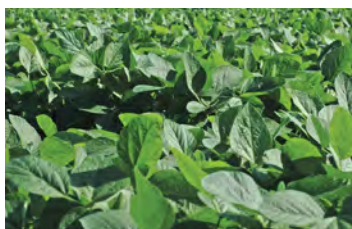
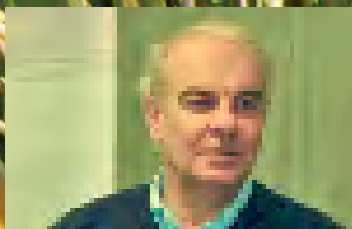


FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 8 - Noviembre 2007



La escuela agrotécnica y el cuidado del suelo

Arroz: aspectos nutricionales, avances recientes

Fertilizantes azufrados: atributos diferenciales de las distintas fuentes

Soja 2007

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO III - Nº8 - NOVIEMBRE 2007

Información Técnica

La escuela agrotécnica y el cuidado del suelo

Entrevista al Dr. Patricio Ferrario

04



Arroz: aspectos nutricionales, avances recientes

08



Fertilizantes azufrados: atributos diferenciales de las distintas fuentes

16



Soja 2007 Recomendaciones en diagnóstico de suelos, siembra y aplicación

24



Novedades & Eventos

31



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Francisco Llambías

Vicepresidente
Jorge Bassi

Secretaría
Camila López Colmano

Prosecretario
Juan Luis Tamini Elcegui

Tesorero
Manuel Santiago Zardain

Protesorero
Marco Eugenio Prenna

Vocales Titulares
Eduardo Caputo
Pedro Falthauser

Vocales Suplentes
Guillermo Pinto
Florencia Schneeberger

**Comisión Revisora
de Cuentas**

Miembro Titular
Pablo Omar Pussetto

Miembro Suplente
Julián José Carneiro

Comisión Técnica
Ana Balut
Oscar López Matorras
Juan Aloe
Juan Petri
Federico Micucci

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

Asesor en Contenidos Técnicos
Dr. Ricardo Melgar

ISBN en trámite

Coordinación
Javier Escudero

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

En el marco de la continuidad del iniciado Proyecto Futuro Fértil, iniciativa de FERTILIZAR Asociación Civil que busca generar conciencia en la comunidad sobre la importancia de la conservación sustentable del suelo, se cristalizó el Primer Concurso Literario con el tema “Cuidando nuestro suelo”. Dicha iniciativa estuvo dirigida a jóvenes de entre 15 y 18 años, de escuelas agrotécnicas de todo el país, quienes, a través de su creatividad literaria, expresaron su conocimiento acerca del cuidado del suelo en ambientes productivos.

Entrevistamos al director de la escuela de la alumna ganadora, a los fines de conocer cómo desde el colegio se entiende el cuidado de nuestro recurso suelo y cómo los alumnos se educan para tal fin.

El concurso nos sirvió para observar la gran inquietud, por parte de los jóvenes, acerca del cuidado del medio ambiente y también para advertir que existen preceptos que enfrentan las buenas prácticas productivas, que amparan una agricultura sustentable, con posturas ambientalistas.

Atendiendo a que estos jóvenes estarán en pocos años en ámbitos laborales y que, de alguna manera, definirán las acciones orientadas hacia el desarrollo productivo, nos parece importante trabajar desde esa base, para que dispongan de todos los conocimientos adecuados a su alcance y que puedan elegir libremente qué prácticas ejercer, prescindiendo de ideas parciales.

Durante 10 años promovimos con investigación las bondades de la FERTILIZACIÓN. Hoy, sin dejar de lado esta misión, seguimos definiendo nuevos desafíos comunicacionales: crear conciencia de sustentabilidad, advertir sobre el cuidado del medio ambiente, quebrar la asociación fertilizantes=contaminantes, etc. Es en este marco, que decidimos implementar otros métodos para tratar los temas que venimos promoviendo desde nuestros inicios.

En este número, también le dedicamos un artículo al cultivo del Arroz, cuya superficie sembrada, según estimaciones, será un 12% mayor. A su vez, se ha dedicado un artículo a la presentación de los trabajos del último simposio de Tecnología de Fertilización, realizado bajo la coordinación de la Asociación Argentina de la ciencia del suelo y la UBA.

Esperando que esta nueva entrega les sirva como herramienta de gestión, saludamos a nuestros lectores.

Enzo G. Cástino
Gerente Ejecutivo
Fertilizar Asoc. Civil

La escuela agrotécnica y el cuidado del suelo

Entrevista al Dr. Patricio Ferrario,
Director de la Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos – EATA



La Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos –EATA- nació en 1983, por iniciativa de un grupo de productores, empresarios y profesionales, que constituyeron una entidad sin fines de lucro, cuyo objetivo primordial era lograr una educación de calidad, que vinculara a la escuela con el mundo del trabajo y la producción, fomentando el arraigo rural en la región y brindando una formación científica, humanística y agrotécnica.

En más de veinte años de trayectoria, la escuela fue creciendo y reestructurándose, proponiendo nuevos criterios en función de los cambios del contexto social, cultural y económico en el que se desenvuelve, por lo que hoy, su oferta educativa abarca todos los ciclos y niveles, desde el jardín maternal hasta la universidad.

Ha recibido importantes premios y reconocimientos de distintos organismos, fundaciones, etc. Obtuvo la Certificación ISO 9001:2000 por la Gestión de Calidad Educativa de parte de Det Norske Veritas. Fundación Antorchas, IDEA, Fundación Interamericana-Banco Mundial, Fundación Compromiso, Ashoka y otras organizaciones similares han destacado y/o financiado distintos proyectos que la EATA impulsa.

Gerente técnico: Ing. Agr. Carlos Daniel Orte

Ruta Nac. N° 3, km. 489 – (7500)
Tres Arroyos, Pcia. de Bs. As., Argentina
Tel.: (02983) 430185
E-mail: info@eata.edu.ar

¿Cuántos alumnos forman parte de la escuela? ¿De qué localidades provienen ?

La EATA constituye un complejo educativo que abarca todos los niveles del sistema (desde el Jardín de Infantes hasta la Formación Superior). En el nivel secundario, la EATA tiene algo más de 600 alumnos que proceden, en su mayoría, de Tres Arroyos y de su zona de influencia. Pero también concurren alumnos de Mar Del Plata, Neuquén, Río Negro, Capital Federal y otras regiones más apartadas. Un alto porcentaje (casi el 40%) del alumnado está constituido por mujeres. Y por cierto que ellas son mayoría si consideramos los mejores promedios. La nota caracterizadora de la EATA con respecto a su alumnado es



la heterogeneidad: hay alumnos de zonas urbanas, de zonas rurales, varones, mujeres, alumnos con discapacidades, de alto rendimiento, con intereses variados. Esa heterogeneidad, lejos de ser una debilidad, es una fortaleza, ya que aporta un vigor híbrido que nos enriquece a todos.

¿Cómo está compuesto el equipo docente?

También en este aspecto se advierte una gran variedad, propia de una escuela que ofrece distintos planes de estudio y alternativas de formación. Están los docentes de las asignaturas de formación general que conviven con quienes dictan las materias agrotécnicas. Pero en ambos campos hay mucha variedad. En la formación general, existen asignaturas como Inglés, que tiene una fuerte presencia. Recordemos que la escuela tiene egresados -y también alumnos- que realizan intercambios internacionales o que continúan estudios en otros países. Ello nos obliga a reforzar la enseñanza de esta lengua.

En la formación artística, que enfatizamos especialmente y en la que se han obtenido algunos logros interesantes, trabajan profesores de teatro, plástica, lengua, etc. Y qué decir del equipo docente que está a cargo de la formación agropecuaria. También allí se advierte una enriquecedora heterogeneidad. El agro moderno requiere del aporte de distintas disciplinas que interactúan entre sí. Los distintos ensayos y producciones que se desarrollan en la EATA nos obligan a contar con ingenieros agrónomos y veterinarios, capacitados pedagógicamente, pero también especializados en distintas áreas del conocimiento. Piénsese que en la EATA se fabrica biodiesel, se cultivan hongos y se produce forraje hidropónico. Está, también, el área de acuicultura (con cría de truchas), además de la granja, el taller, el tambo, las industrias lácteas, economía, administración, huerta, vivero, agricultura, ganadería, que pueden ser las actividades más conocidas. Nuestro desarrollo en agricultura de precisión, con el uso de



herramientas satelitales, nos ha obligado a capacitar docentes y mantener convenios de colaboración con entidades como la CONAE o la Facultad de Astronomía de la Universidad de La Plata. Todo ello genera una sana atmósfera de interdisciplinariedad que nos interesa fomentar especialmente. Felizmente, muchos de los profesores de la EATA fueron formados en el Instituto que la misma escuela fundó con ese objetivo. La formación y actualización docente ha sido, para nosotros, un tema de significativo y permanente interés.

¿Hacia dónde está orientada la formación de la escuela?

Como toda educación sistemática, la EATA procura la formación integral. Se busca permanentemente un equilibrio en la formación como personas, como productores, como trabajadores y como futuros estudiantes universitarios. Todo eso perseguimos, con las variantes del caso. Pero más allá de las diferencias en los perfiles, lo que permanece constante es la preocupación por la calidad. Recordemos que la EATA fue la primera escuela de habla hispana en el mundo en certificar todos sus procesos y servicios con la norma ISO 9001.

¿Cómo conciben la educación en la escuela?

Con una gran preocupación y correlativa ocupación por la calidad de todos nuestros servicios, calidad que tiene que ser para todos, desde un alumno con síndrome de Down hasta otro que desea estudiar en Harvard o en la Sorbona. La realidad nos muestra precisamente estos casos. Tenemos alumnos discapacitados que se capacitan laboralmente y egresados estudiando o recibidos en esas prestigiosas universidades extranjeras. Más que el derecho a la escolarización, defendemos el derecho al éxito escolar de todos.

¿Cuáles son los principales temas de interés de los alumnos? ¿Cómo es su inserción laboral?

Los intereses son muy variados e incluso el mismo alumno va cambiando en el tránsito por el colegio. Es función de la escuela cultivar y atender todos esos intereses, que por variados, no son incompatibles. Los alumnos, al rotar por las distintas áreas que la EATA ofrece, van delineando sus propios perfiles. Todo lo agrario y productivo ejerce una gran atracción. Pero siempre aparecen perfiles más “fierros”, con mucho interés por la maquinaria agrícola, otros más “bicheros”, que se desarrollan en la producción animal, y los perfiles más científicos, que demuestran más interés en la biotecnología, las herramientas satelitales, la investigación y el trabajo en el laboratorio. También están los emprendedores que se inclinan por los mercados, los negocios, la gestión, el cálculo, el análisis económico. Y la escuela debe estar presente en todos los ámbitos del saber y para todos sus alumnos.

La inserción laboral es óptima. De hecho, no podemos satisfacer los constantes requerimientos de empresas. Un buen egresado nuestro tiene mucho campo para su desarrollo laboral.

Una vez egresados, ¿los alumnos eligen desarrollar su carrera profesional en su localidad de origen o prefieren emigrar a otras ciudades?

Hay de todo. La EATA desearía que todos se desarrollaran en la región que los vio nacer y crecer. Pero no se puede hacer ingeniería social. Lo valioso es que la escuela les suministre herramientas para ser libres, útiles y responsables. Tanto en Tres Arroyos como en otro lugar, tanto como trabajadores como productores, tanto en la universidad como en la empresa.



¿Cómo ven los alumnos al sector agropecuario local y nacional?

Creo que lo ven como lo que es: el sector más pujante e innovador de la economía nacional. Y en esta visión positiva tiene mucho que ver el agro regional. Tres Arroyos es un ejemplo de pujanza, de integración social, de productor arraigado, de familias que saben lo que es el campo, de un pueblo que valora la producción. Todos sabemos lo que significa una buena cosecha y lo que ese esfuerzo implica.

¿Existe conciencia acerca del cuidado del suelo y la reposición de nutrientes en el ámbito educativo?

Se trata de un interés creciente. Las nuevas generaciones tienen, felizmente, mayor conciencia de los problemas ambientales. Nuestra escuela siempre procuró trabajar con un enfoque sistémico, en el que el equilibrio y la sustentabilidad pasan a ser conceptos fundamentales. La frase “Nuestro suelo no lo recibimos heredado de nuestros padres, más bien lo tomamos prestado de las futuras generaciones” no debería ser una frase hecha. Trabajamos para encarnar esas ideas. En esto nos dan una ayuda las normas ISO cuando exigen “hacer lo que se dice y decir lo que se hace”.



¿Cómo describiría la inserción del campo en la comunidad urbana?

