



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 18 - Enero 2011



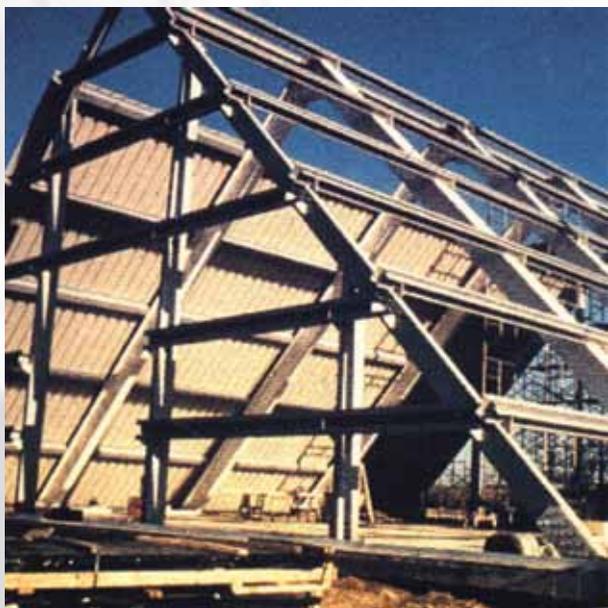
Simposio Fertilidad 2011. La nutrición integrada a los sistemas de producción

Fertilización del algodón. Uso complementario de aplicación Foliar de nutrientes

Relación amonio nitrato en la rizosfera en cultivos intensivos

Molibdeno y Cobalto. Dos micronutrientes esenciales en la producción de soja

Silos y Galpones para Fertilizantes



- Inmunes al ataque corrosivo
- Construidos con perfiles y chapas de plástico reforzado con fibra de vidrio
- Economía en el mantenimiento
- Resistencia y durabilidad a un costo competitivo

Para mayor información ingrese a www.cmeargentina.com



CME Argentina S.A.

Dirección:
Calle José Hernández No 370
(1619) Garín,
Provincia de Buenos Aires
Argentina

Teléfono:
(03327) 416051
(03488) 457077 / 476189

E-mail:
fabrica@cmeargentina.com
ventas@cmeargentina.com

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Jorge Bassi

Vicepresidente
Pablo Pussetto

Secretario
Eduardo Caputo Raffo

Prosecretario
Camila López Colmano

Tesorero
Manuel Santiago

Profesorero
Marco Prenna

Vocales
Guillermo Pinto
Florencia Schneeberger
Pedro Falthäuser
Juan Tamini

Comisión Revisora de Cuentas
Francisco Llambías
Federico Daniele

Comité Técnico
R. Rotondaro
G. Deza Marín
H. Vivas
L. Caballero
M. Palese
F. Micucci
G. Pugliese
R. Llavallol
G. Moreno Sastre
C. Sferco
D. Germinara
O. López Matorras

Gerente Ejecutiva
M. Fernanda González Sanjuan

ACA
ASP
BUNGE
COMPO ARGENTINA
EMERGER
FÉLIX MENÉNDEZ
MOSAIC
NIDERA
NITRAGIN
PROFERTIL
QUEBRACHITO
RASA FERTIL
STOLLER
TIMAC AGRO ARGENTINA
TRANSAMMONIA
VALE
YARA
YPF S.A.

Asesor de Contenidos
Ricardo Melgar

Coordinación General
Paula Vázquez

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

En este primer número del año de nuestra revista les acercamos información sobre fertilización del algodón, en cultivos intensivos y sobre algunos micro nutrientes, así como también una entrevista a los Ingenieros Jorge Bassi, de Fertilizar y a Fernando García, Director del IPNI, con motivo de la organización conjunta del Simposio de Fertilidad 2011.

Este evento, que se llevará a cabo el 18 y 19 de mayo de este año en Rosario, a través de la intervención de diversos referentes, tratará la importancia de la integración de la nutrición de cultivos a los sistemas de producción. Desde nuestros inicios, apostamos al crecimiento de cada productor agrícola de nuestro país y al de todo el sector, y en este marco, desarrollamos acciones de este tipo, entre otras actividades que fuimos realizando y continuaremos haciendo durante el 2011.

La fertilización de reposición, junto a la rotación de cultivos y la siembra directa, son las tres herramientas claves para lograr sustentabilidad en la producción agropecuaria y tienen una importante interacción entre sí.

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

En Fertilizar, estamos convencidos que debemos aumentar la producción por hectárea a través del adecuado uso de los paquetes tecnológicos, entre ellos el de fertilización y por eso desarrollamos permanentemente diversas acciones de difusión y extensión para poder comprender esta ecuación y actuar en consecuencia.

Disponer de información estratégica como la que les incluimos en cada ejemplar apunta a alcanzar buenos rendimientos y, principalmente, a producir de manera sustentable.

Por último, en nombre de Fertilizar Asociación Civil agradecemos al Comité Ejecutivo 2010 formado por Florencia Schneeberger (YARA), Francisco Llambías / Cristian Hanel (PROFERTIL), Mariano Scaricabarozzi (MOSAIC), Camila López Colmano (NIDERA), así como también a Jorge Bassi, Pablo Pussetto, Presidente y Vicepresidente en el ciclo que terminó, y a nuestro Tesorero Cdr Manuel Santiago por su trabajo y esfuerzo diario.

Esperando, una vez más, que la información volcada en estas páginas y la que les hacemos llegar mediante las acciones que desarrollamos continuamente les sean de gran utilidad, los saludo cordialmente.

Ma. Fernanda González Sanjuan

Ing. Agr.

Gerente Ejecutivo

Índice

REVISTA FERTILIZAR - N°18 - Enero 2011

Simposio Fertilidad 2011.
La nutrición integrada a los
sistemas de producción

05



Fertilización del algodón. Uso
complementario de aplicación Foliar
de nutrientes

08



El sulfato de potasio para mitigar los
efectos adversos de los cultivos en
condiciones de estrés salino

16



Relación amonio nitrato en la
rizosfera en cultivos intensivos

22



Molibdeno y Cobalto.
Dos micronutrientes esenciales en la
producción de soja

26



Efecto de la fertilización fosfórica
sobre la acumulación de materia seca,
la composición botánica y eficiencia del
uso del agua de un pastizal

30



Novedades & Eventos

33



Simposio Fertilidad 2011

La nutrición integrada a los sistemas de producción

El 18 y 19 de mayo próximos, Fertilizar Asociación Civil e IPNI organizan la 10ª edición del Simposio de Fertilizar, con el objetivo de presentar y discutir información actualizada en el manejo de la fertilidad de suelos y fertilización de cultivos en el país y el exterior. El evento está dirigido a profesionales de la actividad oficial y privada y a estudiantes avanzados de Agronomía.

A continuación compartimos una entrevista a representantes de las entidades organizadoras donde detallan cuáles serán los ejes del evento y dan una visión sobre la reposición de nutrientes en la actualidad. Ellos son el Dr. Fernando García, Director del IPNI Cono Sur y la Ing. Agr. Ma. Fernanda González Sanjuan, Gerente Ejecutivo de Fertilizar Asociación Civil.

¿Cuáles serán los principales temas a tratar en el Simposio de Fertilidad 2011?

El Simposio Fertilidad 2011 tratará los temas que hacen a la integración de la nutrición en el sistema de producción, cómo, a través de las mejores prácticas de manejo de la nutrición y fertilización, podemos hacer que nuestros sistemas de producción sean más eficientes agronómica, económica y ambientalmente.

Para ambas entidades, que la nutrición de cultivos y la reposición de nutrientes sean temas debatidos continuamente entre asesores y productores es clave para poder afianzar el uso de esta herramienta tecnológica tan indispensable para poder producir más y mejor.

¿Cuáles serán las novedades que se presentarán?

De acuerdo al lema “La nutrición integrada al sistema de producción” se presentarán conferencias y posters que abordan las relaciones de la nutrición de cultivos y la fertilidad de suelos con la fisiología de las plantas y los cultivos; la acidificación de los suelos; el cambio climático; la intensificación de los sistemas productivos; el manejo por ambientes; el impacto ambiental; las enfermedades de los cultivos, y el presente y futuro de nuestras empresas agropecuarias. Asimismo, habrá un panel especial del INTA donde se presentarán los resultados de proyectos de investigación que se han llevado a cabo en los últimos tres años en cuanto al manejo de Nitrógeno, Potasio y Azufre y otros nutrientes.

¿Cuál consideran es la situación actual de la reposición de nutrientes?

