántulas, cualquiera sea la dosis utilizada y se observó una tendencia de aumento del número de nódulos evaluados en la raíz principal en algunos tratamientos. Los rendimientos promedio de los tratamientos sobre semilla fueron superiores a los de la aplicación foliar (255 vs 60 kg/ha). Si bien estas diferencias no son estadísticamente significativas, cuantitativamente resultan de una magnitud destacable, y ameritan ser estudiadas con mayor profundidad.

Publicado en Revista Agromercado.

Resultados Parciales de Investigación de la Red de Ensayos de Fertilizar



Ensayos de Larga Duración

Iniciado en 2001. Primer ciclo de cultivos: maíz, soja, trigo/soja 2° Segundo ciclo: trigo/soja 2°, maíz, soja.

- No se determinaron diferencias en rendimiento de maíz, soja y trigo/soja para las estrategias de aplicación de P evaluadas.
- El agregado de S no produjo incremento de rendimiento en maíz y soja, pero se determinó respuesta significativa en trigo.

- Se determinó una clara disminución en los contenidos de P Bray a lo largo del primer ciclo de la rotación.
- No se determinaron diferencias en la concentración de P Bray en el suelo entre el contenido inicial y el de la fertilización anual, lo que sugiere que dicho tratamiento apenas repone el P exportado del sistema.



- La fertilización de la rotación produjo un aumento significativo de P Bray .
- Se determinaron incrementos en el rendimiento del trigo por la aplicación de P y no se determinaron diferencias entre estrategias de aplicación del mismo.
- El contenido de P Bray del suelo en el tratamiento testigo disminuyó a una tasa de 4,9 ppm/año.
- El agregado de N y S produjo incrementos significativos del rendimiento en el cultivo de trigo.

Fertilización Azufrada en Maíz

- Cuatro de siete ensayos respondieron a la fertilización en una magnitud que varió desde el 6,1 al 24,2 %. La región abarcada por estos ensayos tiene un considerable potencial de respuesta a la fertilización azufrada en maíz.

- La determinación de S-sulfatos a la siembra no permitió predecir la disponibilidad de S que va a tener el cultivo durante su crecimiento ni su respuesta a la fertilización.

- La determinación en V5 no reflejó las diferencias en la disponibilidad de S en el suelo originadas por el agregado de dosis crecientes de fertilizante.

- Se identificó una relación entre la respuesta a la fertilización y el nivel de nitratos a la siembra.

Se determinará la concentración de N y S en los granos, tanto en los experimentos a realizar en la campaña pasada como en la 2004-5. La información obtenida podría resultar un primer paso hacia un método de identificación a posteriori de los sitios con deficiencia de azufre.

Fertilización nitrogenada en girasol

- Los rendimientos se incrementaron con las dosis de N.

- Los porcentajes de aceite disminuyeron con el agregado de N, sin embargo, por el aumento en los rendimientos se obtuvo un incremento promedio de 300 kg/ha de aceite.

- La mayor EUN se logró con la dosis de 40 Kg. N/ha aplicada en V6.

- La fertilización no modificó el número de capítulos/ha.

- Se logró explicar el rendimiento en grano por variables relacionadas con N, la textura y la humedad en el suelo.

- La inclusión de MO joven, la relación de MO total con la textura, el Nt en planta y JBP mejoran modelos similares propuestos para la región semiárida pampeana.

Efecto de la fertilización sobre la calidad del grano de trigo

- Dosis crecientes de N en macollaje aseguran incrementos en rendimiento pero respuesta poco consistente y variable entre sitios en la concentración de proteína.

- Con dosis moderadas de base, el N aplicado en antesis no incrementó los rendimientos, pero mejoró la concentración de proteína.

- Los aumentos de proteína, por N basal o foliar, se expresaron en valores de gluten y W.



Red fertilización nitrogenada en maíz

- Se determinó respuesta a N en todos los ensayos.

- El rendimiento se asoció al N del suelo más el aplicado por fertilización.