En nuestra región hay una interacción muy fluida. La EATA es un ejemplo. Es el fruto de una alianza entre los sectores agropecuarios, como los grupos CREA, Sociedad Rural, Federación Agraria y Cooperativas, a las que se sumaron comerciantes, bancos, Cámara Económica, etc., para fundar primero y administrar y sostener después a la escuela. Así nacimos y así crecimos. Esa alianza, que tan buenos resultados ha traído aparejados para todos, debería ser un ejemplo de interacción entre campo y ciudad en todo el país. Próximos a cumplir 25 años de vida, la EATA puede mirar hacia atrás para recordar a los pioneros que la fundaron. Pero también hacia adelante, para continuar la tarea de mejora constante.



Arroz: aspectos nutricionales avances recientes

Quintero, César; Spinelli, Nicolás; Arévalo, Edgardo; Boschetti, Graciela; van Derdonckt, Gabriela; Zamero, María A.; Méndez, María A.; Befani, María R.

Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER. CC 24 Paraná ER (3.100). <cquinter@fca.uner.edu.ar>

Introducción

Algunas definiciones introductorias son oportunas para interpretar mejor los objetivos y las limitaciones del trabajo presentado:

El rendimiento potencial es definido como el rendimiento de un cultivo cuando crece en un ambiente al que está adaptado, sin limitaciones de agua y nutrientes y cuando las plagas y malezas son efectivamente controladas. Por lo tanto, para una determinada variedad o híbrido en un ambiente específico, el rendimiento potencial es determinado por la cantidad de radiación solar incidente, la temperatura y la densidad de plantas (estas últimas gobiernan la tasa de desarrollo de hojas).

El rendimiento actual es el que obtienen los agricultores, en el que la pérdida de rendimiento se debe a un insuficiente abastecimiento de agua, ya sea de lluvia o de riego, a lo que se suma una reducción del rendimiento por factores tales como: la deficiencia de nutrientes, nutrición desbalanceada, enfermedades, insectos y competencia de malezas.

La diferencia entre el rendimiento potencial y el rendimiento actual alcanzado por los agricultores representa la brecha explorable para posibles incrementos en la productividad. A medida que los

rendimientos de los agricultores se aproximan al rendimiento potencial, se hace cada vez más difícil lograr nuevos progresos, porque para conseguir nuevas ganancias, es necesario eliminar pequeñas imperfecciones en el manejo integrado del suelo, cultivo, agua, nutrientes y plagas. En general, este ajuste riguroso no es económicamente viable a escala de producción comercial, por lo que los rendimientos tienden a estancarse cuando el promedio de producción se encuentra en el 80% del rendimiento potencial.

Podemos decir, entonces, que hay un rendimiento económicamente alcanzable que está en el orden del 80% del rendimiento potencial.

Para mantener una brecha explorable de rendimiento, a medida que nos acercamos al 80% del potencial, hay que lograr incrementar el rendimiento potencial por mejoramiento genético. La mayoría de los principales países productores de arroz del mundo han entrado en un estancamiento de su productividad hacia fines de la década del '90. Aparentemente, ha habido pocos o nulos progresos genéticos en los últimos años.

Sin embargo, Argentina ha aumentado los rendimientos, alcanzando un valor de progreso anual de 115 kg/ha/a. Particularmente, en Entre Ríos,

la tasa desde 1990 a la fecha ha sido superior a 140 kg/ha/a. Estos avances son debidos a la aplicación de mejores prácticas de manejo, como el control de malezas y la fertilización.

La nutrición del cultivo es fundamental para lograr altos rendimientos, luego de que aspectos importantes como densidad, fecha de siembra, control de malezas y plagas son atendidos adecuadamente. El objetivo de este artículo es aportar información de base, en lo que respecta a la nutrición del cultivo y los nutrientes requeridos por el arroz en Entre Ríos.

Resultados

1. Rendimientos alcanzados

En tres campañas de seguimiento, hemos podido observar un amplio rango de situaciones, abarcando todas las zonas de producción de arroz en Entre Ríos, con algunos casos fuera de la provincia, que permitieron ampliar la variabilidad de situaciones, tales como la zona de San Javier, en Santa Fe, y el sur de Corrientes.

Como puede verse en el cuadro 1, los rendimientos y sus componentes mostraron un amplio rango de variación en los distintos ambientes evaluados. Nuestras mediciones sobreestiman el rendimiento de la chacra en un 15 a 20%, pero representan un valor real medido a campo de la productividad de ese ambiente. Los rendimientos alcanzados estuvieron entre 4.148 kg/ha a 12.468 kg/ha. Esto nos muestra que es posible aspirar a rendimientos superiores a los 10.000 kg/ha con los materiales disponibles, lo que se logró en un 21% de las observaciones.



Cuadro 1. Productividad y componentes del rendimiento. N=140.

	Grano (kg/ha)	Panicoja (kg/ha)	Índice de Casaca	Panicoja (g/m ²)	Grano por Panicoja	Grano Vuelto (%)	Peso de 1000 (g)
Media	8.742	7.237	55	485	55	17	25
Máximo	12.458	10.040	65	718	102	58	25
Mínimo	4.148	3.749	40	242	52	4	18

Dentro del proyecto, hemos realizado análisis de tejidos, en las tres últimas campañas, en muestras de planta entera (Cuadro 2).

Si bien en algunos casos los bajos rendimientos se asocian a materiales dobles, existen muchas situaciones de rendimientos por debajo de la media, en materiales largo fino, debido a factores controlables o de manejo.

Utilizamos esta metodología, dado que el N responde a una curva de dilución (Figura 1).

Cuadro 2. Concentración de elementos en Macollaje a Floración. N=82.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	II (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Media	1,51	0,28	1,71	0,51	0,17	0,21	334	32	190	15	5,5
Máximo	2,65	0,52	2,56	0,85	0,36	0,78	654	62	685	48	8,8
Mínimo	0,70	0,08	0,48	0,07	0,06	0,04	69	5	59	5	1,8
Normal	1,5-5	0,15-0,25	1,5-2,5	0,15-0,45	0,10-0,25	0,10-0,25	220-500	20-50	80-200	10-20	2,5-6

Para calcular correctamente los rendimientos potenciales, habría que ajustar modelos de crecimiento para las variedades locales. Sin embargo, a partir de los datos relevados en estas tres campañas, es posible estimar que el rendimiento potencial está por encima de los 12.000 kg/ha.

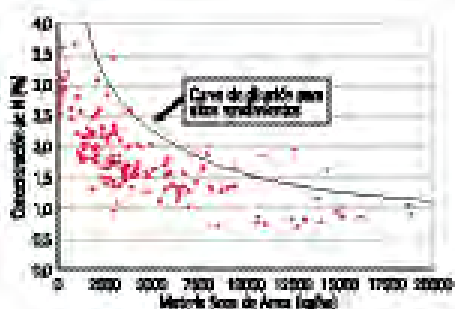
2. Concentración de elementos durante el ciclo del cultivo

Una manera de evaluar el estado nutricional de los cultivos es mediante la determinación de la concentración de los nutrientes minerales. De esta manera, se obtiene un valor que es comparado con tablas de referencia o con los rendimientos alcanzados y, así, es posible diagnosticar si aquél es normal, alto o bajo.

2.1. Nitrógeno (N)

Sin duda, el N es el elemento crítico para la producción de arroz, por la cantidad requerida y por el impacto que tiene en los rendimientos. El trabajo de Sheehy, *et al.* (1998) muestra que la curva de dilución de N es independiente de la región climática. Quiere decir que la captura de C y N es similar para distintos ambientes, independientemente del resultado final al que se llega.

Figura 1. Curva de dilución de N, tomada de Sheehy, *et al.* (1998) y datos de arroceras de Entre Ríos, 2004–2007.



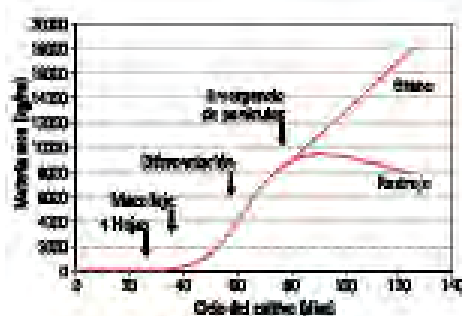
Las observaciones que hemos realizado en estos años muestran que las concentraciones de N, en muchos casos, están por debajo del valor crítico u óptimo para altos rendimientos. Este es un aspecto muy importante relacionado con las dosis y la forma en que se fertiliza en nuestra zona.

Antiguamente, el momento más eficiente para aplicar el N era en diferenciación de panículas, dado que las variedades cultivadas eran más altas y susceptibles al vuelco, por lo cual, las aplicaciones tempranas promovían el vuelco y, por lo tanto, malos resultados. Además mucha información provenía de zonas de cultivos de bajos rendimientos, donde el momento de aplicación es poco relevante. La tradición, el temor al vuelco y al vaneo por frío hacen que, actualmente, la mayoría de los productores sigan aplicando de un 40 a un 60% del N en diferenciación, a pesar de su menor eficiencia y mayores costos.

Como se desprende de la Figura 1 y se visualiza en las Figuras 2 y 3, la tasa de acumulación de materia seca difiere de la acumulación de N. Cuando el cultivo alcanza 1 a 1,5 tn/ha, la tasa de absorción de N declina. El arroz absorbe gran parte del N en etapas tempranas, lo acumula en las hojas y luego transloca gran parte hacia los granos. Se ha comprobado que un

30% del nitrógeno contenido en los granos fue absorbido antes de diferenciación y luego, translocado (Sheehy, *et al.* 2004).

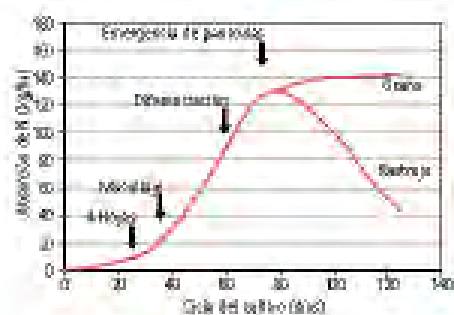
Figura 2. Curva de acumulación de materia seca de arroz para un rendimiento de 10.000kg/ha.



La tasa de acumulación de materia seca es máxima entre diferenciación y llenado de granos (Figura 2), mientras que la tasa de acumulación de N es máxima entre macollaje y diferenciación, con bajas tasas de absorción luego de la floración (Figura 3). Las hojas y los tallos actúan como reservorio de alrededor del 50% del N que llega los granos, dado que la tasa a la que se acumula N en los granos es muy superior a la tasa a la que absorbe N la planta, en ese momento.

En Australia también se ha visto que el rendimiento está muy relacionado con la cantidad de N absorbida en diferenciación de primordio. Además, la aplicación de N previo a la inundación fue más eficiente y rentable que aplicaciones divididas (Russell, *et al.* 2006).

Figura 3. Curva de acumulación de N en arroz, para un rendimiento de 10.000kg/ha.



2.2. Fósforo (P)

El P se presentó en valores normales en la mayoría de los casos. Esto podría deberse a que la mayoría de los productores aplica una cantidad razonable de fertilizante con P y a la liberación de P que acontece cuando el suelo se inunda, lo que garantiza una buena nutrición con este elemento. Relacionado con esto, se sabe que los suelos con contenidos de materia orgánica superiores a 3,5% y pH de suelo inferiores a 6,5 liberan más fósforo al inundarse (Quintero, *et al.* 2007).

2.3. Cationes alcalinos

Las concentraciones de potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) están relacionadas entre sí. En los análisis efectuados observamos más de un 30% de valores de K por debajo del óptimo y un número similar de valores altos en Na. Además, un 40% de valores altos en Ca y 50% altos en Mg.

Es decir, que hay una probabilidad de una cada tres de que se presente deficiencia de K en algún grado, ligada, principalmente, a un exceso de los otros cationes, más que a una deficiencia de K.

2.3. Micronutrientes

Las concentraciones de micronutrientes en el ciclo del cultivo se presentaron mayormente dentro de los valores normales, con pocos casos deficientes o excesivos. Esto no quiere decir que no ocurran deficiencias como la de Zn, dado que ha sido establecido que ésta se produce por un exceso de Ca, más que por una carencia del elemento (Quintero *et al.* 2006). A diferencia de los elementos estructurales, los microelementos se absorben a tasas similares a la generación de materia seca.

3. Concentración de elementos a cosecha

El análisis de la composición elemental a cosecha nos permite conocer las demandas nutritivas del cultivo en nuestras condiciones.

Nuevamente, en los rastrojos observamos un 30% de los casos con baja concentración de K y un 15 a 20%, valores altos en Mg y Na. Esto nos podría estar alertando sobre mayor susceptibilidad al vuelco y a las enfermedades en plantas deficientes en K. Los demás elementos se presentaron en valores normales (Cuadro 3).