La reposición de nutrientes es un tema de importancia no sólo en cuanto a la producción, sino también en cuanto a la preservación del potencial productivo de nuestros suelos. Los balances de nutrientes, estimados como la diferencia entre la aplicación de nutrientes vía fertilizantes, abonos orgánicos u otras enmiendas, y la extracción de los mismos en granos, forrajes y/o productos animales, han sido históricamente negativos en nuestra agricultura. Esto resulta en el empobrecimiento de los suelos, la pérdida de su fertilidad nativa. En los últimos años, los balances han mejorado sustancialmente, pero las condiciones de las campañas 2008 y 2009 generaron balances más negativos e implicaron un retroceso en este aspecto. Obviamente, esta situación de balances negativos es más significativa para nutrientes usualmente deficitarios como N, P y S, y de menor importancia para aquellos



Ma. Fernanda Gonzalez Sanjuan - Gerente Ejecutiva FERTILIZAR y Dr. Fernando García - Director del IPNI Cono Sur.

nutrientes cuyos contenidos en el suelo se ubican por arriba de los umbrales críticos, como ocurre para potasio en una gran área de cultivo del país.

En 2009, se consumieron 2.532.792 toneladas de fertilizantes, mientras que el consumo de 2010 se espera sea superior a los 3 millones de toneladas. Estas cifras muestran una evolución positiva, aunque todavía hay mucho por hacer para alcanzar los niveles óptimos de rendimientos de cultivos y de reposición de nutrientes.

Y en lo que refiere a la fertilidad de nuestros suelos, ¿cómo estamos a nivel país?

Los balances negativos han resultado en la pérdida de fertilidad en muchas zonas agrícolas del país como indicamos en el párrafo anterior. Sin dudas, las regiones de cultivo más intensivo como la zona central de la región pampeana (norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe) han sido más afectadas por este proceso. Asimismo, las áreas de menor fertilidad nativa, frecuentemente las áreas marginales, son las que pueden verse más rápidamente afectadas con balances nutricionales negativos.

En este punto, debemos destacar que la fertilidad, en un sentido amplio, no se restringe solamente a la disponibilidad de nutrientes, sino también a las propiedades físicas, biológicas y químicas en general. Las prácticas de conservación de suelos, rotaciones, la siembra directa y otras, son fundamentales para mantener y/o mejorar la fertilidad de los suelos y generar sistemas de producción sostenibles. Por lo tanto, es preocupante la situación de muchas zonas en las cuales no se contemplan tanto estas prácticas como la nutrición adecuada de suelos y cultivos.

La fertilización de reposición, junto a la rotación de cultivos y la siembra directa, son las tres herramientas claves para lograr sustentabilidad en la producción agropecuaria y tienen una importante interacción entre sí.

¿Entienden que los rendimientos, en años como el 2009-10 donde no hubo fuertes limitantes de humedad, tuvieron una relación directa con la disponibilidad de nutrientes?

Sin dudas, los excelentes rendimientos observados en muchas zonas en la campaña 2009/10 se relacionaron con la muy buena disponibilidad de agua

que es el primer limitante a la producción agrícola en la agricultura de secano. Sin embargo, en muchas situaciones, las excelentes condiciones hídricas no pudieron aprovecharse al máximo por deficiencias nutricionales. Vale la pena recordar el concepto de la “ley del mínimo”, una vez cubiertas las necesidades de agua, en este caso, aparecen limitantes de otro tipo, como pueden ser las nutricionales. Fue bastante claro ver para una misma zona, diferencias en rendimiento entre lotes con distinto manejo de la nutrición.

Y en períodos menos húmedos, ¿cómo impacta la fertilización en los rendimientos?

El manejo de la fertilización debe ajustarse a la disponibilidad hídrica, así como a los otros factores de producción. Justamente este Simposio busca discutir estas interrelaciones de la nutrición con varios de estos factores y su manejo. En situaciones de menor disponibilidad de agua, hemos visto que nutrientes como P, también potasio, adquieren gran importancia porque mejoran la eficiencia de uso del agua, algo que fue muy claro en las excelentes respuestas a P que observamos en la campaña de trigo 2008/09.

¿Cómo evolucionó la tecnología de la fertilización en los últimos años?

La evolución de la tecnología ha acompañado el crecimiento en la producción de granos y en el consumo de fertilizantes. El mercado actual presenta una muy amplia oferta de productos fertilizantes con variantes que le permiten al productor elegir la más adecuada para su planteo productivo y su logística. Asimismo, la disponibilidad de alternativas en maquinaria de aplicación ha facilitado el manejo global de los fertilizantes y contribuido a un uso más eficiente de los mismos.

¿El productor ha tomado conciencia sobre la importancia del cuidado del suelo y de las herramientas para lograrlo?

Consideramos que ha habido un adelanto notable en los últimos años. Sin embargo, deberíamos estar muy atentos a continuar con este impulso. Nuestra agricultura es muy eficiente a nivel mundial y debemos mantener y mejorar esta situación. Para esto, hay que seguir potenciando el trabajo de nuestros científicos en INTA, universidades, ONGs y otras instituciones oficiales y privadas, quienes han y están haciendo un extraordinario aporte para entender mejor el funcionamiento de los sistemas productivos, y ofrecernos alternativas de manejo y respuestas a los nuevos desafíos. Debemos incorporar esos desarrollos científico-tecnológicos a nuestros sistemas para satisfacer un mercado internacional demandante de productos en cantidad, calidad y bajo procesos de bajo impacto ambiental y con inclusión social.

¿Por qué creen que es importante realizar este tipo de acciones de extensión?

Si releemos los párrafos anteriores, veremos que acciones como el Simposio son piezas claves en este proceso de generación, transferencia y adopción de desarrollos científicos-tecnológicos para una agricultura sostenible de alta producción. Eventos como el Simposio facilitan i) la transferencia de información generada por la investigación a los colegas que trabajan diariamente a campo, ii) el planteo de las demandas del sector productivo al sector científico-tecnológico, y iii) el intercambio de experiencias, ideas, e inquietudes a todo nivel. La discusión e intercambio siempre nos enriquece.

Tanto desde el IPNI como Fertilizar, desde nuestros inicios, apostamos al crecimiento de cada productor agrícola de nuestro país y al de todo el sector, y en este marco, desarrollamos acciones de este tipo, entre otras actividades que fuimos realizando y continuaremos haciendo durante este año.

Para más información, ingresar a : www.fertilizar.org.ar / www.ipni.net

O escribir a :

- simposio@fertilizar.org.ar
- lpisauri@ipni.net

Fertilización del algodón.

Uso complementario de aplicación Foliar de nutrientes

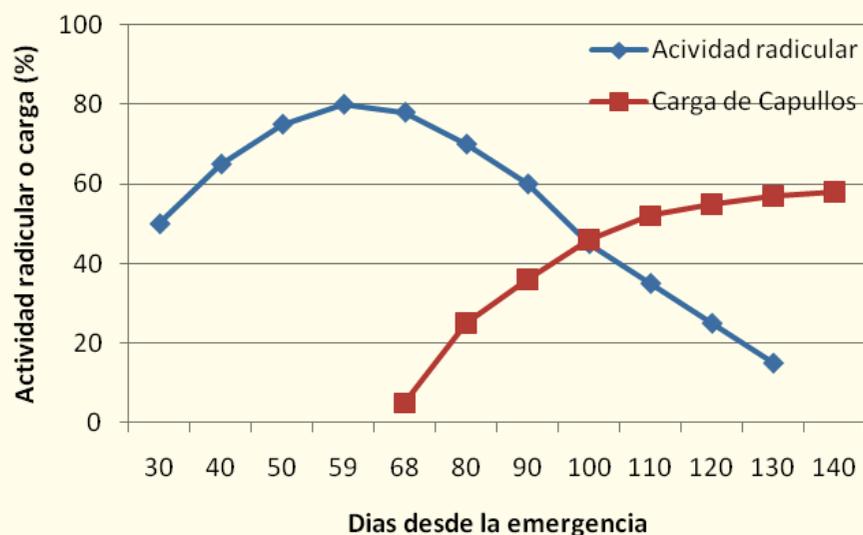
Ing. Agr. Ricardo Melgar
rmelgar@pergamino.inta.gov.ar

La aplicación de fertilizantes en algodón en las regiones tradicionales de producción como el Chaco no es muy común. En parte, este bajo uso de tecnología está marcado por la irregularidad de las precipitaciones, que dificultan la logística y desalientan la aplicación de fertilizantes. Es más frecuente en cambio, la fertilización de aquellos algodones de fibra larga cultivados bajo riego en Catamarca o Santiago del Estero, y otras regiones del oeste, adonde la respuesta a los fertilizantes en parte está asegurada por el mejor régimen hídrico. Hacia fines de los 90, se popularizó la aplicación de fertilizantes foliares con

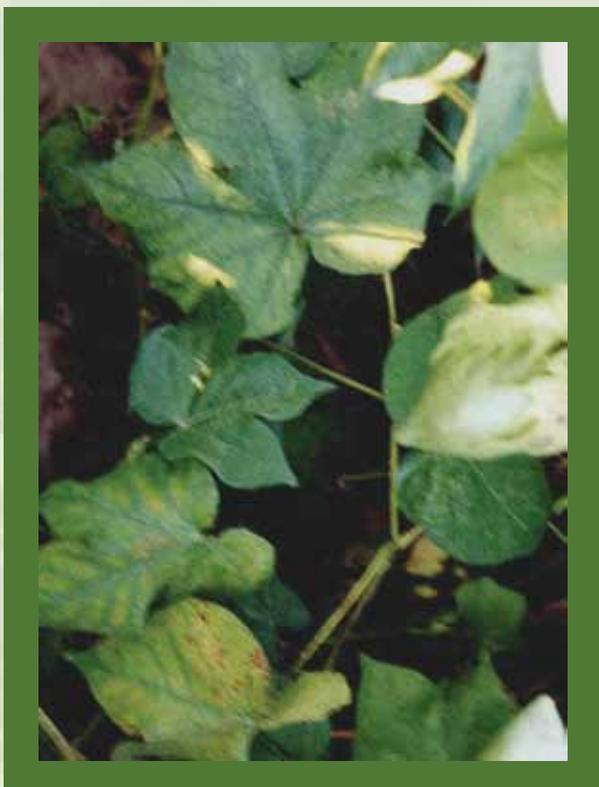
urea y compuestos multinutrientes para aumentar los rendimientos sin provocar un crecimiento excesivo asociado a variedades de ciclo largo y alta fertilidad nitrogenada del suelo.