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Respuesta de la concentración de aceite y proteína en el grano de soja a la fertilización foliar y de suelo

Mazhar U. Haq y Antonio P. Mallarino.

apmallar@iastate.edu

Dep. of Agron., Iowa State Univ., Ames, IA 50011.

Numerosos estudios han investigado los efectos de la fertilización en el rendimiento de grano de soja [*Glycine max* (L.) Merr.], pero pocos se han enfocado en las concentraciones de aceite y proteína. Este estudio determina los efectos de la fertilización sobre la concentración de aceite y de proteína en el grano de soja, en 112 experimentos de campo conducidos en Iowa desde 1994 al 2001. Cuarenta y dos experimentos evaluaron la fertilización foliar de mezclas N-P-K con o sin S, B, Fe, y Zn aplicados entre los estadios V5 a V8 de crecimiento vegetativo. Setenta ensayos evaluaron fertilizaciones en banda o al voleo de fósforo y potasio (35 ensayos con P y 35 con K). En todos los casos se usaron diseños de bloques completos con repeticiones. Las fertilizaciones foliares y en el suelo de P o K aumentaron ($P < 0.05$) el rendimiento en 20 ensayos. La fertilización foliar aumentó la concentración de aceite en un experimento (0,1 %) y de proteína en un sitio (0,5 %) pero disminuyó la concentración de ésta en otros dos (0,6 %). La fertilización con fósforo al suelo aumentó la concentración de aceite en dos pruebas (0,6 %) y la de proteína en cinco (0,5 %) pero disminuyó la concentración de aceite en cinco pruebas (0,4 %) y la de proteína en dos (0,6 %). La fertilización con potasio aumentó la concentración de aceite en cuatro pruebas (0,3 %) y de proteína en dos ensayos (0,9 %) pero disminuyó la de aceite en otros dos (0,4 %), así como de proteína en dos ensayos (1,1 %). Con respecto a la producción total de aceite y proteína, las respuestas a la fertilización tendieron a seguir la tendencia de las respuestas de rendimiento. La fertilización aumentó la producción de aceite en 20 pruebas y la de proteína en 13. En general, las fertilizaciones que resultan en aumentos de ren-



dimiento de grano de soja, resultan en respuestas poco frecuentes, de pequeña magnitud o inconsistentes en la concentración de aceite y proteína en el grano, pero con frecuencia aumentan la producción total de aceite y de proteínas.



Publicado en Agronomy Journal 97:910-918 (2005)

Aplicaciones de nitrógeno en soja durante su desarrollo reproductivo inicial

Daniel W. Barker y John E. Sawyer.

jsawyer@iastate.edu

Dep. of Agron., Iowa State Univ., Ames, IA 50011-1010

Las aplicaciones de nitrógeno durante los estadios reproductivos de la soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tiene el potencial de incrementar la productividad de la soja. El objetivo de este estudio fue determinar el impacto de la fertilización nitrogenada aplicada al suelo al comienzo del estadio de vainas (chauchas) sobre el rendimiento y calidad de grano de soja. Objetivos adicionales fueron estudiar las alternativas de fertilización nitrogenada y de aplicación que podrían mejorar el uso del N aplicado. Se llevaron a cabo experimentos de campo en cinco localidades de Iowa durante 1999 y 2000. Los tratamientos de nitrógeno fueron: urea y urea recubierta con polímero, aplicados al voleo y en bandas subsuperficiales colocadas entre las líneas, a las dosis de 45 y 90 kg/ha más un control sin N.