La comparación con las tablas publicadas por Dobermann y Fairhust (2000) para Asia, nos muestra valores medios algo más bajos en N, P, K Fe y Zn; y más altos en B y Cu; tal como puede apreciarse en el cuadro 3.

En Entre Ríos, la concentración media en el grano de N, P, B, Fe y Cu fue menor a la normal de Asia; con valores más altos en Ca, Mn y Zn (Cuadro 4).

Cuadro 3: Concentración de elementos en el RASTROJO. N=125.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	B (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Media E.R.	0,54	0,07	1,27	0,28	0,17	0,28	453	28	88	17	4,8
Normal Asia	0,65	0,18	1,4	0,58	0,28	88	450	10	350	30	3
Normal E.A.	0,40-0,80	0,04-0,12	1,0-2,5	0,20-0,45	0,05-0,25	0,10-0,50	240-800	10-50	50-130	10-40	2-7

En base a las concentraciones de los elementos en el grano y en el rastrojo, y conociendo los rendimientos, fue posible calcular la demanda de elementos por tonelada de grano; es decir, la cantidad que debe absorber toda la planta para producir 1000kg. de arroz (Cuadro 5). Para nuestras condiciones de relativamente bajas dosis de fertilizantes, los consumos de los principales elementos son más bajos que los publicados por Ciampitti y García (2007).

Cuadro 4: Concentración de elementos en el GRANO. N=135.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	B (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Media E.R.	0,84	0,15	0,25	0,18	0,15	0,05	87	21	53	25	5,8
Normal Asia	1,18	0,25	0,25	0,05	0,15	88	50	30	250	25	10
Normal E.A.	0,80-1,20	0,10-0,22	0,18-0,40	0,05-0,25	0,07-0,17	0,04-0,08	50-150	10-25	30-80	10-40	3-8

De la cantidad requerida en el Cuadro 5, la proporción que se retira en el grano es la que se presenta en el Cuadro 6. Como puede verse, los nutrientes como el P, el N y en Zn, son cosechados en gran proporción y retirados del sistema. Mientras que los cationes alcalinos (K, Ca y Na) quedan mayormente en el rastrojo. La diferencia entre estos elementos se puede visualizar en la Figura 4.

Cuadro 5: Consumo de nutrientes por tonelada de grano a 14% de humedad.

	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Na (kg/ha)	Mn (kg/ha)	B (kg/ha)	Fe (kg/ha)	Zn (kg/ha)	Cu (kg/ha)
Media E.R.	14	2	12	3	3	3	457	44	135	40	8
Normal Asia	15	3	15	4	3	88	439	13	439	44	11
Normal IRA	18	3	25	2	2	88	325	14	317	35	24

4. Síntesis

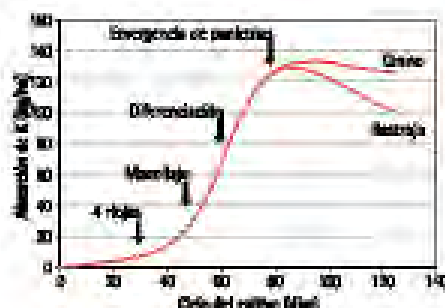
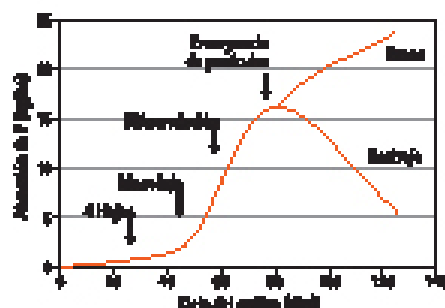
Los aspectos nutricionales del cultivo, así como la nutrición balanceada, constituyen uno de los factores limitantes para el rendimiento de arroz en Entre Ríos.

El manejo del nitrógeno, en lo que respecta al momento y cantidad a aplicar, es fundamental para aspirar a altos rendimientos.

Cuadro 6: Índices de cosecha del nutriente (%)

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	B	Fe	Zn	Cu
Medio E.R.	68	72	22	20	48	18	21	51	41	64	55
Normal Asia	80	85	15	13	43	59	50	33	40	40	75
Normal USA	88	84	20	4	42	59	18	50	57	50	82

Figura 4. Curvas de acumulación de P y K de arroz para un rendimiento de 10.000kg/ha.



Los análisis de plantas de inicio a mitad de ciclo, indican que el nivel de N es bajo y limita el rendimiento del cultivo, relacionado a un bajo macollaje, reducción del número de macollos fértiles y menor producción de granos llenos.

Bajo las condiciones generalizadas de suelos en agricultura continua, las dosis habituales de N resultan insuficientes para superar los niveles medios de producción. En esta condición de bajas dosis de N, seguramente sería mas eficiente y rentable aplicarla previo a la inundación y de una vez.

La idea de fertilizar con N, acompañando la producción de biomasa del cultivo, no es consistente con las tasas de absorción temprana de N y el posterior traslado a los granos.

Un programa de fertilización con dosis más altas de N, distribuidas eficientemente en el ciclo del cultivo, seguramente permitirá superar los actuales niveles de productividad.

El fósforo en planta se presentó en valores adecuados y no parece limitar el rendimiento en la mayoría de los casos. Sin embargo, los estudios realizados indican que, aunque se logre una adecuada nutrición del cultivo entre la dosis de fertilizante y el P liberado por el suelo, en muchos casos, el balance es negativo y las reservas de P en el suelo disminuyen. Hay que recordar que su índice de cosecha es muy alto.

En el caso del potasio, existen evidencias de deficiencias probablemente cuando el complejo adsorbente del suelo está desbalanceado hacia los otros cationes (Ca, Mg, Na), dado que el K no es deficitario por su cantidad en nuestros suelos.

Sobre este elemento habría que desarrollar o investigar estrategias de fertilización e identificar las situaciones de probable deficiencia. Si la hipótesis de deficiencia de K inducida por exceso de Ca o Mg es verdadera, podría ser difícil obtener respuestas a dosis normales o bajas de K por vía sólida aplicada al suelo y es probable que aplicaciones foliares o fuentes alternativas muestren una mejor respuesta. Habría que tener en cuenta que, en algunas situaciones, el déficit de K está relacionado a suelos salinos, donde se ha observado un alto vaneo y granos más livianos. Otro aspecto a considerar es el efecto sobre el vuelco ante mayores dosis de N y sobre las enfermedades del tallo.

Si bien el cinc se ha encontrado en concentraciones normales en la planta, existe mucha evidencia de su deficiencia en arroz a nivel internacional y local. Esto podría estar relacionado a que en muchos de los sitios evaluados se aplicó Zn en la semilla y/o por vía foliar. Además no hay que olvidar que las investigaciones realizadas por nuestro grupo han demostrado que no es un problema de menor absorción de Zn o baja concentración en la planta, sino que está más relacionado con el funcionamiento metabólico dentro de la planta. En los ensayos donde se ha incorporado Zn se han registrado respuestas en la mayoría de los casos, por lo que es una práctica cada vez más generalizada la aplicación de Zn en arroz.

En lo que respecta a otros microelementos, se han observado altos valores de boro, con síntomas de toxicidad en algunos momentos, pero que no han afectado de manera significativa el rendimiento.

Por otro lado, se han registrado algunos valores tóxicos o elevados de Fe en planta, pero no es un problema generalizado.

Afortunadamente, existe una brecha de rendimiento explorable como para pensar en que se pueden superar los niveles de productividad de la actualidad. Si el rendimiento potencial está en valores de 12.000 kg/ha, es posible aspirar a un rendimiento medio provincial de 10.000 kg/ha con la genética disponible. A la tasa de progreso actual, pasar de una media de 7.000 a 10.000 kg/ha nos puede llevar más de 20 años, por lo que habría que llevar adelante medidas de transferencia de tecnología para que el progreso sea más rápido.

La nutrición del cultivo, con los elementos, fuentes y aplicación en momentos apropiados, seguramente es una de las herramientas clave para lograr este objetivo.

Bibliografía

Dobermann, A. Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient disorders and nutrient management. PPI-PPIC and IRRI. Singapore and Los Baños.

Quintero C., Arévalo, E.; Boschetti N. Spinelli, N. 2006. Clorosis en suelos con calcáreo. Experiencias en el cultivo de arroz en Entre Ríos. En: Micronutrientes en la agricultura. Editora: Mabel Vázquez. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. 1ª Edición. Pag.113-125. ISBN: 987-21419-4-0.

Quintero, C. Gutierrez Boem, F. Befani M. Boschetti, N. Effects of soil flooding on phosphorus availability in soils of Mesopotamia, Argentina.. J. Plant Nutr. Soil Science. 170:500-505

Russell, C.A.; Dunn, B.W.; Batten, G.D.; Williams, R.L.; Angus, J.F. 2006. Soil test to predict optimum fertilizer rate for rice. Field Crop Research 97:286-301.

Sheehy, S.H; Dionora, M.J.A.; Mitchell, P.L.; Peng, S.; Cassman, K.G.; Lemaire, G.; Williams, R.L. 1998. Critical nitrogen concentrations: implications for high-yielding rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in the tropics. Field Crop Research 59:31-41.

Sheehy, S.H; M. Mnzava; K.G. Cassman; P.L. Mitchell; P. Pablico. 2004. Temporal origin of nitrogen in the grain of irrigated rice in the dry season: The outcome of uptake, cycling, senescence and competition studied using ¹⁵N-placement technique. Field Crop Research 89 : 337-34.

Fertilizantes azufrados:

atributos diferenciales de las distintas fuentes

Mónica B. Tysko. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Luján. Consultora privada.
Correo electrónico: mtysko@mail.unlu.edu.ar

En la región pampeana los principales cultivos son soja, trigo, maíz y girasol que, en conjunto, ocupan alrededor del 85% del área total agrícola. En dicha región, el uso intensivo de los recursos naturales y por la continuidad de cultivos se ha producido que el consumo de fertilizantes se incrementara notablemente. La larga historia agrícola es el motivo de que la disponibilidad de nutrientes en los suelos sea inferior a la de regiones que recientemente comenzaron a ser cultivadas. La región núcleo (provincias de Santa Fe, norte de Buenos Aires y este de Córdoba) es la de mayor demanda global y la de uso más intensivo de fertilizantes. Las deficiencias de azufre (S), detectadas a partir de la década del '90, han sido consecuencia de la importante caída en el contenido de materia orgánica de los suelos y del control de contaminación ambiental, entre otros factores.

La fertilización fosforada de los cultivos se ha generalizado, orientándose en muchos casos hacia la reposición de los nutrientes exportados por el grano. El agregado de azufre, en cambio, en la mayoría de los casos, se realiza acompañando a los fertilizantes fosforados y nitrogenados y sin un diagnóstico exhaustivo dada la dificultad de éste. Las posibilidades de incrementar los rendimientos por esta vía son concretas y dependerá, en gran medida, de la calidad de las formulaciones que se desarrollen.

Diversos investigadores comenzaron a estudiar esta temática en el noroeste de Buenos Aires (Ventimiglia *et al.*, 2000), sur de Santa Fe (Cordone y Martínez, 2001; Salvagiotti *et al.*, 2004), centro-norte de Santa Fe (Albrecht *et al.*, 2000), tratando de establecer zonas deficientes,

métodos de diagnóstico y umbrales de suficiencia para diferentes cultivos. Esto generó un aumento en la demanda de fertilizantes azufrados, que si bien ya se observaba como una tendencia, ésta se debía básicamente al incremento en el uso de fertilizantes compuestos, donde el valor del S como nutriente no era considerado. No sólo creció la importación de fuentes de S, sino que comenzaron a producirse en el país fertilizantes a base de S elemental y superfosfato simple de calcio, además de fuentes azufradas de origen mineral, como el yeso agrícola.

En el gráfico N°1 se observa el crecimiento en la importación de las distintas fuentes azufradas, en los últimos 14 años.

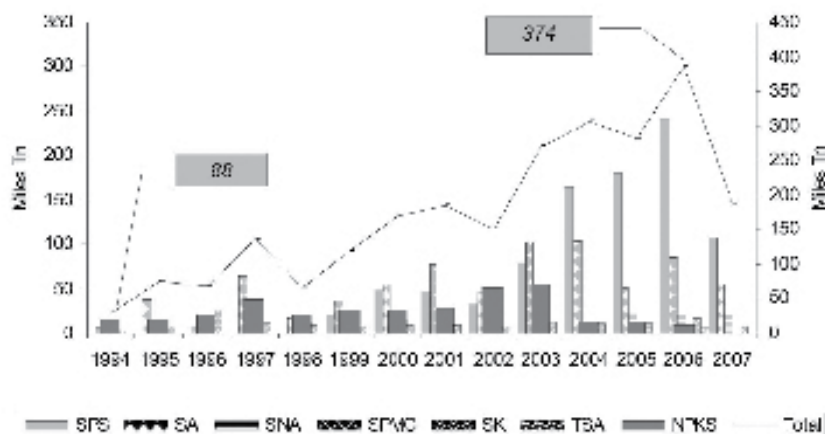
Si bien se dispone de información acerca de las características generales de algunas fuentes azufradas, se conoce poco respecto de otras fuentes, como el yeso agrícola o el azufre elemental.