El gran crecimiento del mercado de fertilizantes en los últimos dos décadas, y la sofisticación de la provisión a todo nivel, ha multiplicado las opciones de manejo de nutrición del cultivos que disponen los productores algodoneeros en regiones alejadas de la pampa húmeda. Por otra parte, el repunte observado en los actuales precios del algodón, permite el

Figura 1. Evolución de la carga de capullos y de la actividad de las raíces, (Adaptado de Oosterhuis) 1999).



resurgimiento del área de cultivo y la aplicación de tecnología de fertilización. En especial, en aquellos casos adonde se ubiquen claras asociaciones con problemas de suelo, la fertilización es una opción atractiva para los productores.



El algodón se caracteriza por su crecimiento indeterminado y su hábito de crecimiento simpódico, que disminuye gradualmente el largo de sus entrenudos. A pesar de su naturaleza perenne, es muy respondedor al ambiente y al manejo. Este hábito de fructificación está en reversa con la actividad radicular, con mayores exigencias a medida que la actividad de las raíces disminuye, de modo que la provisión de nutrientes a los capullos y bochas se hace más bien a expensas de las reservas acumuladas en periodos más tempranos (Fig.1).

Los beneficios nutricionales de una mejor fertilización se asocian con un período más extenso de llenado de capullos. Lamentablemente, se confun-

de a este efecto con un retardo en la maduración, cuando en realidad, debe considerársela como una detención prematura de la fructificación. Muchos productores de algodón reconocen la necesidad de desarrollar un programa nutricional de fertilización al suelo para lograr expectativas de rendimiento, pero también necesitan reconocer las condiciones y situaciones bajo las cuales los fertilizantes foliares pueden complementar los fertilizantes aplicados al suelo de modo de aumentar la eficiencia de uso de nutrientes, los rendimientos potenciales y resultados.

La absorción de nutrientes aplicados al suelo puede estar limitada por variadas condiciones, que incluyen: 1) un rápido desarrollo, junto con una alta carga de capullos acompañado por una declinación en el sistema radicular activo, 2) reducción en la actividad radicular causada por compactación de suelo, acidez del suelo, o nematodos, 3) escaseces temporales de humedad del suelo que impida o limite la difusión de nutrientes del suelo, 4) reducida actividad de la raíces en el llenado de la cápsulas, o 5) enfermedades. El conocimiento de la interacción de estos factores con la nutrición del cultivo puede ayudar a los productores a determinar las ventajas potenciales de la fertilización foliar en programas de nutrición de algodón.

Históricamente hay un enorme caudal de publicaciones científicas acerca de la fertilización foliar, que fue por primera vez usada hace mucho tiempo,



en 1844, para corregir clorosis con pulverizaciones foliares de hierro. Se usa amplia y extensivamente desde muchos años en horticultura y fruticultura. En cultivos extensivos ha cobrado atención desde hace un par de décadas, aunque todavía se especula acerca de los beneficios y la correcta implementación de esta práctica (Oosterhuis, 2003).

Mecanismos de la fertilización foliar

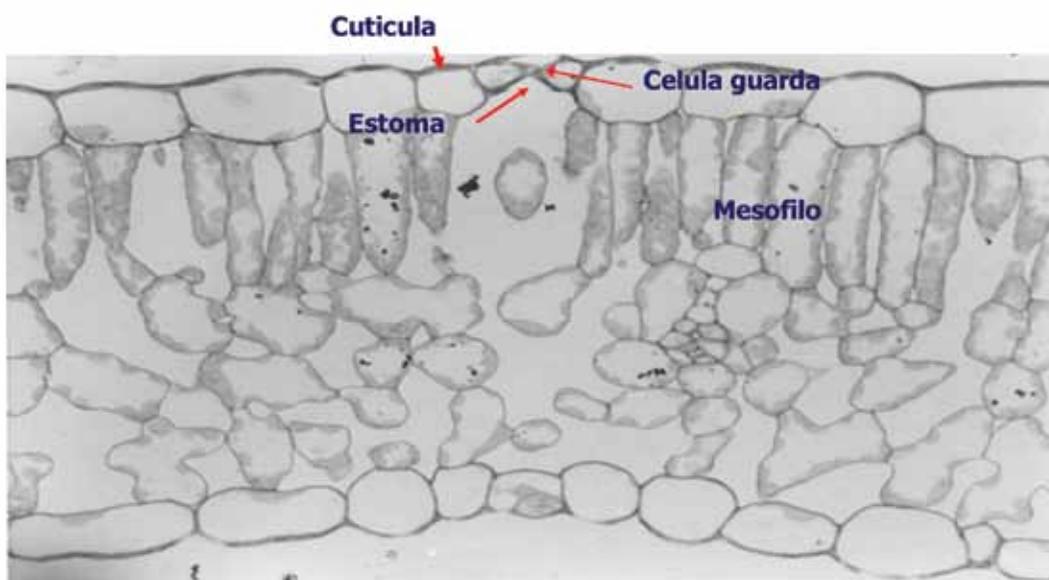
Para que los nutrientes de los fertilizantes foliares sean utilizados por las plantas en su metabolismo, deben primero atravesar la barrera de entrada en la hoja antes de poder ser incluidos en el citoplasma

de las células foliares.

Para lograr esto el nutriente debe penetrar efectivamente la cutícula externa y la pared de la célula epidérmica subyacente.

Una vez que ha ocurrido la penetración, la absorción del nutriente por las células es similar a la absorción por las raíces.

De todos los componentes del camino de los nutrientes aplicados por vía foliar, la cutícula es la que ofrece la mayor resistencia.



La cutícula y movimiento de los nutrientes a su través

La cutícula de la hoja es una película delgada que cubre el exterior de la hoja y de otros órganos protegiéndolos de las oscilación extremas del ambiente.

La cutícula es dinámica y responde a los cambios en el ambiente y el manejo; Por ejemplo, estreses de humedad y de temperatura.

Originalmente se sostenía que el movimiento de solutos ocurría a través de los estomas. Sin embargo, ahora se sabe que la cutícula está atravesada por numerosas canales hidrofílicos permeables al agua y a moléculas pequeñas de solutos (Marschner, 1995).

Estos poros tienen un diámetro menor a un micrón, se extienden con una densidad de 1010 poros por cm² y están cubiertos por cargas negativas, las que aumentan en densidad hacia adentro, facilitando el movimiento de los cationes (Tyree et al., 1990).

El movimiento actual a través de la cutícula depende de la concentración de nutrientes, tamaño de las moléculas, forma orgánica o inorgánica, tiempo de la solución sobre la superficie, carga y densidad a través de la cutícula, etc.

Por ejemplo, ante un estrés hídrico se dan los siguientes cambios en la cutícula de las hojas del algodón

- El espesor de la cutícula aumenta en un 33%.
- La composición de la Cutícula cambia, aumentando el predominio de ceras de alto peso

molecular (cadenas más largas) las que aumentan la hidrofobicidad.

- Esto causa un decrecimiento en la absorción de agroquímicos (urea, defoliantes etc.).

Cuándo aplicar Nitrógeno

Se considera que aproximadamente se necesitan 150 kg de N/ha para producir una tonelada de fibra de algodón, aun cuando la extracción sea de 70/g/ha. Para los sitios bajo riego y con buenas condiciones de humedad son necesarias dosis entre 90 y 150 kg de N/ha, para producir entre 900 y 1500 kg/ha de fibra. Dosis más altas de N se necesitan para producciones más altas bajo condiciones de riego, para suelos con alto contenido de arcilla y suelos con baja eficiencia de utilización de N. En experiencias del Ing. Mondino en Santiago del Estero usando espaciamiento entre surcos muy estrecho, logro rendimientos de 2 t/ha de fibra con 100 kg de N/ha (Tabla 1). La máxima absorción de N (demanda) se ha determinado en 3 a 4 kg de N/ha/día y ocurre generalmente entre 60 y 80 días después de la siembra.