El estudio mostró escasos, de baja magnitud e inconsistentes efectos de la fuente de N, de la ubicación y de las dosis aplicadas, tanto sobre el rendimiento, como sobre sus componentes y la cali-



dad, en los sitios individuales o cuando se combinaron los sitios. No hubo efectos significativos en el rendimiento de grano, con sólo 39 kg/ha de aumento al N aplicado. Las concentraciones de proteína, aceite y fibra en el grano fueron las mismas con y sin aplicación de N. La biomasa aérea en el estadio de R6 de crecimiento fue mayor con la dosis más alta de N, pero en general, el rendimiento de biomasa de las plantas fertilizadas con N fue menor que el control sin N. La concentración de N en la biomasa fue significativamente mayor con N aplicado. En conclusión, la aplicación de N aumentó la concentración de N en las plantas de soja en R6, pero la dosis de N y las prácticas alternativas de manejo no tuvieron efecto positivo sobre la biomasa, la concentración de N en el grano, y la remoción, rendimiento de grano o componentes de calidad del grano. Se concluye que los productores no deberían considerar aplicar fertilizante nitrogenado al suelo durante los estadios reproductivos iniciales como método para aumentar los rendimientos de soja o de calidad.

Publicado en Agronomy Journal 97:615-619 (2005).

Manejo y potencial de producción de cultivares de soja de valor agregado en Centro Sur de EE.UU.

Saratha Kumudini, Larry J. Grabau, Todd W. Pfeiffer y Colleen C. Steele.*

s.kumudini@uky.edu

*Department of Plant and Soil Sciences,
Univ. of Kentucky, 1405 Veterans Drive,
Lexington, KY 40546-0312*

El cultivo de granos con valor agregado, en especial la soja [*Glycine max* (L) Merr.], de alto contenido de proteínas y del tipo tofu, puede ofrecer una opción rentable para productores que enfrentan una disminución en los cultivos tradicionales de la región centro sur de EE.UU. Existe, además, limitada información sobre el potencial de producción y opciones de manejo necesarios para un

óptimo rendimiento de granos de alto valor en esta región. Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar el potencial de producción de los cultivares de valor agregado en la región centro sur y 2) evaluar varias opciones de manejo para un óptimo rendimiento en esta área. Tres cultivares tipo tofu y tres del tipo alta proteína fueron comparados con uno genérico (testigo) bajo varios tratamientos de aplicación de N y densidad de plantación en cuatro localidades/año. Los rendimientos de grano y sus componentes fueron evaluados, así también como las concentraciones de aceite y proteína en las semillas. Tanto los cultivares de alta proteína como los de tipo tofu tuvieron rendimientos comparables y en general mayores concentraciones de proteína y granos más grandes (soja tipo tofu) que los del tipo genérico. Las excepciones fueron cultivares que tenían en promedio, más de 10 % superior concentración de proteína que el genérico. Estos cultivares de alto contenido de proteína normalmente rindieron menos que los otros cultivares de soja de alto valor o el estándar. Los cultivares de soja de alto valor respondieron bien a las prácticas de manejo corrientemente usadas para el cultivo de variedades genéricas comunes. Ni el cambio de la densidad de plantación o las aplicaciones tardías de fertilizantes fueron necesarios para mantener el rendimiento total o los componentes del rendimiento a un nivel equivalente al testigo genérico. Hubo un buen potencial de producción de los cultivares de soja de alto valor en la región centro sur, aún cuando se cultivaron con el equipo y las prácticas de manejo corrientes usados para la producción de cultivares genéricos de soja.

Publicado en Agronomy Journal 2005; 97: 904-909.



BRASIL

Diagnóstico de la deficiencia de azufre en soja usando semillas

Kiyoko Hitsuda, Gedi J. Sfredo y Dirceu Klepker
koki5025@jircas.affrc.go.jp

Crop Production Et Environment Division, Japan International
Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS),

1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan y Soybean

Research Center of the Brazilian Agricultural Research Corp.

(EMBRAPA-CNPSo), Caixa Postal 231, CEP 86001-970,

Londrina, PR, Brazil.

Los objetivos de este estudio fueron obtener un índice confiable para la evaluación del nutricional estado en soja [Glycine Max (L.) Merr.] y para identificar el nivel crítico de S con relación al rinde y calidad de grano. Se usaron dos Oxisoles: El suelo del horizonte A de Serras dos Gerais, y los suelos de horizontes A y B de Sambaiba en el estado de Maranhão, Brasil. Plantas de soja en macetas fueron cultivadas en invernáculo con aportes entre 0 y 80 mg de S/ kg de suelo.