La caracterización de las principales fuentes azufradas puede permitir observar sus propiedades diferenciales, para mejorar su funcionamiento relativo en el sistema suelo-cultivo.

Análisis comparativo de las fuentes azufradas disponibles

Existen varias formas de clasificar las fuentes de fertilizantes: por su composición química, presentación o por propiedades tales como solubilidades en agua, entre otras. Para facilitar la comprensión de este resumen, se clasificarán las fuentes azufradas según su solubilidad en agua pura (Tabla 1) y se detallarán algunas características generales de éstas (Tabla 2).

Gráfico N°1: Evolución de la importación de fuentes azufradas.



Fuente: AFyP 2007

Gráfico N°2: Distribución de la importación de fertilizantes azufrados.

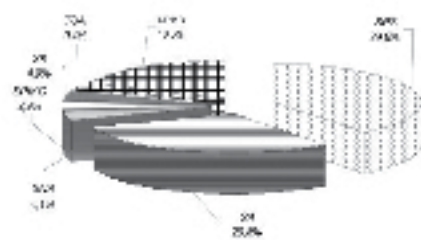


Tabla 1: Clasificación de fuentes azufradas según su solubilidad.

Alta	Medio	Insolubles
Sulfato de Amonio	Yeso Agrícola (Y)	S Elemental (SEF)
Superfosfato Simple	MAP-S	
Sulfato de K y Mg		
Tosulfato de Amonio		
Sulfato de K		
Sulfato de Mg		
Sulfato de Amonio		

Tabla 2: Principales características de las principales fuentes azufradas.

Fuente	Grado % S	Nutrientes acompañantes	Solidez salina	Solubilidad g/l	Humedad crítica*
SA	24	N	80	754	75-80%
SPS	12	P-Ca	añl	70	80%
SMAg	22	Mg	118,3	25,8	
SPMg	22	K-Mg	43,2	17	60-70%
TSA	20	N	añl		
MAP-S	15	P-N	añl		añl
Y	18	Ca	-	0,26	80%
SEF	85-90	-	0	0	-

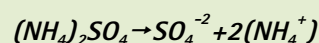
Fuente: Fertilizer Manual (1998). * Utilizado como fertilizante puro.

Sulfato de amonio:

Es un producto de origen químico que se obtiene como subproducto en la industria del acero, como consecuencia de la neutralización de la emisión de dióxido de azufre con amoníaco. Se presenta como sólido granulado de color cristalino a marrón oscuro. Contiene un 24% de Azufre (S) y un 21% de Nitrógeno (N) en su composición, elemento que se encuentra en forma de amonio.

Debido a su alta solubilidad en agua y elevado índice salino, puede generar efectos fitotóxicos al aplicarlo junto con la semilla. Los mismos son debidos, por una lado, al aumento de la presión osmótica de la solución del suelo y, por otro lado, al efecto tóxico del amoníaco.

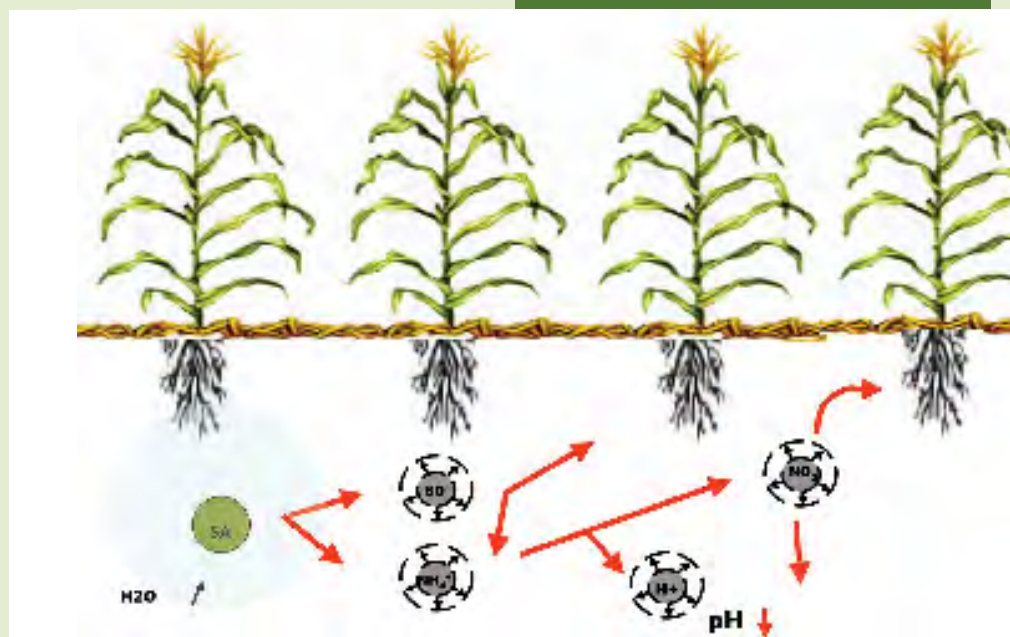
Aplicado al suelo, el sulfato de amonio (SA) da una reacción ácida generada por la disociación de éste, según la siguiente reacción:



Mientras que el ión SO_4^{-2} queda en la solución del suelo pudiendo ser absorbido por las plantas, lixiviado o fijado dependiendo del pH del medio, el NH_4^+ pasa a NO_3^- liberando H^+ al medio, generando un descenso de pH.

En estudios preliminares, Ciampitti *et al.*, (2006) establecieron que dosis promedio de 25, 70,30 y 25kg.ha⁻¹ de sulfato de amonio, aplicados junto

Sulfato de amonio en el suelo.



A pesar de que la humedad crítica de este producto es relativamente alta cuando se lo mezcla con otros fertilizantes como urea, fosfato monoamónico (MAP) o fosfato diamónico (DAP) esta humedad crítica baja, pudiendo generar inconvenientes en la manipulación o almacenamiento, en el caso que se lo utilice en mezclas físicas.

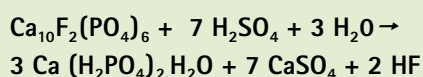
con las semilla en los cultivos de soja, maíz girasol y alfalfa respectivamente, producirían una reducción del 20% de las plantas emergidas.

El SA es una fuente ampliamente utilizada en el país, tanto en cultivos de granos como oleaginosas.

Varios autores confirman el efecto residual del sulfato de amonio aplicado en un cultivo sobre cultivos subsiguientes (Cordone *et al.*, 2002 y Salvagiotti *et al.*, 2004) considerando este efecto una ventaja comparativa de esta fuente.

Superfosfato simple de calcio:

Es un producto cuyo origen es químico y se produce a partir de la acidificación de la roca fosfórica de origen mineral con ácido sulfúrico, según la siguiente reacción:



La roca fosfórica (fluorapatita) se muele y se mezcla con ácido sulfúrico a altas temperaturas. Esta mezcla se solidifica y se pasa por un molino para reducir su tamaño nuevamente. Posteriormente se granula. El azufre en este producto se encuentra con sulfato de calcio anhidro. Es un fertilizante sólido granulado de color marrón grisáceo que, además de tener 12% de azufre en su composición, contiene 9% de fósforo (P) y 22% de calcio; sin embargo, la relación P:S es baja, considerando que la mayoría de los suelos agrícolas de nuestro país son deficientes en P. La humedad crítica es alta y del mismo modo que el SA, disminuye al mezclar el SPS con fertilizante amoniacales.

La reacción en el suelo es ácida, debido a que el producto se disocia, reaccionando con el agua y dando ácido fosfórico que, al ionizarse, libera protones al medio y genera una fuerte acidificación. Al igual que el sulfato de amonio, este producto posee efectos fitotóxicos cuando se aplica junto a la semilla. En el cultivo de soja, se han estimado pérdidas de un 20% cuando se aplican dosis entre a 20 y 80kg.ha⁻¹, dependiendo del tipo suelo y de su contenido hídrico (Ciampitti *et al.*, 2006).

Actualmente, debido a que se produce localmente y su costo relativo es bajo, ha comenzado a utilizarse nuevamente como fuente combinada, principalmente, en el cultivo de soja.

Sin embargo, existe escasa información sobre el comportamiento de este fertilizante como fuente de S, ya que fue utilizado hasta la década del '90 como fertilizante fosforado y la información relevada está enfocada hacia la aplicación de éste, como corrector de las deficiencias de P.

Tiosulfato de amonio:

La formulación comercial de este producto es, en realidad, una solución acuosa al 60% de tiosulfato de amonio. La síntesis de éste se realiza haciendo burbujear dióxido de S en una solución acuosa de amonio. Así se forma sulfato de amonio, que al reaccionar con S elemental, da origen al tiosulfato.

Es un fertilizante líquido de alta solubilidad en agua y cuya composición química incluye 12% de N amoniacal y 26% de S total. El S en este producto se encuentra en una proporción de 1:1 en forma de Sulfato y de S elemental. Esto le confiere algunas ventajas particulares, ya que parte del S estará disponible en forma inmediata para las plantas y el resto se oxidará gradualmente y será absorbido como sulfato.

Tiene un pH alcalino y es muy versátil; se puede combinar con soluciones neutras a ligeramente ácidas de P, formando soluciones NPS.

No es compatible con soluciones fuertemente ácidas ni con amoníaco anhidro, ya que genera suspensiones de S coloidal. Se aplica chorreado en el suelo y en contacto directo con semillas y hojas genera fitotoxicidad. Su uso se está haciendo cada vez más extensivo, debido al avance de la fertilización líquida en nuestro país.

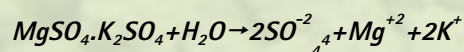
Sulfato de magnesio (kieserita):

El origen mineral de esta fuente hace que se la encuentre en depósitos naturales y con distintos grados de hidratación. Es un sólido blanco a grisáceo, cuya fórmula química es: $MgSO_4 \cdot H_2O$. Tiene, además de 22% de S, 16% de magnesio. La solubilidad de esta sal es menor al resto de las sales solubles y posee un elevado índice salino (Tabla 2). Esta última característica genera un aumento de la presión osmótica en la solución del suelo y que, cuando se lo coloca junto a la semilla, puede provocar efectos fitotóxicos. Como toda sal, al entrar en contacto con el agua se disocia completamente en sus iones, según la siguiente reacción: $MgSO_4 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + Mg^{+2}$

Otras de las consideraciones a tener en cuenta al utilizar este producto es su grado de molienda, ya que la velocidad de disolución en el suelo está directamente relacionada con el tamaño de partícula.

Sulfato de potasio y magnesio (SPMG):

Se trata de una fuente ampliamente utilizada en EE.UU. y su origen es mineral. Se extrae la roca madre y se la trata, dando origen a esta doble sal. Se compone de 20% de Potasio, 10% de Magnesio, 3% de Cloro y 18% de S. Se la comercializa en forma de sólido granulado. Las características generales de este producto se encuentran detalladas en la Tabla 2. El SPMg se disocia en el suelo, generando iones K y Mg que formarán parte del complejo de intercambio e iones sulfato.



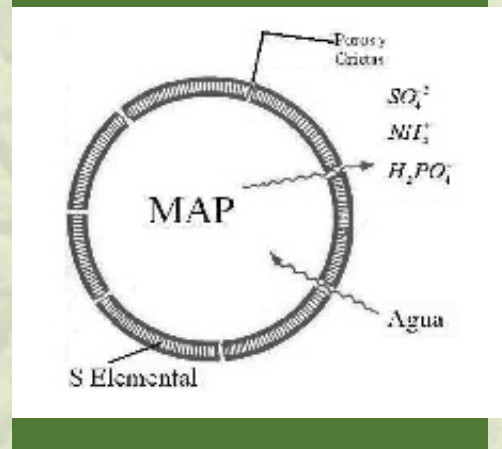
Fosfatomonoamónico azufrado:

Este fertilizante está formado por fosfatomonoamónico recubierto con azufre. El porcentaje de S en su composición es del 7% y se encuentra en forma de sulfato y S elemental en relación 1:1.

Si bien este producto es considerado como una fuente soluble, ya que contiene una sal muy soluble y parte del S de su composición se encuentra como sulfato, es una fuente de liberación lenta, debido a que parte del S que lo recubre se presenta en forma de S elemental.

La reacción del MAP Azufrado en el suelo, se puede observar en la Figura 1.

Figura 1: El mecanismo de aporte de nutrientes al suelo a partir de MAP recubierto con S.
(Adaptado de Jiménez Gómez, 1992).