La respuesta del algodón a la fertilización foliar es más probable cuando: 1) se ha aplicado al suelo una dosis inadecuada de N, 2) cuando se ha perdido N del suelo por lixiviación, desnitrificación, volatilización, inmovilización, o una combinación de estas vías de pérdidas, 3) cuando la humedad del suelo limita temporalmente la disponibilidad de N, y 4) donde el riego o precipitaciones oportunas aumentan el rendimiento potencial. La disponibilidad y la absorción del fertilizante N del suelo, antes y durante la fructificación, dictarán la necesidad de la

Tabla 1. Influencia de diferentes dosis de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes principales (Mondino y Peterlin, 2008).

Dosis N	Rinde capullos	Rinde fibra	Índice Cosecha	Capullos	Peso capullos	Peso 100 semillas	Rinde fibra
kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	#/m ²	g	g	%
0	3,773	1,441	0,42	95	4,0	11,20	38,2
50	4,721	1,822	0,41	111	4,2	11,35	38,6
100	5,022	1,944	0,39	116	4,3	11,39	38,7

fertilización foliar suplementaria. Además, la capacidad de almacenamiento de N dentro de la planta y de la capacidad de la planta de remobilizar y transportar N desde los tejidos más maduros a los más jóvenes también influenciara la necesidad de la fertilización al nitrógeno suplementario.

Investigaciones recientes en Arkansas demostraron respuestas a 30 kg de N/ha foliar desde 42 a 101 kg de fibra /ha y un promedio de 69 kg de fibra/ha ante aplicaciones al suelo entre 60 y 90 kg de N /ha, a través de los tiempos del uso y años.

Localmente no hay muchos experimentos reportados. Recientemente la Ing. Agr. Natalia Schmithalter en las Breñas, informa sobre una aplicación con multinutrientes con 23 % de N, 16 % de S y micronutrientes. Una única aplicación de 2 l /ha al comienzo de la floración resulto en un aumento de algodón-capsula de 300 kg/ha, pero una aplicación adicional (2l/ha), repetida 15 días después en plena floración, consiguió apenas un aumento marginal (366 kg/ha).

Debido a la dificultad de predecir la disponibilidad de N del suelo durante la estación de crecimiento, muchos asesores supervisan y monitorean el cultivo para determinar si el programa de fertilización de nitrógeno es o está siendo adecuado. El muestreo de hojas o pecíolos es una de las técnicas usadas, recogiendo las hojas del cuarto nudo del tallo principal contando desde arriba. Estas hojas son las más recientemente maduras, completamente expandidas. Si el N total es bajo en la lámina de la hoja, o el nitrato en los pecíolos, la fertilización foliar puede ser beneficiosa. No obstante, a la fecha, ni los análisis del tejido foliares ni de pecíolo han probado ser totalmente exactos para predecir las necesidades de fertilización foliar. De hecho el Ing. Alberto Bianconi, en el INTA de Saenz Peña destaca que presenta demasiada variabilidad como para hacerla practica. Muchas de las incertidumbres en respuesta se relacionan con los efectos ambientales tales como la presión de ataques de plagas, disponi-

bilidad del agua, y tamaño de la carga de cápsulas en desarrollo. Ciertamente, si se detecta a tiempo una escasez severa de nutrientes, las pérdidas de rendimientos pueden limitarse o evitadas con una fertilización foliar oportuna.

Las decisiones para aplicar fertilizantes foliares se basan en: 1) Cantidad de Nitrógeno y momento de aplicación al suelo; 2) Mal estado nutricional evaluado por análisis de hoja o de pecíolo N, 3) Buen índice de desarrollo medido por la carga de las cápsulas, 4) Buen control de plagas, 5) Humedad adecuada del suelo, y 6) Momento adecuado de madurez de las cápsulas adonde se apunta la fertilización foliar. La aplicación de fertilización al suelo se desaconseja luego de las primeras semanas desde la floración, para reducir los riesgos asociados a: 1) crecimiento vegetativo excesivo y confianza excesiva en el uso de reguladores de crecimiento para controlar la altura de las plantas, 2) retraso de la madurez y dificultades asociadas con la defoliación y la cosecha, y 3) atracción prolongada de la planta a los insectos. En lotes de secano, la absorción de nutrientes aplicados al suelo después de las primeras floraciones normalmente es muy limitada.

Las aplicaciones foliares deberían empezar luego de la primera floración, pudiendo continuar hasta la sexta semana después de este momento. A pesar de no contar con una recomendación precisa del número de aplicaciones foliares, se han comprobado buenos resultados con aplicaciones semanales o semana de por medio, con dosis entre 5 y 10 kg de N/ha, comenzando en la primera floración. La respuesta media a la fertilización con nitrógeno foliar es de alrededor de 2.3 kg de fibra por kg de N con aplicaciones al suelo entre 60 y 90 kg de N/ha. Aumentos de producción de hasta 7 kg de fibra por kg de N se han informado en otros estudios.

La fertilización de nitrógeno foliar con solución de urea de bajo contenido de biuret puede prevenir pérdidas de rendimiento causados por una baja disponibilidad de N si se detecta y trata a tiempo. Los

productos más comúnmente utilizadas son soluciones de urea, de alrededor del 20 % de N. Las pulverizaciones con otras fuentes solubles de N a base de nitratos son también satisfactorias. Estudios con urea marcada con N15 demostraron que el 30 % del N aplicado a hojas en la primera posición al lado del tallo) fue absorbido por las hojas en el plazo de una hora de desde la aplicación y encontrado en las cápsulas colindantes en un plazo de 6 horas. En un plazo de 12 a 24 horas, la mayor parte del N marcado se había movilizado desde las hojas hasta las capsulas, con poco o nada hacia el tallo o pecíolos (Figura 3).

Cuando aplicar Potasio

El cultivo absorbe cerca de 100 kg de potasio como K₂O por tonelada de fibra del algodón. En cantidad solo lo supera el N. Sin embargo, solo 33 kg de K₂O/ha son exportados por tonelada de algodón en la cosecha. Similarmente al N, durante el período de la demanda máxima a partir del 60 a 80 días después de la siembra, se necesita K en un rango entre 3 a más de 4 kg de K₂O/ha/día. Con el avance de una escasez de K, las raíces sufren primero, seguido por

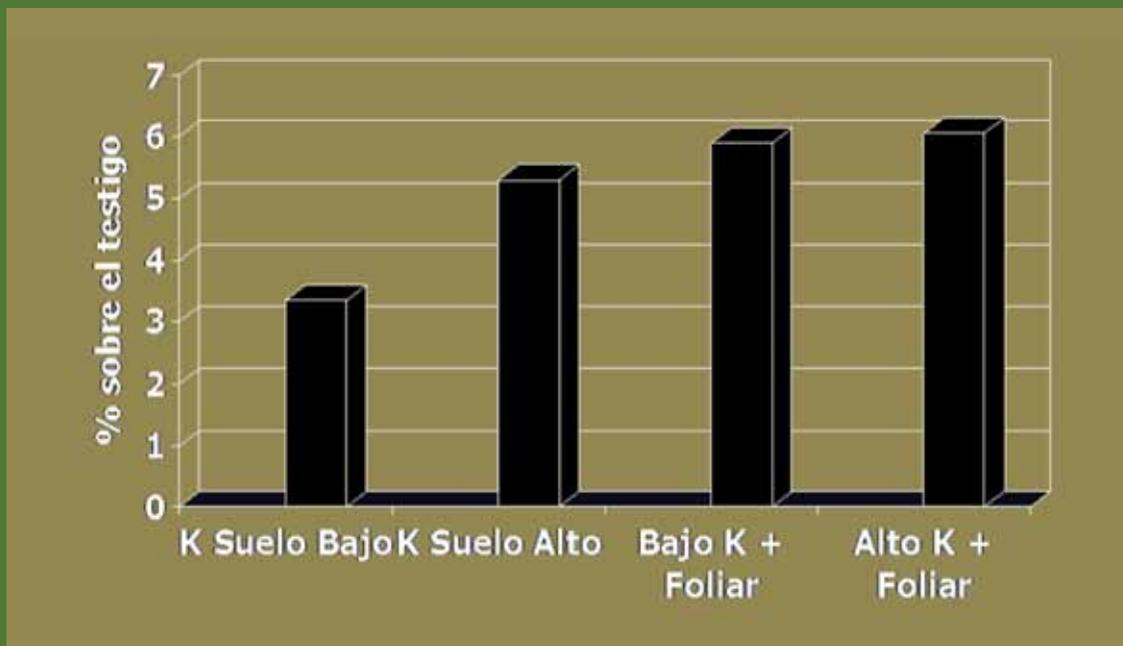
los tejidos aéreos. Así, cuando se observan los síntomas de deficiencia de K en la parte superior de la canopia, la escasez de K ya afecto los tejidos más maduros. La capacidad de la plantas de translocar cantidades significativas de K a las cápsulas en desarrollo dependerá de: 1) la severidad de la deficiencia, 2) la etapa del crecimiento en la que el K se convierte en limitante y la carga de cápsulas, 3) la cantidad de K acumulado en la planta que pueda considerarse una reserva y 4) humedad disponible del suelo.