La concentración de S en el grano fue un índice confiable debido a la alta correlación entre la concentración de S y el rendimiento. En las plantas con síntomas visibles de deficiencia de S, los granos contenían 1.5 g de S/kg y el rinde de granos fue 60% del testigo. Análisis por electroforesis indicaron que la concentración crítica de S en el grano asociada a la deficiencia de los componentes de las proteínas fue de 2.0 g/kg y el rendimiento era 80% del testigo. La concentración de S fue 2.3 g/kg o mayor cuando los rendimientos eran 90% del testigo ó más altos, y cuando la composición de los componentes de las proteínas eran idénticos a aquella en granos obtenidos bajo suficiente fertilización azufrada. Así, clasificamos a la concentración de S en los granos como: Deficiente ($S < 1.5$ g / kg), muy baja ($1.5 S < 2.0$ g/kg), baja ($2.0 S <$

2.3 g/kg), y normal (2.3 g/kg S). Debido a la concentración de S estable en los granos, con un muestreo sencillo y tiempo suficiente para la planificación de las aplicaciones de fertilizantes para los cultivos siguientes, el análisis de semillas es preferible al análisis foliar.

Publicado en *Soil Science Society of America Journal*
68:1445-1451 (2004).

Métodos de aplicación de fosfato en soja en siembra directa

Wagner R. Motomiya, Amoacy C. Fabrício, Marlene E. Marchetti,
Manoel C. Gonçalves, Antonio D. Robaina y José O. Novelito.
wagnerm@uol.com.br

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dep. de Ciências Agrárias.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de métodos de aplicación y fuentes de fertilizantes fosfatados en sistemas de siembra directa en la producción de grano de soja, en un Latosol Rojo distroférico arcillo-arenoso. El diseño experimental fue de bloques al azar con parcelas subdivididas y cuatro repeticiones. Las parcelas principales se constituyeron de modos de aplicación al voleo y en la línea de siembra; las subparcelas fueron un testigo sin fósforo, y por fertilización de 120 kg/ha y 80 kg/ha de P₂O₅, en el primer y segundo cultivo de soja, respectivamente, con superfosfato triple (ST), roca fosfórica de Gafsa (FG) y la combinación de estas dos fuentes (67% ST + 33% FG y 33% ST + 67% FG). Las mezclas de superfosfato triple y de roca fosfórica presentaron menor eficiencia agronómica, cuando se comparan con el superfosfato triple. La roca fosfórica de Gafsa, cuando se aplicó al voleo fue equivalente al superfosfato triple, pero ineficiente cuando se aplicó en la línea de siembra.

Publicado en *Pesq. agropec. bras., Brasília,*
v.39, n.4, p.307-312, abr. 2004

<http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/pab2004/abril/39n04a02.pdf>



Novedades & Eventos



Primera jornada sobre micronutrientes

Más de 15 especialistas de Argentina, Brasil y Chile participaron en la Primera Jornada de Micronutrientes, realizada en la ciudad de La Plata el pasado 23 de septiembre. Allí se expusieron los aspectos fundamentales sobre el diagnóstico y tecnología de fertilización utilizados en Argentina y otros países de la región, con el objetivo de concientizar e incentivar a cuidar el suelo.

Micronutrientes en la fisiología de las plantas y su importancia en la reducción de enfermedades.

“Una de las principales causas para la ocurrencia y predisposición de las plantas a patógenos e insectos es el desequilibrio nutricional. Para que un cultivo pueda estar resguardado de las plagas es necesario que tenga un equilibrio nutricional adecuado. Para ello se debe hacer un diagnóstico detallado de la disponibilidad de nutrientes en el sistema, las condiciones climáticas existentes en dicho período y el potencial genético de resistencia relacionado con el genotipo utilizado” explicó el ingeniero agrónomo Antonio Luoz Fancelli, Dr. y docente del Departamento de Producción Vegetal de ESALQ, Brasil. Al mismo tiempo consideró que *“el manejo racional de enfermedades implica una comprensión efectiva de las necesidades de los organismos en el sistema y del reconocimiento de que la proliferación de la planta se acentúa en el mismo grado del desequilibrio nutricional que haya. Por esto es que es necesario el reconocimiento de la fragilidad de cada agrosistema, con el uso de técnicas y tecnologías ecológicas se tornan imperiosos para la consolidación de una agricultura racional, lucrativa y sustentable”*.