La cobertura de S alcanza a recubrir totalmente la sal, impidiendo el contacto directo con el agua que, a través de poros o grietas generadas en el proceso de elaboración, entra en el gránulo. Desde allí salen los nutrientes hacia la solución del suelo.

La eficacia de este fertilizante estará determinada por diversos factores que afectan la velocidad de aporte de nutrientes. La calidad del recubrimiento, dada por el espesor y características del S empleado en la cobertura, la temperatura y la humedad son algunos de estos factores.

Una de las principales ventajas de esta fuente es que aporta N, P y S en una sola aplicación y la liberación de estos nutrientes se produce en forma gradual.

Yeso agrícola:

El yeso agrícola es una fuente de origen mineral o de origen químico obtenido como subproducto en varias industrias. Este producto, con una menor solubilidad cuando se la compara con las fuentes antes citadas (Porta *et al.*, 2003), está compuesto por 19-21% de Ca, 15 y 17% de S e impurezas, tales como NaCl , Fe_2O_3 y Al_2O_3 . La cantidad en que se hallan presentes estos componentes permiten clasificar los yesos en dos tipos diferentes y definir distintas calidades (Norma IRAM 22452).

Respecto de su presentación, el yeso agrícola puede ser polvo, granulado o peleteado.

La solubilidad del producto está relacionada con el tamaño de partícula, por lo tanto, un yeso granulado, molido a un tamaño de partícula de 150µm se disolverá más rápidamente que un yeso molido, cuyo tamaño de partícula es de 2-4mm, debido a que este último presenta una menor superficie específica de contacto.

Un detalle a tener en cuenta es el costo de las distintas presentaciones de yeso. Mientras que por un lado el costo del yeso granulado está dado por la molienda y el flete a destino, que reportan el 50% del costo del producto, el peleteado lleva además del costo de molienda, el del peleteado y el coating para evitar la generación de polvo por rotura del pellet en el transporte. El valor de la unidad de nutriente del yeso granulado es 50% menor al del peleteado.

Es importante, al momento de elegir esta fuente, tener en cuenta no solamente el precio relativo de éste, sino también la calidad y procedencia. Es un producto compatible con todos los fertilizantes. Además, puede ser utilizado como enmienda o fertilizante, según la dosis empleada.

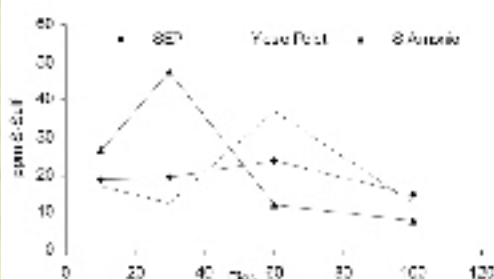
Azufre elemental:

Dentro de las fuentes insolubles, se encuentra el Azufre elemental (SE) y una variante de éste que es el S elemental pretratado (SEP). El S elemental se transforma en sulfato por acción de bacterias específicas que lo oxidan, dejándolo disponible para las plantas. Esta transformación es altamente dependiente de condiciones ambientales, pH del suelo y tamaño de partícula. Una ventaja comparativa respecto de otras fuentes es el alto grado de S, 65 -99%, en su composición.

Se pueden ver en el mercado productos a base de S elemental en diferentes presentaciones, gránulas, pellets y S en polvo.

La transformación de S en sulfatos, en forma gradual, reduce las pérdidas de S entre las aplicaciones y la absorción, así como también los riesgos por toxicidad en las semillas, cuando son aplicados en forma conjunta. En un ensayo a campo realizado en la zona norte de Buenos Aires (Tysko, 2003, inédito), se midió el S-Sulfato liberado al suelo por fuentes azufradas de distinta solubilidad en agua (SEP, SA y yeso peleteado), en distintos períodos de tiempo. En la Figura 2 puede observarse el efecto de la liberación gradual de sulfatos, producido por la oxidación del SEP y la liberación casi inmediata de fuentes solubles como el SA.

Figura 2. S-Sulfato recuperado en suelo a 0-10-30-60-100 días de aplicación de distintas fuentes azufradas.



A pesar de contar con estas características que parecen ser ventajosas, este tipo de fertilizantes no tuvo mucha aceptación en el mercado. En la actualidad, existe un fertilizante a base de S elemental (SEP) al cual se le realiza un tratamiento que le otorga una mayor susceptibilidad a la oxidación. Este tratamiento consiste en neutralizar la acidez libre del S elemental con CaO, que luego se funde a altas temperaturas y se lo enfría lentamente. Este proceso genera un reordenamiento morfológico que le otorga mayor porosidad a la partícula primaria. Una vez solidificado, se muele a un tamaño de partícula de 150µm y se aglutina formando gránulos de 2-4mm.

Es un producto compatible con todos los fertilizantes, a excepción del nitrato de amonio con quien forma una mezcla explosiva.

La reacción de este compuesto en el suelo se puede observar en la siguiente Figura 3.

Las bacterias del género *Acidithiobacillus spp.* oxidan el SE, formando ácido sulfúrico, que en contacto con la solución del suelo, se disocia formando SO_4^{2-} y H^+ . En esta reacción se generan protones que producen una disminución del pH del suelo; sin embargo, al ser un proceso, es gradual la acidez y puede ser neutralizada por el poder buffer del suelo.

Figura 3 : Oxidación del azufre elemental en el suelo.



Dentro de los factores que influyen en el proceso oxidativo llevado a cabo por las bacterias, podemos citar: tamaño de partícula, temperatura, humedad y pH. A medida que aumenta el tamaño

de partícula, disminuye el área superficial efectiva de contacto con las bacterias y, por lo tanto, baja la tasa de oxidación. En coincidencia con lo observado por Chapman (1997) y Watkinson (1993), entre otros autores, en un ensayo realizado en la zona norte de la pcia. de Bs.As., se observó que a medida que aumenta el tamaño de partícula de SEP, la cantidad de $S-SO_4^{2-}$ recuperado en el suelo fue menor, para igual período de tiempo considerado.

Figura 4. Oxidación de SEP molido a distintos tamaños de partículas determinadas; el S-Sulfato recuperado en el suelo a 0-10-30-60-100 días de aplicación del producto.

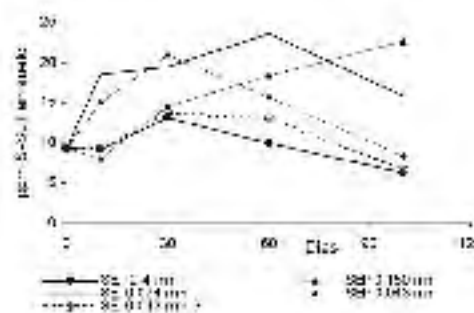


Tabla 3: Oxidación de SE en cuatro suelos incubados a distintas temperaturas durante 7 semanas. (Adaptado de Chapman,1997).

Temperatura (°C)	% S Oxidado		
	7	14	20
Suelo A	12	33,2	81,8
Suelo B	8	18,8	
Suelo C	7,2	9,8	
Suelo D	8	11,8	

Con respecto a la humedad y la temperatura, son factores determinantes de la actividad microbiana, al igual que el pH del suelo y, por lo tanto, afectan la tasa de oxidación del SE. Chapman (1997)

determinó el efecto de la temperatura y el tamaño de partícula sobre la oxidación del SE en 4 suelos, en el período de 7 semanas (Tabla 3). En el mismo observó que al aumentar la temperatura, se aumenta la cantidad de S-Sulfato, debido a un incremento en la tasa de oxidación.

Existe escasa información sobre la respuesta de la aplicación de esta fuente a distintos cultivos. En ensayos recientes realizados en la secuencia de cultivos trigo-soja, en el norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe (Tysko & Rodríguez, 2006) se obtuvieron respuestas a la aplicación de esta fuente en el cultivo de trigo. Estos resultados indican que la provisión de sulfatos, por oxidación del S elemental sería adecuada para cubrir las necesidades de este nutriente, durante las distintas etapas del ciclo productivo del cultivo. Asimismo, es posible considerar esta fuente como un producto competitivo debido a su alto grado y al aporte gradual de S al medio.

Respuesta a la aplicación de distintas fuentes azufradas

Existen numerosos ensayos que afirman que no hay ninguna relación entre la respuesta a la fertilización y la fuente de S aplicada. En este sentido, ensayos realizados por Gambaudo *et al.* (2006) en cultivo de trigo, Gutierrez Boem *et al.* (2004) en el cultivo de soja y Vivas y Fontanetto (2003) en el cultivo de alfalfa confirman estos conceptos.

Criterios para la elección de fuentes azufradas

Como consideraciones finales y teniendo en cuenta la perspectiva del productor, sería importante destacar que en la elección de la fuente de S debería considerar no sólo el costo de ésta, sino también las características intrínsecas, el valor de la unidad del nutriente, la presencia de nutriente acompañante, la granulometría en caso de fuentes de baja solubilidad y la disponibilidad de éste en la zona productiva.

Bibliografía

Albrecht R. *et al.* 2000: Residualidad del fósforo y azufre en soja sobre dos secuencias de cultivos.

Campaña 1999/2000. INTA EEA Rafaela-Centro Regional Santa Fe – Publicación miscelánea N 0 93, 6:1-5.

Cordone G, Martinez F. 2001: Efecto de la aplicación de distintas dosis de nitrógeno y azufre sobre el rendimiento del doble cultivo trigo-soja. Para mejorar la producción 18-SOJA-EEA Oliveros INTA. Santa Fe.

Cordone G. *et al.*, 2002: Efecto residual del cultivar y fertilización del trigo sobre el rendimiento de la soja de segunda en distintos ambientes del sur de santa Fe. INTA Oliveros. Pub. Misc Soja:66-68

Ciampitti *et al.*, 2006: Manejo y ubicación del fertilizante junto con la semilla: efectos fitotóxicos. Archivo Agronómico No 10. IPNI Cono Sur. Buenos Aires, Argentina.

Chapman S.J. 1997: Powdered elemental sulphur: oxidation rate, temperature dependence and modeling. Nutrient Cycling in Agroecosystems 47:19-28

Fertilizer Manual. 1998. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and International Fertilizer Development Center (IFDC).

Gambaudo *et al.*, 2006: Evaluación de fuentes azufradas en trigo en un suelo argiudol típico del centro de Santa Fe. INTA Rafaela. Pub. Misc. 105: pp 44-48

Gutierrez Boem F. *et al.*, 2004: Fuentes de azufre en el cultivo de soja. En Actas del XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Paraná.

Instituto Argentino de Normalización y certificación (IRAM), 2006: Yeso para uso agrícola IRAM22452:2006.32p

Porta *et al.*, 2003: Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Editorial Mundi-Prensa. Tercera Edición. 929 p.

Salvagiotti *et al.*, 2004: Efectos residuales y directos de fósforo y azufre en el rendimiento de soja de segunda. Ciencia de suelo Vol 22-92-101.

Tysko M & M. Rodríguez, 2006: Respuesta de trigo-soja en doble cultivo a la fertilización con azufre elemental. Ciencia de suelo Vol 24-139-146.

Ventimiglia L. *et al.*, 2000: "Efecto de la fertilización azufrada en el cultivo de trigo sobre los rendimientos de trigo y soja de segunda siembra". Revista tecnológica agropecuaria. INTA Pergamino. Divulgación técnica Vol. 15 15-17

Vivas H. *et al.*, 2001: "Fertilización con fósforo y azufre para la producción de trigo en el departamento de San Jerónimo" (Santa Fe) INPOFOS-Informaciones Agronómicas N 10 1-4

Watkinson J & G.Blair, 1993: "Modelling the oxidation of elemental sulfur in soils". Fertilizer Research 35:115-126.

Soja 2007

Recomendaciones en diagnóstico de suelos, siembra y aplicación

Dr. Ricardo Melgar

No hay todavía mejor comienzo para elaborar las tácticas de la campaña que partir con buena información. El análisis del suelo, con la mayor precisión espacial y temporal posibles, aportan los primeros datos que se consideran para elaborar las recomendaciones y, eventualmente, las compras de fertilizantes. Los niveles críticos son conocidos y mucho se ha escrito ya, por lo que no vamos a redundar en su repetición. Pero es importante que, en su interpretación, se considere que el productor-empresario, al pensar en aplicar fósforo y otros nutrientes (S, N, K, micros), debe decidir entre usar un recurso corriente o uno de capital. Si el productor alquila un buen campo y no tiene garantías de permanecer, difícilmente se preocupará por conservar su fertilidad, dedicándose a gastarla. Al contrario, si su contrato de arrendamiento refleja premios por su conservación, lo tratará como propio, reemplazando los nutrientes que use, aunque no se beneficie directamente con el retorno de esa inversión en ese año.