Las respuestas observadas con la fertilización foliar de nitrógeno y la detección subsecuente de deficiencias de K después de la floración (descoloración de las hojas, enfermedades foliares, y defoliación prematura) ha resultado en numerosos estudios que evalúan respuestas de la producción de fibra de algodón, momentos de aplicación, fuentes, y dosis de potasio. Cuando los niveles de K del suelo y las dosis de fertilizante potásico son deficientes para las necesidades del cultivo, la fertilización foliar con K puede mitigar el efecto de las enfermedades de hojas, aumento del rendimiento, y mejoras en calidad de la fibra.

Figura 3. Absorción de urea aplicada por vía foliar a hojas de algodón y movimiento hacia las capsulas. (Miley y Oosterhuis, 1988).



Figura 4. Efecto de la aplicación de potasio por vía foliar en suelos con bajo y alto nivel de disponibilidad de K. Promedio de 3 años y 12 sitios. Diferencias significativas por aplicación foliar de K en 40% de los experimentos (Miley y Oosterhuis, 1995).



Conclusiones

La aplicación de soluciones fertilizantes foliares, que contengan principalmente N y K, al comienzo de la floración y en intervalos semanales o cada dos semanas, pueden aumentar los rendimientos del algodón o prevenir pérdidas potenciales de rendimiento asociadas a deficiencias de N o K. La mayor parte de los estudios se han realizado sobre la base de 3 a 4 aplicaciones de 5 a 10 kg de N/ha o 4 kg de K₂O/ha y evaluando sus respuestas fisiológicas o de rendimiento.

Los trabajos iniciales se enfocaron en aplicación de dos, cuatro, seis y ocho semanas después de la primera floración. Más recientemente, las aplicaciones son apuntadas a intervalos semanales, comenzando con la primera floración. Estas aplicaciones tempranas objetivan: 1) Suplementar las necesidades de N y K provistas por el suelo; 2) aumentar la absorción y utilización por las hojas, antes que madu-

ren y desarrollen una cutícula cerosa que limite la absorción. 3) prevenir el desarrollo de deficiencias de N y K que pueda reducir el peso de las capsulas individuales, en particular de las primeras capsulas, las más grandes, y 4) evitar el desarrollo de tardío del cultivo que no es compatible con una cosecha oportuna y temprana. La estrategia de fertilización foliar es consistente y compatible con una fertilización de suelo.

La aplicación foliar de productos fertilizantes con N y/o K pueden aumentar los rendimientos, pero solo deben considerarse como un suplemento de un programa de nutrición balanceada de productos aplicado al suelo basado en un objetivo realista de rendimiento. Quizás el factor más importante que afecta la respuesta a la fertilización foliar es el tamaño de carga de capsulas de la planta. Si el cultivo es saludable, los insectos están bajo control, la humedad es adecuada y el potencial de rinde es alto, el productor debería considerar la fertilización foliar.

Por sobre todo, la fertilización foliar tiene las ventajas del bajo costo y de una respuesta rápida de la planta, y es particularmente importante cuando ocurren problemas de suelo y crecimiento deficiente de las raíces. Por una parte, la aplicación de foliares tienen como desventajas posible citotoxicidad, problemas de solubilidad, ya que solo una pequeña cantidad del nutriente puede ser absorbida por vez o por momento de pulverización. En general hay mucha información en conflicto sobre las ventajas de la fertilización foliar, pero las pruebas científicas hasta la fecha y el uso extensivo de esta práctica indica que es un método viable y útil para una mejor productividad.



El sulfato de potasio para mitigar los efectos adversos de los cultivos en condiciones de estrés salino

Lic. María del Pilar Muschietti Piana
FAUBA

La salinidad del suelo es una amenaza creciente para la agricultura y a la vez un factor importante en la reducción de la productividad de los cultivos. Desde el punto de vista de las fuentes de potasio (K), la adecuada utilización de los mismos y el uso de fuentes con bajo índice salino se ha sugerido como una estrategia interesante para mitigar la salinidad de los suelos y sus efectos sobre el cultivo. Una adecuada nutrición potásica constituye un método eficiente para prevenir el estrés inducido por el exceso de sodio en diversos cultivos. La incorporación de K en el suelo es considerada tanto como herramienta para prevenir el estrés inducido por cloruros, como para mejorar el rendimiento de los cultivos bajo condiciones de salinidad. El K además tiene un rol clave e importante en la activación de numerosos sistemas enzimáticos en las plantas (Akram et al., 2009). Este artículo tiene como finalidad describir la utilización del sulfato de potasio como posible herramienta de mitigación de la salinidad y sus efectos en los cultivos.

La problemática de la salinidad de suelos

En las zonas áridas y semiáridas, la salinidad constituye el principal factor de fertilidad de suelos limitante de la productividad de los cultivos. En estas zonas, el riego es una práctica imprescindible y las lluvias son escasas como para arrastrar las sales

debajo de la profundidad de la raíces, ocurriendo lo mismo en cultivos protegidos. Por el contrario, en condiciones húmedas, las sales solubles originariamente presentes en los materiales del suelo, pueden ser conducidas hacia las capas inferiores del perfil, ya sea por efecto de la lluvia y/o riego, pudiendo alcanzar los acuíferos subterráneos (Taban, 1999).

Los problemas de salinidad pueden resultar tanto de procesos naturales como antrópicos. En el primer caso, pueden deberse a la pérdida de agua por evaporación, transpiración, aportes en las precipitaciones y/o sprays marinos. Sin embargo, la salinización de los suelos agrícolas como consecuencia de la práctica del riego constituye uno de los ejemplos más comunes de degradación de suelos. En la actualidad, la tercera parte de las zonas de regadío mundiales se encuentran afectadas por contenidos salinos excesivos. Este problema ha adquirido una mayor magnitud en las últimas décadas, ya que la expansión de los regadíos lleva al uso de suelos marginales hasta ahora no utilizados y a una sobre-explotación de acuíferos subterráneos cada vez con mayor cantidad de sales solubles. Las sales pueden provocar desbalances en la nutrición vegetal por acumulación excesiva de iones como el sodio, el cloruro en planta, generando efectos tóxicos directos. Esto afecta negativamente en el suministro de agua para los cultivos. Además, la presencia

de concentraciones elevadas de sodio puede provocar un deterioro físico del suelo, causando una disminución en la penetración y almacenamiento de agua en el mismo (Lavado, 2009; Satti y Lopez, 1994).

En Argentina, las áreas bajo riego se concentran mayormente en regiones áridas y semiáridas y se distribuyen a lo largo del país. La superficie cultivada sobre estas áreas ocupa entre 1.5 y 2 millones de hectáreas, ocupadas principalmente por la región de Cuyo (+ del 40 %), NOA (35 %) y Comahue (16 %). La productividad se ha visto afectada en un 35.6% del total de la superficie irrigada por problemas de salinidad y alcalinidad, aunque este porcentaje no se distribuye de manera uniforme. En todos los casos suelen encontrarse en forma paralela, problemas de hidromorfismo debidos al exceso de riego, bajas tasas de infiltración y/o conductividad eléctrica y/o ascensos de la capa freática (Lavado, 2009).

El manejo de la nutrición puede revertir los efectos negativos de la salinidad contrarrestando los

efectos adversos del incremento de la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego. Así, a través de un adecuado régimen nutricional puede lograrse una performance agronómica (e.g. rendimiento) equivalentes a menores niveles de salinidad. Un ejemplo de esto lo podemos observar en esquemas de fertirrigación. Los fertilizantes sólidos utilizados en fertirrigación son sales altamente disociables (fertilizantes hidro-solubles y/o cristalino-solubles) que generan un incremento específico de la CE. Esto conduce al aumento del potencial osmótico de la solución de fertirriego en el entorno radical (“bulbo de mojado”), dificultando la absorción hídrica por parte de la planta. En este tipo de esquemas, resulta importante la evaluación de la CE del agua de riego y también la generada por la adición de fertilizantes, siendo la sensibilidad, tolerancia y resistencia a la salinidad en función de la CE, variable según el cultivo (Lavado, 2009; Nathan, 1997).

Fertilizantes Potásicos y su rol en el suelo

La fertilización potásica en los cultivos de granos de la Región Pampeana es muy escasa debido a la

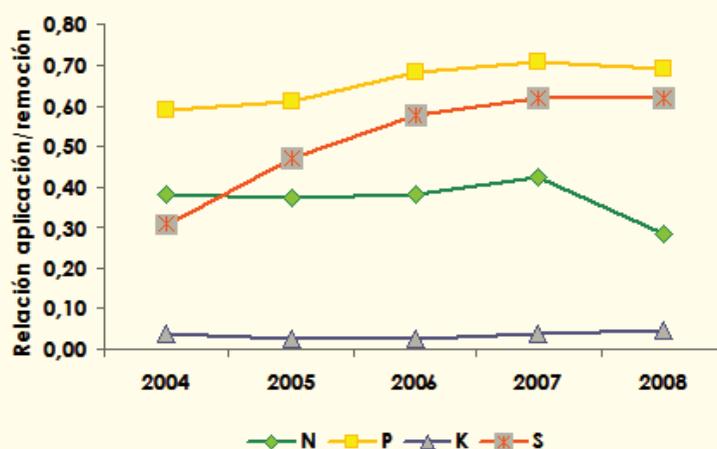


Figura 1. Relación aplicación/remoción en grano para N, P, K y S en los principales cultivos de grano (trigo, maíz, soja, girasol) de la Región Pampeana (García y Darwich, 2009).