Por su parte, Alfredo Scheid López, consultor técnico de ANDA, Brasil señaló que es necesario incrementar las herramientas de diagnóstico. Con el aumento de la productividad de granos, aumentarán las deficien-

cias de micronutrientes. Y destacó 5 herramientas de diagnóstico para poder prevenir el deterioro de las mismas: análisis de suelos; análisis foliar; síntomas de deficiencia y toxicidad, factores que afectan a la disponibilidad y por último los datos históricos del área.

Taller de fertilización en la Universidad Nacional de Rosario

El pasado jueves 1^o de septiembre Fertilizar e Inpofos organizaron conjuntamente con la Universidad Nacional de Rosario un taller de fertilización de Suelos y fertilización de Cultivos:

Los temas tratados incluyeron Interpretación de resultados de Análisis de suelos, Requerimientos Nutricionales de los cultivos y Recomendaciones de Fertilización, Fertilizantes disponibles en el mercado Argentino y Economía de Fertilización en cultivos anuales cuyos expositores fueron Liliana Marbán (AACS), Fernando García (Inpofos), Jorge Bassi, Santiago Chevallier Boutell (Comité Técnico Fertilizar).

Por la tarde, se dividieron los asistentes en grupos, los mismos debieron conformar estrategias de fertilización según análisis de suelos reales y defender frente a la audiencia la manera de encarar la planificación de la aplicación de fertilizantes en diferentes cultivos.

Taller de Fertilidad en la ciudad de Jesús María

Con más de 100 profesionales del agro se realizó el primer taller de Fertilidad para profesionales del agro el pasado 29 de septiembre. Los expositores fueron Hugo Fontanetto INTA y Agustín Bianchini (Aapresid).

El Taller incluyó trabajos grupales para conformar estrategias de fertilización en los diferentes cultivos.



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

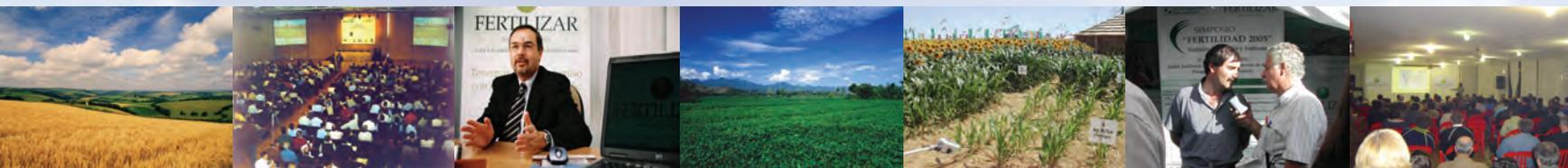
FECHA: 1^o de Septiembre
LUGAR: Jesús María, Ciudad de Jesús María, Comunidad Social Rural (Av. Juanita 101) (5050) 1600 h.
RESPONSABLE: Hugo Fontanetto (INTA) y Agustín Bianchini (Aapresid)
CONTENIDO: N°1 Herramientas y métodos de diagnóstico, verificación de nutrientes
Inscripción: Argentino-Gordo Avenida 1000 15 2000 300
 e-mail: agord@agros.com.ar
 Llamada: Llamada 0222 452421 L
 e-mail: vta@agros.com.ar

TEMARIO:

- 1. Diagnóstico de suelos
- 2. Interpretación de resultados de análisis de suelos
- 3. Requerimientos nutricionales de los cultivos
- 4. Recomendaciones de fertilización
- 5. Economía de fertilización
- 6. Fertilizantes disponibles en el mercado Argentino

FERTILIZAR

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.com.ar

info@fertilizar.com.ar