¿Qué hay de otros procesos? Luego de algunos años de re-validación de antiguos paradigmas, se ha vuelto a la confirmación de que no hay mejor práctica que colocar el fertilizante en la línea de siembra. La aplicación del fósforo al voleo queda para casos especiales o deseos particulares de algún productor. Aun en condiciones de altos niveles de P disponible, aplicar al voleo debe representar alguna ventaja, aunque sea logística. Por ejemplo, volearlo en sistemas de largo tiempo bajo SD, con bajos costos de aplicación y escasez de tiempo operativo de sembradoras. La siembra del maíz es una operación más delicada que la de otros cultivos, requiere más tiempo, menos

velocidad y el tiempo aprovechable (humedad del suelo) es corto. Si la aplicación del fertilizante en una operación conjunta con la siembra y la logística de provisión implican dificultades operativas, es posible que diferir o anticipar la fertilización del P con un voleo sea una buena opción.

En el caso de los planteos en base al doble cultivo trigo-soja, prácticamente la gran mayoría aplica todos los nutrientes en el trigo, que representan nuestro mejor ejemplo de eficiencia de manejo de nutrientes de una rotación, en este caso, muy corta. Bajo esta advocación, también es posible desbalancear las aplicaciones anuales en maíz y soja de 1ra, aplicando al maíz suficiente P para la soja subsiguiente, de la misma manera que lo hace el 70% de los productores norteamericanos que rotan soja y maíz. Restaría para la soja una aplicación de azufre, de manejo mucho más simple, si se siguiera ese esquema.

Dentro de este capítulo, me gustaría hacer una reflexión acerca del uso de las mezclas físicas como un factor tecnológico que permite ganar eficiencia en todo el proceso. Las mezclas, con sus limitaciones, permiten al productor aplicar a la siembra, todo el fósforo, el azufre y razonablemente hasta 2/3 del requerimiento de N. Si bien puede aplicar todo el N, en planteos intensivos, puede tener alguna pérdida de eficiencia, comparado con una aplicación complementaria diferida. La aplicación de esta tecnología es propia de la Economía de contratos y no de la Economía de mercados, según el enfoque de la nueva Economía institucional ¿Por qué? Dada la complejidad de cada cliente, o campo a fertilizar,

difícilmente pueda ser adecuadamente servida, si no es desde distribuidores minoristas con una logística aceptada. En lo tecnológico participa el conocimiento de la necesidad de cada nutriente, según la oferta del suelo, (prescripción), la provisión, según la mejor fuente disponible en calidad y precio, (por ej., aporte del azufre como yeso granulado, sulfato de amonio o superfosfato simple) y la aplicación en tiempo y forma.

¿Son suficientes 12 ppm de P?

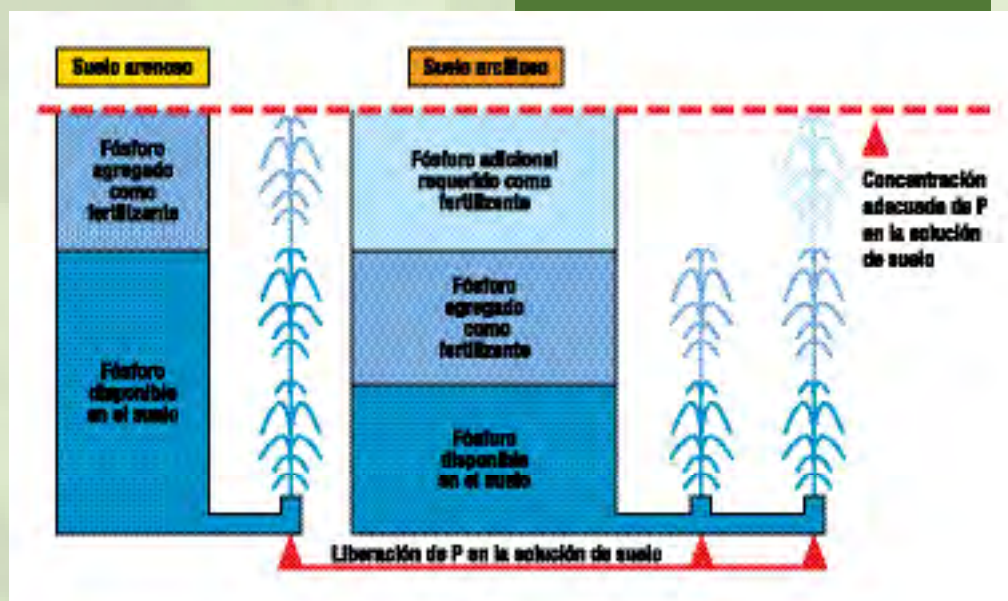
En el área núcleo de la región pampeana, se ha impuesto ya considerar un nivel crítico de P-Bray para soja, de alrededor de los 12 ppm y 15 ppm para maíz. Sin embargo, en esta región, la textura del horizonte superior varía ampliamente desde arenosa a arcillosa con contenidos de 5-6% en La Pampa, a más de 30% en Entre Ríos. En estas situaciones, tomar un único valor es sobresimplificar el diagnóstico.

El contenido de arcilla y el tipo de ésta, además de la presencia de óxidos y minerales de hierro y aluminio, son los principales factores que regulan la liberación de P en la solución del suelo, a

partir del P que está adsorbido en estas partículas. Apelando a la ilustración de la Figura 1, que toma el concepto de presión hidrostática, tenemos que si necesitamos alcanzar un nivel adecuado de P en la solución de suelo, precisaremos agregar más P como fertilizante en un suelo arcilloso que en uno arenoso. Además, un suelo más arenoso precisará un nivel crítico más elevado que uno arcilloso, para lograr el mismo nivel de P en la solución de suelo.

Dicho de otra manera y observando la Figura 2, la concentración de P en la solución del suelo puede decrecer lenta o rápidamente durante el ciclo de cultivo. Los suelos arenosos tienen un bajo poder regulador y necesitan una alta dosis inicial de P para asegurar una concentración adecuada durante el ciclo de cultivo.

Figura 1. Aún con igual cantidad de P disponible, la concentración de P en la solución es diferente, según la textura y tipo de arcilla. A iguales niveles de P disponible, un suelo arenoso libera P a mayor velocidad que uno arcilloso. Lo mismo para el P agregado como fertilizante.



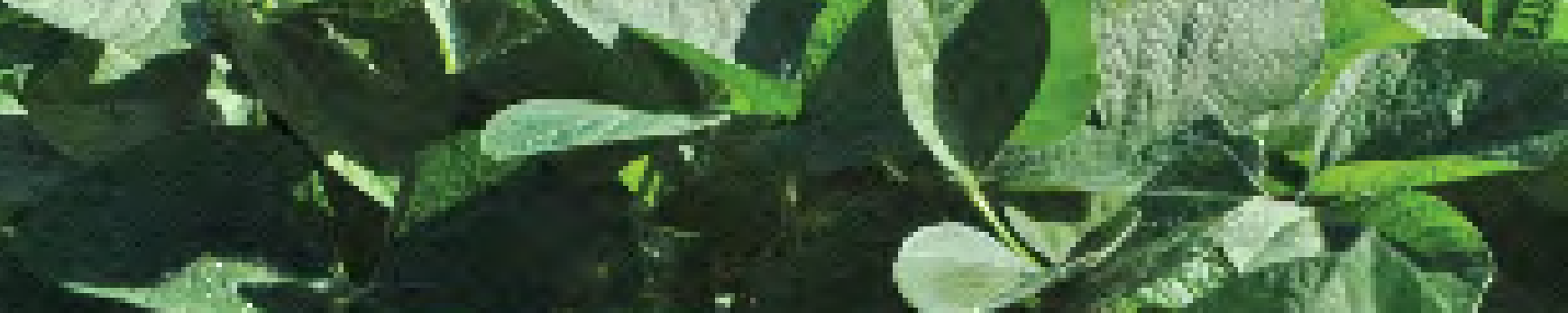
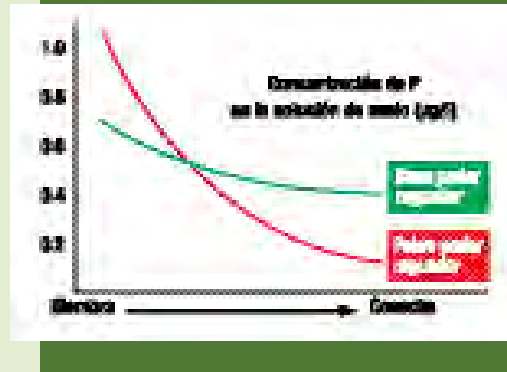


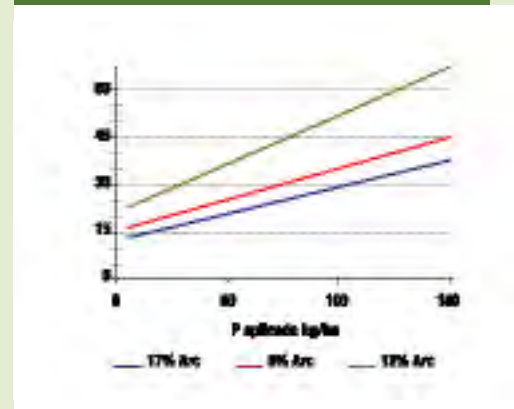
Figura 2. Efecto del contenido de arcilla en el poder regulador o tampón del P disponible del suelo.



La fracción que se determina en los análisis de suelos es parte de la solución de suelo más una fracción que se liberará durante el ciclo de cultivo. Al agregar fertilizante al suelo, una parte importante se reflejará en un aumento inmediato de la disponibilidad, pero esa "parte" tiene que ver con el poder regulador de ese suelo, o lo que es casi lo mismo, por su contenido de arcilla.

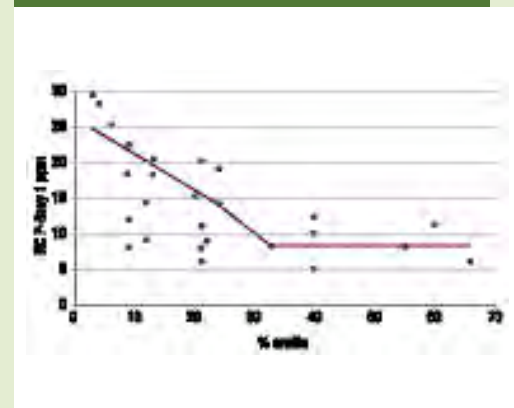
Por esa razón, muchos estudios han relacionado el aumento del nivel de P de Bray con el agregado de P como fertilizante, que si bien puede ser lineal, no es exactamente 1 a 1, es decir, la tasa de aumento de P-Bray en el suelo varía nuevamente con el contenido de arcilla. Investigaciones conducidas en Iowa, con argiudoles típicos y ácuicos con variados contenidos de arcilla, ubican esa relación en aproximadamente 23%, es decir, por cada kg. de P agregado como fertilizante, el P del suelo aumenta 0,5 ppm medido con Bray 1 (Mallarino *et al.* 1983). Más precisamente, el valor varía entre los distintos experimentos y tienen que ver con los distintos contenidos de arcilla, que le confiere a cada suelo un coeficiente tampón (o "buffer") distinto. En la figura 3 se muestra cómo el suelo de más contenido de arcilla aumenta menos el valor de P-Bray, mientras que el más arenoso es más sensible al P aplicado.

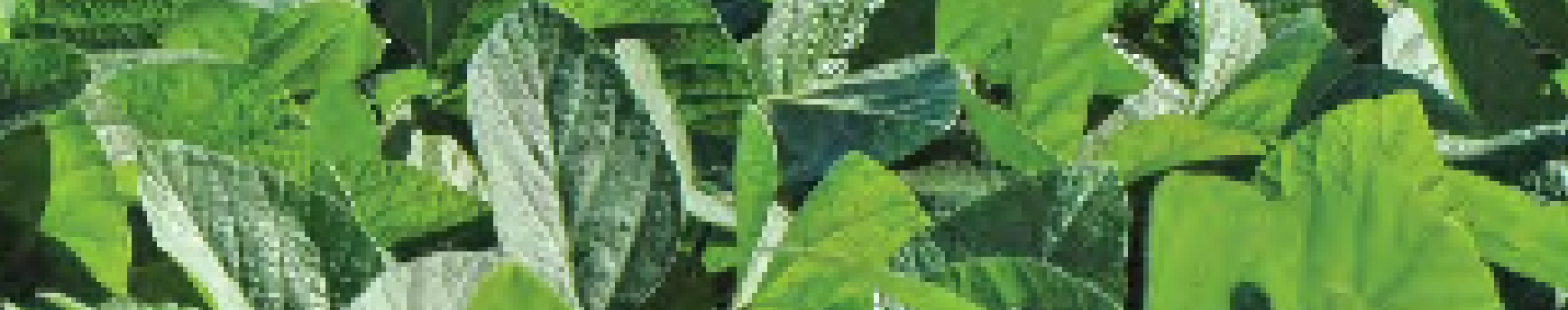
Figura 3. Aumentos del valor de P – Bray en argiudoles de Iowa como efecto del P agregado como fertilizante, en el año de cultivo (adaptado de Mallarino et al, 1983).