Tabla 1. Principales fuentes potásicas, contenido de potasio y cultivos en los que se utilizan (en base a Nathan, 1997; Melgar y Camozzi, 2002)

Fertilizante	K ₂ O %	pH	Reacción	Cultivos
Nitrato de potasio	44	8.5	Básica	Tomate, pimiento, florales
Sulfato de potasio	50	3.4	Acida	Tabaco, frutilla, berries
Cloruro de potasio	60	6.5	Mod. Básica	Arroz, cítricos, caña de azúcar

elevada disponibilidad y reservas suficientes de potasio en gran parte de los suelos (Lavado y Taboada, 2009). Sin embargo, la actividad agrícola en forma continua durante los últimos 30 años ha ocasionado una pérdida de casi un 40 % del K⁺ intercambiable del horizonte superficial de los suelos pampeanos (Losino y Conti, 2005). En los últimos años el balance de nutrientes resultó negativo, por la escasa reposición de nutrientes por fertilizantes, especialmente de K⁺ (Figura 1).

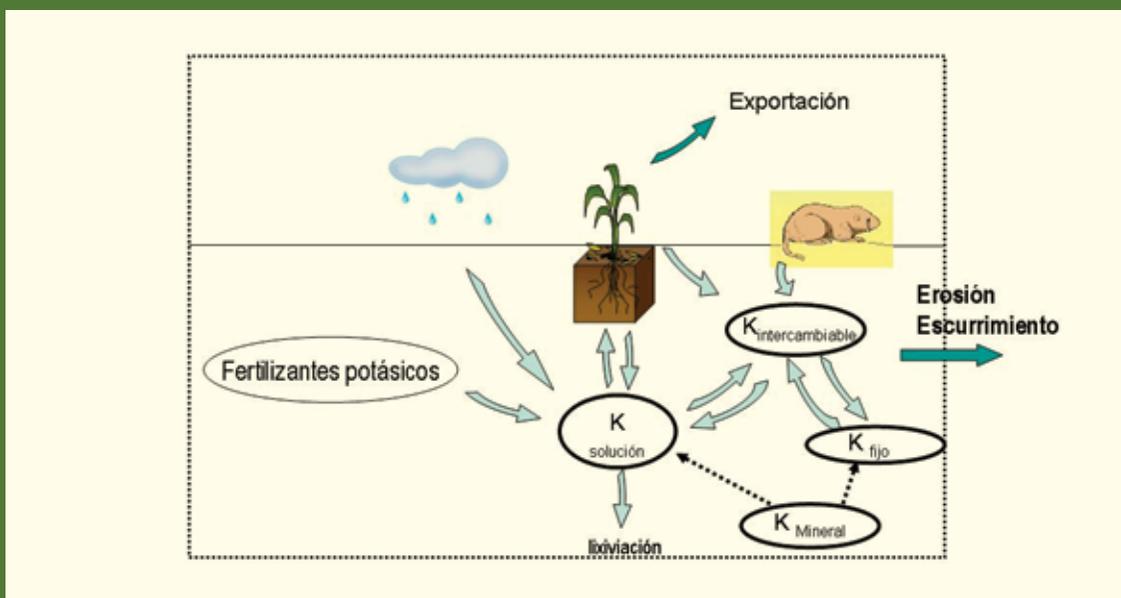
Si bien aún no se registran deficiencias de K que pudieran afectar a los rendimientos (i.e. los actuales contenidos de K superan a los límites críticos

de K⁺ para los cultivos de la región) el manejo actual de la nutrición potásica no resulta sustentable en los agroecosistemas pampeanos. En cambio, en la zona extra-pampeana, los fertilizantes potásicos son empleados mayormente en cultivos industriales y frutihortícolas (Zubillaga, 2010). En la tabla 1 se presentan los principales fertilizantes potásicos y los cultivos en donde se aplican en la Argentina.

Utilización de sulfato de potasio en la Argentina y dinámica en el sistema suelo-cultivo

Existen pocos trabajos que estudien la dinámica del K en el mediano y largo plazo para los cultivos

Figura 2: Ciclo del K en el sistema suelo-cultivo (agroecosistema).



(Zubillaga, 2010), especialmente sobre la aplicación del sulfato de potasio a nivel local. El Sulfato de Potasio (K_2SO_4) es un fertilizante inorgánico de origen mineral (placerita), siendo el más popular a nivel mundial cuando se requiere una fuente libre de cloruros. Esto resulta muy importante en cultivos como tabaco, papa, y frutas blandas. El K_2SO_4 tiene como ventajas la provisión conjunta de K y azufre (S), nutrientes que tienen impactos relevantes en la calidad de los productos cosechados. El contenido de K del fertilizante es de 50% de óxido de K (K_2O) y de 18 % de S (Tabla 1). El consumo del Sulfato de Potasio es de aproximadamente 13648 ton por año, mientras que el Cloruro de Potasio y el Nitrato de Potasio rondan las 42300 y 20000 ton anuales, respectivamente (CIAFA, 2010).

A pesar que la mayoría de los suelos son ricos en K, sólo una mínima parte (2%) se encuentra disponible para la planta. En el suelo existe K mineral (no disponible) que es fuertemente retenido por los minerales primarios del suelo; y K^+ lentamente disponible, fijado en las láminas de algunos minerales de arcilla (e.g. illita). Existen dos formas de K disponible, el K^+ en la solución del suelo y el K^+ intercambiable adsorbido en las arcillas y la materia orgánica del suelo (Figura 2).

A medida que el cultivo remueve K de la solución del suelo, el K^+ intercambiable se libera y repone el K^+ de la solución del suelo. Mediante el proceso de intercambio catiónico, el K^+ está continuamente disponible para el crecimiento del cultivo.

El movimiento del K^+ hacia el sistema radical del cultivo ocurre a través de la película de agua que rodea las partículas del suelo (difusión). Sin embargo, en suelos arenosos es posible que se presenten movimientos verticales en el perfil y pérdidas por lixiviación. Si se utiliza cloruro o nitrato de potasio, los aniones acompañantes son muy móviles en el perfil y se mueven por flujo masal. Si se utiliza sulfato de potasio, el sulfato es considerado un

anión móvil pero en menor medida que los nitratos. Los sulfatos presentan algún grado de retención específica en arcillas, que explicarían, por lo menos en parte, la residualidad encontrada en los suelos pampeanos (Gutiérrez Boem, 2010).

Importancia del sulfato de potasio en suelos salinos

El sulfato de potasio puede generar importantes impactos en la agricultura:

- Mayor rendimiento.
- Mejor calidad de productos cosechados como frutas y hortalizas (aspecto, tamaño, resistencia mecánica, entre otras).
- Incidencia en el balance de agua y en el crecimiento meristemático.
- Mejoras en el valor nutritivo del producto (por incremento en el contenido de vitaminas, proteínas).
- Mayor tolerancia al estrés.

El sulfato de potasio en condiciones de salinidad resulta una fuente adecuada debido a su bajo índice salino (IS) respecto de otras fuentes potásicas. Así, el IS del nitrato de potasio, el muriato (o cloruro) de potasio y del sulfato de potasio es de 74, 116 y 46, respectivamente. El Sulfato de Potasio es recomendado para aportar K a cultivos sensibles al cloruro (e.g. tabaco, cítricos, frutales); para aquellos cultivos con requerimientos específicos de azufre, sin acidificar el suelo (e.g. colza); en cultivos intensivos bajo invernáculos en zonas áridas y suelos salinos. Una elevada relación K^+/Na^+ en cultivos creciendo en condiciones salinas ha demostrado ser un importante indicador de la tolerancia al estrés salino. En una amplia diversidad de especies, la relación K^+/Na^+ es considerada más importante que simplemente mantener niveles bajos de Na^+ en los tejidos vegetales, como estrategias de tolerancia a la salinidad (Akram et al., 2009). Por ello, incrementar el contenido de K^+ de los tejidos vegetales puede inducir la tolerancia salina en cultivos sensibles

Tabla 2. Requerimientos de K e índice de cosecha (K en órganos cosechados/ K total absorbido) para distintos cultivos (Ciampitti y García, 2009).