Si combinamos los dos conceptos, para formular la recomendación debemos, primero, ajustar el valor crítico según su contenido de arcilla, usando una adaptación del trabajo de Lins y Cox (1989), para el extractante Bray y suelos con menos de 33% de arcilla, mostrado en la Figura 4, donde $NC\ Bray = 18 - 0,52 \times \% \text{ arcilla}$.

Figura 4. Variación del nivel crítico de distintos cultivos medidos como Bray 1 según el contenido de arcilla. (Adaptado de Lins y Cox, 1989).





Así, si tenemos un suelo de 12% de arcilla, entonces el nivel crítico será de 12 ppm ($18 - 0.52 \cdot 12 \approx 11,8$ ppm). Este es el valor promedio usado como estándar, por eso, pondremos como ejemplo un suelo más arenoso, digamos, con 8% de arcilla. En este caso, nuestro nivel crítico será de 14 ppm ($18 - 0.52 \cdot 8 \approx 13,8$ ppm).

Luego, considerando nuestro nivel actual de P medido por el análisis de suelo, debemos calcular cuánto P debemos agregar para llegar al nivel crítico. De este modo, siguiendo el ejemplo anterior del suelo con 8% de arcilla, tenemos un valor de 10 ppm de P-Bray medido por el último análisis de suelo. Tenemos que levantar nuestro nivel a 14 ppm, por lo que la diferencia es de 4 ppm. Considerando la regla simplificada de 1 ppm de P = 2 kg de P, la recomendación sugiere agregar 8 kg de P/ha (es decir, 18kg. de P_2O_5 /ha) para alcanzar esos 14 ppm.

Utilizando un coeficiente tampón (CT) desarrollado por el equipo del proyecto NuMaSS (www.soil.ncsu.edu/scripts/numass/download.php), el valor de P a agregar, estimado como necesario para cubrir la diferencia entre el nivel actual y el crítico, se modifica por un coeficiente; éste es igual a $0.87 - 0.02 \cdot \%$ arcilla. Así, al valor arribado de 8 kg/ha de P debemos corregirlo dividiéndolo por el valor del coeficiente tampón del suelo, que en este caso es 0.71 ($CT = 0.87 - 0.02 \cdot 8$). Así, los 18kg. de P_2O_5 /ha, se transforman en 25kg./ha. que pueden agregarse como fosfato diamónico o cualquiera de las fuentes o mezclas con fósforo disponibles en el mercado.

¿Productos nuevos?

No hay por el lado de los fertilizantes. Lamentablemente, esta industria tiene una de las más bajas tasas de innovación, por motivos conocidos. Si se comparan el número de patentes anuales en el mundo de nuevos productos agroquímicos discriminados

en herbicidas, insecticidas, funguicidas y fertilizantes/productos nutricionales, las diferencias son abismales.

Las particularidades del mercado argentino, no obstante, lo hacen receptivo para algunas referencias. En primer lugar, se están evaluando productos que mejoran la eficiencia de los fertilizantes fosfatados. Son productos que se impregnan en los gránulos con polímeros que regulan la difusión de los iones ortofosfato al suelo, y por ello, limitan la posibilidad de que reaccionen con compuestos minerales que lo precipiten o hagan reaccionar químicamente, limitando su disponibilidad para las plantas.

En otro orden, no está lejos el momento en el que el productor argentino disponga de fertilizantes mezclas líquidas que incluyan fósforo, como nutriente principal o acompañante. De hecho, la provisión de granulados complejos con N-P y S es una relativa innovación desde hace unos años y cada año registra avances; últimamente se modifica la proporción de S en el gránulo, de forma que una parte sea sulfato de rápida disponibilidad y una parte, S elemental de liberación más demorada.

Es necesario recordar, sin embargo, que algunas innovaciones propuestas por el sector comercial, como la fertilización foliar o el uso de estimulantes radiculares, si bien no pueden llamarse innovaciones o productos nuevos, sí lo son desde el punto de vista comercial, o al menos, están siendo ampliamente promocionados en un clima de bonanza de precios.

Las bacterias mágicas

Así como se promocionan sustancias con moléculas milagrosas, que también existen varias bibliotecas alrededor de los biofertilizantes, o fertilizantes biológicos, uno de los auténticos milagros de la biología es la simbiosis entre las plantas leguminosas y los rizobios. Por medio de la



cual, las bacterias del género *Rhizobium* conviven con especies del género leguminosas, facilitando a éstas el nitrógeno que captan de la atmósfera, a cambio de sustancias nutritivas que la planta sintetiza por la fotosíntesis. El caso más paradigmático de estas especies cultivadas útiles incluye a la soja, muchos porotos comestibles, alfalfa y varias otras forrajeras. Este mecanismo permite que gran parte de la agricultura pampeana fije al suelo el equivalente anual de millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados.

En los últimos años, surgieron como novedad las bacterias solubilizadoras de fósforo. El tema no es tan nuevo. Durante muchos años científicos de todo el mundo, en particular de Rusia desde los años '50 a los '60, estudiaron la forma de "domesticar" otras especies de bacterias, además de los Rizobios. El factor tecnológico en común de estos fertilizantes biológicos radica en la inoculación, es decir, el contacto con la semilla a sembrar de una población de bacterias que actúa como inóculo, en medio acuoso y otro. Las bacterias se colocan sobre las semillas, que luego, al ponerse en el suelo, éstas se multiplican y ayudan a la planta "disolviendo" más el P del suelo y aumentando así la cantidad disponible para el cultivo.

La técnica implica la movilización de reservas de fósforo ya presentes, pero no disponibles para las plantas. Es decir, acelerar el proceso de deterioro de los suelos, ya que donde haya escaso P total, será como sacar más jugo de la naranja ya exprimida sin intentar usar otra naranja. En la medida que el P del suelo disminuya por el obvio mecanismo de la extracción/exportación, sacar más P del suelo sólo agravará el problema de los balances negativos.

Con respecto a las bacterias fijadores libres de N, es decir, que no viven en simbiosis con alguna especie en particular, como las leguminosas, el éxito ha

sido relativo, pero progresivo. Una revisión del Dr. Okon y Labandera (1994) concluye que, en la mayoría de los experimentos, se lograron diferencias significativas con respuestas entre el 5 y el 30%. Los experimentos exitosos fueron aquellos en los que los investigadores prestaron especial atención al número óptimo de células de *Azospirillum* en el inoculante y usaron métodos de inoculación en que este número óptimo permaneció viable y disponible para colonizar las raíces.

También se acepta de modo bastante amplio que las respuestas observadas a *Azospirillum* no se deben a la fijación de nitrógeno, sino más bien debe atribuirse a la producción de la planta de hormonas, promotor de crecimiento como auxinas, giberelinas y citoquininas, o a una variedad de respuestas fisiológicas. En este sentido, llamarlos PGPR o bacterias promotoras del crecimiento radicular (Promoting Growth Plant Rhizobacteria) es un término muy apropiado.

Aunque estos resultados son prometedores, debe enfatizarse que la literatura científica tiene un tradicional desvío para publicar sólo resultados positivos. Así, muchos experimentos en los que no se observan respuestas a la inoculación nunca son publicados. Las investigaciones son normalmente publicadas en medios científicos de bajo impacto en las ciencias agronómicas y, en general, restringidas a investigaciones realizadas en Institutos de Cuba o de Pakistán. No hay resultados positivos de ensayos realizados en EE.UU., supervisados por científicos de Universidades del primer mundo, o publicados en las revistas científicas más prestigiosas y rigurosas (Smith y otros, 1961, Laughlin, 1963).

La investigación continúa, de hecho se relatan y difunden experiencias positivas por doquier, pero hasta que realmente sean desarrollados sistemas inoculantes efectivos para cultivos agrícolas, debemos considerarlas como investigaciones en desarrollo. Si bien el productor debe

ser cauto en sus expectativas cuando compra productos de microbios, con los valores de referencia, una baja probabilidad de ganar rinde no detiene al que quiere "probar", sobre todo, si el gasto es menor.

Fertilización foliar

Desde las páginas de Fertilizar venimos publicando regularmente artículos al respecto, basados en la creencia de que es una práctica genuinamente positiva y con posibilidades, recomendada en muchísimas situaciones. La técnica posee muchos años de desarrollo en cultivos intensivos, aunque más reciente de los cultivos extensivos y es particularmente efectiva para cubrir situaciones de stress temporario, dosaje de micronutrientes y aplicaciones dirigidas a una parte específica de las plantas, como por ej., aumento de la proteína en el grano.

Si embargo, es muy importante recalcar que ésta no sustituye a la nutrición por vía de las raíces, principalmente porque las hojas no han sido diseñadas para absorber nutrientes, sino para fotosintetizar carbohidratos a partir de la luz solar. Si bien pueden hacerlo, una vez superada la barrera de cutina de la epidermis de las hojas, las cantidades de nutrientes implicadas en una pulverización son muy pequeñas en relación con la alta demanda por hectárea. Salvo los micronutrientes, que se necesitan en modestas cantidades, serían necesarias pulverizaciones diarias, para alcanzar los requerimientos de un cultivo y, definitivamente, no podrían durante el período de máximo crecimiento exponencial.

También es muy importante prestar atención a la calidad de las formulaciones. Como ocurre con muchos agroquímicos, el principio activo es apenas un protagonista más, en este caso, la fuente o forma química del nutriente y entran en juego, además:

Humectantes: promueven el mojado y la disolución de la película de nutrientes aplicado sobre las hojas.

Antievaporantes: previenen que las micro gotas se evaporen antes de llegar a las hojas.

Adhesivos: previenen que los nutrientes sean lavados de las hojas por las lluvias.

Surfactantes: cubren la hoja con una película húmeda y bajan la tensión superficial de la solución nutriente, permitiendo el paso de las micro gotas por los microdesmos (canalículos que atraviesan la cutícula).

Agentes reguladores de pH: reducen o neutralizan el pH en la solución a aplicar.

Además, pueden contener agentes quelatizantes y otros compuestos que los hacen compatibles con la mayoría de otros fitosanitarios.

Conclusiones y consideraciones finales

El contexto económico de la producción agrícola es muy fuerte, quizá no tanto el de la producción ganadera. Progresivamente, la primera gana apoyo gubernamental, ya que ésta es la caja principal y el auge de los biocombustibles continuará por algunos años. La percepción es que los productores continuarán siendo fuertes compradores de nutrientes en los próximos años.

Las relaciones de precios son altamente favorables para la fertilización de la soja y del girasol, apenas diferentes de la serie histórica. Si consideramos los precios disponibles de soja y girasol, por un lado, y la del fosfato monoamónico y superfosfato simple, base de las mezclas físicas, veremos que hay poca diferencia de año a año que justifique cambios significativos en las dosis de uso.



RELACIÓN DE PRECIOS: Granos/Fertilizante.

N (sulfato de amonio), por lo que su evolución está ligada a estos mercados, además del ácido

	2003	2004	2005	2006	2007
Fosfato Monocálcico	\$ 315	\$ 300	\$ 300	\$ 382	\$ 595
Superfosfato Simple	\$ 200	\$ 220	\$ 220	\$ 225	\$ 310
Prezio soja a riesgo mínimo	\$ 145	\$ 163	\$ 168	\$ 169	\$ 223
(1) soja para comprar 1 t FMA	22	22	21	23	27
(2) soja para comprar 1 t NPS	14	13	13	13	14
Prezio grano a riesgo mín.	\$ 151	\$ 162	\$ 171	\$ 182	\$ 300
(1) soja para comprar 1 t FMA	21	22	21	21	29
(2) soja para comprar 1 t NPS	13	13	13	12	10

Fuentes (*):
Márgenes Agropecuarios septiembre de c/año.

Desde la perspectiva de la cadena de provisión, hay cambios importantes. Se ha consolidado significativamente la posición formadora de precios de los productores fertilizantes, sean del NAFTA (EE.UU, México y Canadá) Rusia o Nor-África, particularmente de fósforo y sobre todo de potasio. Esto les permite ejercer un poder de mercado formidable sin precedentes. Esto es, ellos pondrán los precios como única regla que se necesitará recordar para el futuro próximo...

En el caso del azufre, no se puede agregar demasiado, ya que es el nutriente acompañante de algunas fuentes de P (superfosfato simple) y del

sulfúrico, mucho más commoditizados y, por lo tanto, globalizados. Sin embargo, es destacable el avance en proyectos industriales de granulación o pelletización del yeso, lo que lo hace infinitamente mas versátil y de mejor calidad para la formulación de mezclas y, por lo tanto, mejora la disponibilidad para los cultivos.