Cultivo	Requerimiento K kg T-1	Índice de Cosecha
Cereales		
Maíz, Trigo	19	0.21
Arroz	26	0.12
Oleaginosas		
Soja	39	0.48
Girasol	29	0.21
Caña de azúcar	6	0.5
Industriales		
Algodón (fibra)	100	0.33
Remolacha azucarera	10	0.2
Café	19	0.31
Tabaco (hoja seca)	100	0.36
Frutihortícolas		
Papa (tubérculo)	4.3	0.78
Tomate (fruto)	3.2	0.36

a los problemas de salinidad. En diversos estudios, se demostró que los efectos nocivos asociados con la reducción de la absorción y translocación de K⁺ por las plantas cultivadas bajo condiciones salinas fueron mitigados por la incorporación de K⁺ al medio del cultivo de tomate (Satti et al., 1994, Song y Fujiyama, 1994), maíz (Botella et al., 1997), girasol (Delgado y Sanchez-Raya, 1999), arveja y girasol (Benlloch et al., 1994).

¿Cuánto potasio se requiere?

El requerimiento de K para un adecuado crecimiento del cultivo puede oscilar en un rango de 20 a 50 g de K kg⁻¹ de materia seca en órganos vegetales, tubérculos y frutos (Akram et al., 2009). Entre los cultivos con altos requerimiento de K puede mencionarse al tomate, papa, caña de azúcar y café, entre otros (Tabla 2).

Los requerimientos de S de los cultivos son similares a los de fósforo, pero mucho menores que los de

nitrógeno (N) y K, mientras que el índice de cosecha de S en los cultivos de grano es menor que los de N y P. Los requerimientos de S para trigo, maíz, soja y girasol son de 3.2, 4, 7 y 5 kg S T⁻¹, respectivamente, y el índice de cosecha de S de dichos cultivos oscila entre 0.35 y 0.55 (Gutiérrez Boem, 2010).

¿Cuándo es conveniente aplicar el potasio?

En cultivos intensivos creciendo con baja disponibilidad de S y K, el uso del sulfato de potasio garantiza la asimilación de ambos nutrientes. Asimismo, en suelos alcalinos o salinos favorece a la disminución del pH en las zonas de raíces mejorando el aprovechamiento del P, Hierro y micronutrientes. Es menos sensible a la lixiviación que otros fertilizantes potásicos. Otras ventajas del fertilizante son las posibilidades de aplicarlo en diferentes formas y momentos de aplicación (e.g. voleo, bandas, fertirriego). Asimismo, su granulometría libre de polvo



mejora las posibilidades para ser aplicado con maquinaria convencional y en suelos ácidos con texturas arenosas reduce la lixiviación de cationes y el riesgo de pérdida de K.

Experiencias en algunos cultivos

Diversos estudios han demostrado que el K puede reducir los efectos adversos del sodio en suelos salinos y/o salino-sódicos (Satti y Lopez, 1994; Taban, 1999). En un experimento recientemente conducido sobre el cultivo de girasol (Akram et al., 2009), se aplicaron distintas dosis de sulfato de potasio (K_2SO_4) con la finalidad de evaluar la eficacia de dicha fuente potásica para mitigar los efectos adversos de la salinidad en el crecimiento y el rendimiento del girasol. A su vez, se buscó determinar la dosis óptima de K_2SO_4 que podría ser eficaz en la regulación de procesos metabólicos responsables de un mayor crecimiento de girasol en condiciones salinas.

Para ello, se realizó un experimento con 12 tratamientos y 4 repeticiones, que consistieron en 6 dosis de sulfato de potasio incrementales bajo condiciones salinas (NaCl), y en condiciones normales de salinidad (testigo). Las dosis de K_2SO_4 fueron: 0; 0.5/0.21; 1/0.41; 1.5/0.62; 2/0.82 (% K/ % S). El K_2SO_4 fue aplicado vía foliar.

El rendimiento del girasol y sus principales componentes se vieron reducidos en forma significativa debido a las condiciones salinas en el medio del cultivo. La aplicación foliar de distintos niveles de K+S en la forma de K_2SO_4 mejoró el rendimiento del girasol tanto en el cultivo bajo condiciones de estrés salino como sin estrés. Un marcado aumento de la permeabilidad relativa de la membrana celular de la hoja se observó debido al estrés salino ejercida por el medio de cultivo. Sin embargo, la aplicación de K_2SO_4 no modificó dicho parámetro. Por otro lado, los parámetros de intercambio gaseoso tales como la tasa de asimilación de CO_2 , la tasa de transpiración, y la conductancia estomática, se vieron reducidos por efecto del estrés salino.

La incorporación de K_2SO_4 incrementó de forma significativa las tasas de transpiración y de fotosíntesis. El máximo incremento en ambos atributos se observó con la dosis de 1% K+ 0.41% S, tanto en plantas estresadas como no estresadas por sales. Sin embargo, la aplicación de K_2SO_4 no redujo la acumulación de Na^+ en las hojas y raíces de las plantas cultivadas en condiciones de estrés salino.

Las mejoras inducidas por aplicación foliar de K_2SO_4 en el crecimiento del girasol fue asociado a una mayor capacidad fotosintética, eficiencia en el uso del agua, turgencia de la hoja y el contenido relativo de agua. Las dosis más efectivas para mejorar el crecimiento y el rendimiento del cultivo fueron 1.5 % K + 0.62 % S, y 1 % K + 0.41 % S, respectivamente. A su vez, en un experimento en cultivo de arroz, el K_2SO_4 logró contrarrestar los efectos adversos de la salinidad en la reducción del crecimiento y rendimiento del cultivo (Din et al, 2001). Por otro lado, en un experimento en cultivo de algodón, no se evidenciaron diferencias en cuanto a la aplicación foliar de diversas fuentes potásicas tales como KNO_3 , KCl y K_2SO_4 (Mullins y Burmester, 1995).

Consideraciones finales

El potasio en condiciones suficientes resulta esencial para el adecuado crecimiento del cultivo tanto en condiciones normales como en ambientes salinos. La efectividad de la aplicación del potasio dependerá del tipo de cultivo, condiciones de crecimiento, tipo de fuente potásica empleada, absorción y utilización de dicho nutriente por el cultivo. El Sulfato de Potasio puede resultar en una fuente interesante cuando se requieren fertilizantes libres de cloruros para cultivos altamente sensibles a dichos compuestos y/o cuando existen requerimientos específicos de azufre, en suelos salinos de regiones áridas y semi-áridas.

Agradecimientos

Ing. Agr. Martín Torres Duggan

Relación amonio nitrato en la rizosfera en cultivos intensivos

Patricia Imas, Chief Agronomist, ICL Fertilizers

El cultivo de hortalizas y flores en invernaderos sobre sustratos inertes requiere un especial y preciso control del fertirriego. Esto se debe a que por un lado, se trata de cultivos delicados, con corto e intenso período de crecimiento, muy sensibles al manejo nutricional y con un sistema radicular poco desarrollado. Por otro lado, la capacidad de intercambio o capacidad de reserva de nutrientes (CIC) de estos medios de cultivo es muy baja y no contribuyen nutrientes, siendo la única fuente de estos, los que se proveen a través del sistema de fertirriego. Esta situación se potencia aún más cuando se cultiva en contenedores o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen muy limitado (Bunt, 1988). La baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de nutrientes existente en estos sistemas, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego. Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

pH y disponibilidad de nutrientes

La disponibilidad óptima de todos los nutrientes es máxima en el rango de pH entre 6.0 y 6.5. EL pH de la rizosfera determina la disponibilidad del fósforo ya que afecta los procesos de precipitación/solubilización y de adsorción/desorción de los fosfatos. El pH también influye sobre la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Zn, Mn) y la toxicidad de alguno de ellos (Al, Mn).

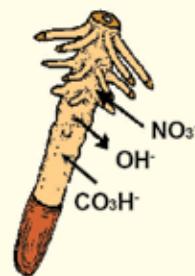
Cuando se aporta una solución nutritiva de pH balanceado, el principal factor que afectara el pH de la rizosfera es la relación NH_4/NO_3 en el agua de riego, especialmente en hidroponía, sustratos inertes y en medios con bajo poder buffer, como suelos muy arenosos (Feigin et al, 1980).

Las plantas pueden aprovechar el nitrógeno en forma de NO_3^- o NH_4^+ , por lo que es posible utilizar nitrato y amonio en las soluciones nutritivas. La forma de nitrógeno (NH_4^+ y NO_3^-) absorbida por la planta determina el balance cationes-aniones en la planta (Barber 1984).

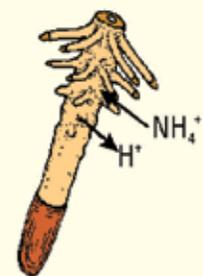
Esto es porque el balance ionico debe ser neutro dentro de la planta:

La nutrición amoniacal produce un patrón de absorción catiónica basado principalmente en el ion NH_4^+ , disminuyendo así la absorción de otros cationes como Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ (Marschner 1995).

Alcalinización de la rizósfera provocada por la absorción de nitrato



Acidificación de la rizósfera provocada por la absorción de amonio



NO₃⁻	nutrición anionica	A > C	OH ⁻ sale	pH ↑
NH₄⁺	nutrición cationica	C > A	H ⁺ sale	pH ↓

Asimismo induce la excreción radicular de protones (H⁺) al medio para mantener la electroneutralidad en la planta (Imas et al, 1997). La disminución del pH en la rizosfera puede causar toxicidad de Al y Mn, y tiene en general un efecto adverso sobre el crecimiento radicular y sobre el desarrollo radicular (Ganmore-Neumann y Kafkafi, 1980, 1983). La acidificación de la rizosfera causada por nutrición amoniacal conduce a una inhibición general del crecimiento, causado por toxicidad del NH₃ libre, induce una deficiencia de Ca y Mg, toxicidad de Al y Mn y desajuste osmótico.