Finalmente, es importante observar que esta campaña comenzó con proyecciones significativas de bonanza y éstas van en aumento con respecto al año pasado. Si bien repetir los beneficios del año pasado puede no ser posible, está presente nuevamente una oportunidad para tener una decente ganancia otra vez este año, de la mano de un buen manejo de la nutrición.

Prácticas de conservación de suelos en tierras arrendadas: estudio de casos en dos estados

J.D. Cole y B. Johnson

El mercado de los arrendamientos de tierras agrícolas en Estados Unidos es significativo, ya que se arriendan más del 40% de las tierras de labranza. Este estudio se condujo para evaluar las relaciones existentes entre los términos de los contratos de arrendamiento y las prácticas adoptadas de manejo y conservación del suelo. Se utilizó la ecuación universal de la pérdida del suelo revisada (RUSLE) para predecir las pérdidas de suelo en tierras trabajadas bajo arrendamiento, ya sea en efectivo o a porcentaje, en zonas de cultivo de Nebraska y Dakota del Sur. Se evaluaron varias hipótesis referentes a la pérdida del suelo

en tierras cultivadas bajo arrendamiento a largo plazo. La evidencia sugiere que la localización física y las características de la zona son determinantes primarios de la pérdida de suelo en una zona particular. Otros factores, tales como la base de pago del arrendamiento, el tiempo del contrato, el tamaño de la operación, la estructura del negocio y la percepción de los arrendatarios de conservar productivas las tierras arrendadas no afectó negativamente el manejo del suelo. Los resultados sugieren que los productores manejan los suelos a conciencia, con criterios de protección ambiental y sin relación con la propiedad del

predio. Los arrendatarios relevados perciben las normas comunitarias y la presión social de producir en tierras arrendadas como si fuera de su propiedad. La reputación y la opinión de los propietarios importan. Estos hechos, junto con sus propias creencias y valores, referentes a la producción agrícola y al manejo a largo plazo del recurso, se refleja en sus prácticas de producción, que tienden a conformarse según los intereses de conservación de los propietarios, así como los de la sociedad en general.

Publicado en Journal of Soil and Water Conservation, Vol.57, N°2.

Novedades&Eventos

Entrega de premios del concurso literario

Se entregaron los premios literarios del Proyecto “Futuro Fértil”, en el Congreso de AAPRESID de Rosario.

Civil); la Ing. Agr. Florencia Schneeberger y el Vet. Eduardo Caputo (ambos integrantes del Comité Ejecutivo de Fertilizar) y por el Lic. Juan Carlos Bregy (Director Ejecutivo de la Federación de Institutos Agrotécnicos Privados de la República Argentina).



En el salón central del XV Congreso de AAPRESID, luego de las disertaciones de los expositores John Grove y Telmo Amado, se realizó la ceremonia de entrega del premio literario “Cuidando nuestro suelo” del proyecto “Futuro Fértil”, cuya iniciativa es de Fertilizar Asoc. Civil.

La moderación estuvo a cargo del Ing. Enzo G. Cástino (Gte. Ejecutivo de Fertilizar) y el panel estaba integrado por: los Sres. Martín Sancia y Fabián Harazatey (Jurados Literarios); el Dr. Víctor Trucco (que representaba a la agrupación Darse Cuenta); el Ing. Agr. Francisco Llambías (Presidente de Fertilizar Asoc.

Las conclusiones finales del concurso estuvieron a cargo del Ing. Llambías, quien refirió lo siguiente:

“El principal capital rescatado de este concurso es la participación de los alumnos y el haber podido observar la inquietud de estos jóvenes sobre el cuidado del medio ambiente. Esto nos compromete, como institución, a seguir bregando en pos de difundir conocimientos técnicos que demuestren que la productividad puede ir de la mano del cuidado de nuestro recurso suelo. También nos compromete a crear conciencia acerca de que la

Premiados del concurso
“Cuidando nuestro suelo” en
el XV Congreso de Aapresid.

reposición de los nutrientes es una actividad, no sólo para obtener buenos rendimientos, sino para respetar la sustentabilidad de nuestro sistema agropecuario, en beneficio de toda la sociedad.”

Ganador

El panel de jurados que participó del proyecto “Futuro Fértil”, conformado por profesionales del ámbito técnico, docente y artístico, estableció que la ganadora del concurso literario con el tema “Cuidando Nuestro Suelo” es María Arribalzaga Aizpurua, perteneciente a la Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos, situada en la localidad de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires.

Para la selección del trabajo ganador se evaluaron los siguientes aspectos:

- Técnico:

Se evidenció un conocimiento de la necesidad de reponer nutrientes al suelo racionalmente, con una visión global de productividad no dissociada al cuidado del medio ambiente.

- Artístico:

Ofrece una abundante cantidad de situaciones pintorescas, ricas en arte, en las que revela una original creatividad para describir la temática.

- Literario:

Es muy rica en recursos poéticos. La estructura es sólida, bien armada. Sorprende la utilización de la sintaxis, que le otorga una respiración poética superlativa. Expone lo técnico sin perder calidad literaria. El ritmo del texto hace que sea de lectura ágil.

FERTILIZAR Asociación Civil premiará a la alumna con una PC y bibliografía técnica relacionada al cuidado del suelo. Por su parte, la Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos

recibirá el equivalente a \$7.000 (pesos siete mil) en materiales o equipamientos que dicha institución considere convenientes.

Menciones Especiales

Por su parte, el panel de jurados otorgó menciones especiales a 4 participantes, según las siguientes características evaluadas:

- La primera mención es para el alumno Sergio E. Giacomini, de la Escuela Agrotécnica Nogoyá N°814, de la localidad de Nogoyá, provincia de Entre Ríos, con el cuento “El suelo que heredamos”, por destacarse con un relato ameno, en el que describe la importancia de los métodos tecnológicos aplicados en la actualidad para el cuidado del suelo.
- La segunda mención es para el alumno Fabián Montanari, del Centro Agrotécnico Regional Escuela Técnica Superior N°8183, de la localidad de Venado Tuerto, provincia de Santa Fe, con el cuento “La memoria de las raíces”, por mostrar una profunda sensibilidad en cuanto al cuidado del suelo, comparándolo con el cuidado de los seres queridos.
- La tercera mención es para la alumna Katerinne I. Barra, de la IPEM N°231 Delmo E. Terasso, de la localidad de Las Junturas, provincia de Córdoba, con el cuento “Don suelo argentino”, por expresar creativamente el desequilibrio que se puede producir, si interferimos en la naturaleza.
- La cuarta mención es para la alumna Cintia Armando, de la Escuela Agraria N°1 José de San Martín, de la localidad de Fortín de Olavarría, provincia de Buenos Aires, con el cuento “Historias de tierra adentro”, por utilizar el recurso de lo absurdo y poner en tela de juicio ciertas controversias ambientalistas.

Apoyo al simposio de Tecnología de la Fertilización

Fertilizar Asoc. Civil auspició el simposio de Tecnología de la fertilización, organizado por la Asoc. Argentina de la Ciencia del Suelo y la U.B.A.

La Comisión de Fertilidad de Suelos de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, conjuntamente con la Facultad de Agronomía (UBA), convocaron al Simposio de Tecnología de la Fertilización. El objetivo fue crear un espacio donde un grupo de disertantes calificados presentaron los últimos avances en los temas vinculados a los fertilizantes y su tecnología de uso.

Disertantes y temas:

John Hassell (Ing.)
(Agrotain-USA)

Cómo optimizar la eficiencia de utilización del nitrógeno, mediante fertilizantes de liberación lenta.

Dale Leikam (Ph.D.)

(Kansas State University)

Investigaciones en fuentes de fertilizantes en USA.

Ricardo Melchiori (Ing. Agr., MSc.)

(EEA INTA Paraná)

Avances en tecnologías de manejo sitio-específico de nutrientes, en ecosistemas pampeanos.

Gustavo Ferraris (Ing. Agr., MSc.)

(EEA INTA Pergamino)

Criterios para el manejo de la fertilización foliar.

Pablo Barbieri (Ing. Agr., Esp.)

(EEA INTA Balcarce-CONICET)

Eficiencia del uso de nitrógeno, en función del espaciamiento entre hileras de maíz.



Mónica Tysko (Ing. Agr., Esp.)

(Consultora Privada)

Innovaciones en fertilizantes azufrados.

Máximo Uranga (Ing. Agr., MSc.)

(Consultor Privado)

Avances tecnológicos en fertilizantes líquidos.

Raúl S. Lavado (Ing. Agr.)

(Cátedra Fertilidad y Fertilizantes-FAUBA)

Tecnología de la fertilización y calidad de los productos cosechados. Importancia del potasio.

Comisión Organizadora:

Sebastián Gambaudo (Ing. Agr., MSc.)

(Presidente de la Comisión de Fertilidad de Suelos de la AACS-INTA).

Martín Torres Duggan (Ing. Agr., Esp.)

(Secretario de la Comisión de Fertilidad de Suelos de la AACS-TECNOAGRO).

Mónica B. Rodríguez (Ing. Agr., Dra.)

(Profesora adjunta de la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes FAUBA).

De izquierda a derecha:

Ing. Agr., Ph.D. Fernando
García (IPNI-AACS);

Ing. Agr., MSc. Sebastián
Gambaudo (AACS);

Ing. Agr. Ignacio
Ciampitti (I.P.N.I.);

Ing. Agr., Dra. Mónica B.
Rodríguez (FAUBA);

Ing. Agr., Esp. Martín
Torres Duggan (AACS);

Ph.D. Dale Leikam
(Kansas State University).

Reconocimiento al Ing. Agr., Ph.D. Fernando García

En el marco del acto de “homenaje” realizado a Fernando García de IPNI y Fernando Andrade del INTA, organizado por representantes del sector agrícola, Fertilizar otorgó a Fernando García un reconocimiento por su aporte a la investigación de nutrición de cultivos.

nutrición de cultivos y en la integración entre los sectores públicos y privados. Es un verdadero profesional que busca acercar las nuevas tecnologías a los productores”, comentó Enzo Cástino, Gerente Ejecutivo de Fertilizar Asociación Civil.

Nacido en 1957, el Dr. Fernando García es Director Regional del IPNI (International Plant Nutrition Institute) en el Cono Sur, América



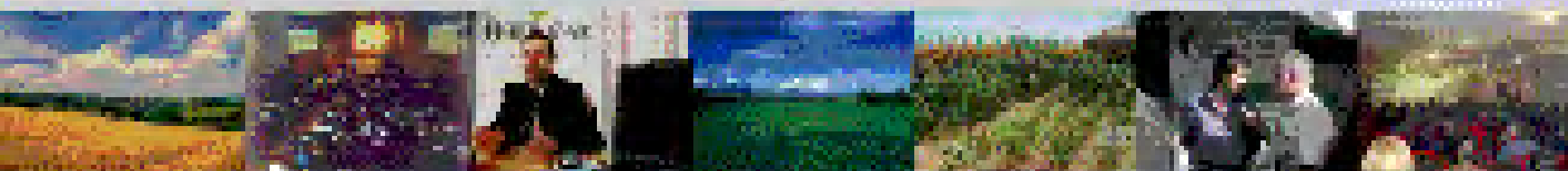
Fernando García recibiendo el reconocimiento entregado por El Presidente de Fertilizar: Francisco Llambias (der.) y su Gte. Ejecutivo Enzo G. Cástino (izq.)

En nombre de la industria de fertilizantes, Fertilizar Asociación Civil, entidad cuyo objetivo es concientizar sobre la conservación sustentable del suelo, otorgó un reconocimiento a Fernando García, por su aporte a la investigación de nutrición de cultivos.

“Fernando es una persona admirable, desde lo profesional y lo humano. Para FERTILIZAR, es un pilar clave en la investigación de

Latina. La oficina central del Cono Sur está ubicada en Acassuso, Buenos Aires, y su área de influencia incluye Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay. El Dr. García obtuvo su B.S. en la Universidad de Buenos Aires y sus M.S. y Ph.D. en la Universidad del Estado de Kansas. Antes de formar parte del Instituto, en 1998, el Dr. García perteneció al equipo de la Estación Experimental del INTA Balcarce, en la región sur de la provincia de Buenos Aires.

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

Elmadari 1387 7° B Ciudad de Buenos Aires
Tel: (011) 4382-2413

www.fertilizar.org.ar

info@fertilizar.org.ar



Lo invitamos a ser un espectador



para que mañana sea un protagonista...



FERTILIZAR

ASOCIACIÓN CIVIL

P R E S E N T A

LA LEY DEL SUELO

Libro y Dirección de Fabián Harazatey

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



PROYECTO
FUTURO
FÉRTIL
CONCURSO LITERARIO

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

Informes: info@fertilizar.org.ar