La relación NH₄/NO₃ influye en la aparición del Blossom End Rot o pudrición de la base en tomate y pimiento (Bar-Tal et al, 2001). Se sabe que este desorden fisiológico es causado por bajos niveles de Ca. A veces esta deficiencia de Ca es inducida y no absoluta, o sea que el nivel de Ca en la solución nutritiva puede ser correcto y sin embargo la planta no puede absorber este calcio produciéndose así una deficiencia inducida de este elemento (La absorción de amonio reduce la absorción de cationes principalmente el calcio). Esto se corrige no a través de un aumento de la dosis de Ca sino a través de una reducción en la proporción de amonio en la solución nutritiva (la absorción de nitratos estimula la absorción de cationes).

Cuando el nitrógeno es proporcionado en forma de nitratos, el anión NO₃⁻ es absorbido, y la planta absorbe más aniones que cationes. Para mantener el balance aniones-cationes, las raíces excretan OH⁻ (y también HCO⁻ y ácidos orgánicos) al medio, aumentando así el pH de la rizosfera (Marschner, 1995).

Las plantas bajo nutrición con NO₃⁻ presentan un mayor crecimiento y mayores rendimientos (Ganmore-Neumann y Kafkafi, 1980, 1983; Imas et al, 1997). Sin embargo, una nutrición con 100% del como nitratos puede aumentar el pH de la rizosfera a valores de más de 8 (Marschner, 1995). A esos valores de pH, el fósforo y microelementos precipitan, disminuyendo la disponibilidad de esos nutrientes.

Es importante indicar que estos cambios de pH se producen solamente en la rizosfera. El pH de la rizosfera puede diferir del pH del suelo no rizosférico por más de dos unidades, dependiendo de los factores planta y suelo. Por lo tanto, los valores promedio del pH pueden ser engañosos y pueden resultar en conclusiones erróneas acerca de las relaciones de los nutrientes en la rizosfera.

Conclusiones prácticas

En la práctica se recomienda el monitoreo del pH de la solución del suelo. En plantas cultivadas en recipientes (macetas) o en colchones de lana de roca (rockwool) es posible a través de la recolección del agua de lixiviado. El valor óptimo del pH de la solución de riego es entre 6 y 6.5 y el pH de la solución lixiviada debe ser menor a 8.5. El ajuste se realiza a través de la relación NH₄/NO₃ de la solución de riego: si el pH del agua de lixiviado se vuelve demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de NH₄ con respecto al NO₃ en la solución nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado.

En muchos cultivos se ha observado que la combinación de NO₃⁻ con bajas cantidades de NH₄⁺ produce un mayor crecimiento; sin embargo, la proporción óptima difiere entre las distintas especies y puede cambiar con la edad de la planta. La recomendación general es aplicar el N en una relación de 80-90% de nitratos y 10-20% de amonio para mantener el pH de la rizosfera en valores óptimos.

Metabolismo del N en la planta

- El amonio y el nitrato son convertidos en aminoácidos en la planta.
 - El NH_4 es metabolizado en la raíz donde se debe encontrar con el azúcar que proviene de las hojas.
 - El NO_3 es transportado en su forma iónica a la hoja, donde es reducido a amonio.
- Los azúcares son requeridos simultáneamente en grandes cantidades para 2 reacciones: 1 respiración y 2 metabolismo del amonio.
- Cuando la temperatura aumenta, la respiración también aumenta » menos azúcares disponibles en la raíz para el metabolismo del amonio. La baja luminosidad con menor fotosíntesis resulta con menos C disponible.
- En el citoplasma, el pH es mayor que 7, lo que instantáneamente transforma en forma parcial al NH_4^+ en amoníaco (NH_3), el cual es muy tóxico para el sistema respiratorio de la célula.
- En el verano, se debe evitar el uso de amonio. Esto es crítico especialmente en sistemas hidropónicos en invernaderos cuando los recipientes con las raíces están expuestas al sol y a altas temperaturas internas.

Ejemplo: Frutilla

El experimento clásico de Ganmore-Neumann y Kafkafi (1983) explica la importancia de la relación NH_4/NO_3 en el metabolismo de la planta y sus implicancias prácticas.

El amonio y el nitrato, una vez absorbidos por las raíces de las plantas, son convertidos en aminoácidos en la planta. En la planta de frutilla, el NH_4 es metabolizado en la raíz donde se debe encontrar con el azúcar que proviene de las hojas. Por su parte, el NO_3 es transportado en su forma iónica a la hoja, donde es reducido a amonio.

Los azúcares son requeridos simultáneamente en grandes cantidades para 2 reacciones: respiración y el metabolismo del amonio.

Cuando la temperatura aumenta, la respiración también aumenta por lo tanto hay menos azúcares disponibles en la raíz para el metabolismo del amonio y por lo tanto el amonio se acumula en lugar

de ser metabolizado. En el citoplasma el pH es mayor que 7, lo que instantáneamente transforma en forma parcial al NH_4^+ acumulado en amoníaco (NH_3), el cual es muy tóxico para el sistema respiratorio de la célula.

En el experimento, las plantas fueron muy afectadas cuando en la solución nutritiva había NH_4 , pero sólo con alta temperatura de las raíces. La misma solución, pero a una temperatura radical de 10°C , no afectó a las plantas. La misma temperatura, pero con una solución nutritiva de nitratos no dañó el cultivo. Esto es porque el nitrato es metabolizado en las hojas, donde hay azúcares en abundancia y hay una buena provisión de azúcares para combinarse con el nitrógeno.

Por lo tanto en el verano, se debe evitar el uso de amonio. En invierno, cuando las raíces están frías, el amonio no causa problemas severos. Esto es crítico especialmente en sistemas hidropónicos en invernaderos cuando los recipientes con las raíces están expuestas al sol y a altas temperaturas internas.

NO_3^- vs. NH_4^+

pH Inicial: 6.2

Rizosfera de trigo,
2 semanas
después de la
aplicación de 200
kg N/ha

(Raíces en agar
con indicador
bromocresol
purpura)



$Ca(NO_3)_2$:
pH 7.5

$(NH_4)_2SO_4$:
pH 4.5

Römheld, 1986

Molibdeno y Cobalto: Dos micronutrientes esenciales en la producción de soja

Ing. Agr. PhD Ricardo Melgar

Est. Exp. Pergamino – INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

La producción de soja implica acumular proteínas. El rendimiento es función directa de la cantidad de nitrógeno y proteínas acumuladas en el período de mayor actividad fisiológica. Como esta acumulación de proteínas depende la fijación biológica del nitrógeno, la fijación biológica de Nitrógeno es un proceso de singular importancia para el crecimiento y el rendimiento de soja. Los cinco puntos que el productor puede controlar para asegurar el éxito de este proceso son:

- 1) Inoculación eficiente.
- 2) Aumentar el contenido de Mo y Co en las semillas.
- 3) Provisión adecuada de fósforo y azufre con una fertilización balanceada.
- 4) Sin problemas de acidez, con la corrección por un encalado adecuado.
- 5) Óptima sanidad del cultivo de soja.

Molibdeno

Para que el proceso de fijación ocurra en forma exitosa es necesaria la presencia de una adecuada disponibilidad en el suelo de Molibdeno. La función del Mo es doble, se necesita en la planta y para la fijación biológica del N, en particular está relacionada a la formación de enzimas que participan en las reacciones de formación de la nitrogenasa y nitrato reductasa, responsables de la ruptura del triple enlace $N \equiv N$, y de la asimilación de este elemento en la planta durante la fijación biológica del N, respectivamente.

En la fijación simbiótica del N_2 atmosférico el molibdeno es parte constituyente de la enzima nitrogenasa, que se encuentra en las bacterias pero no

en las plantas superiores. Los nódulos de las leguminosas pueden concentrar 10 veces más molibdeno que las hojas.

Los suelos presentan tenores muy bajos de molibdeno, es el nutriente de menor concentración en el suelo. El molibdeno se absorbe por las plantas como molibdato, el sulfato hace disminuir su absorción, y el aumento del pH la aumenta. El molibdeno presenta moderada movilidad dentro de la planta, y su concentración, en base a peso seco, es inferior a 1,0 ppm. Al contrario de otros micronutrientes, el molibdeno puede absorberse en cantidad mucho mayor que lo normal, pudiendo llegar hasta 100 veces más, provocando toxicidad.

El molibdeno es esencial para las plantas, ya que forma parte de la enzima nitrato reductasa, que reduce al nitrato absorbido por las plantas a amonio para posteriormente incorporarse a los compuestos orgánicos. Así plantas deficientes en molibdeno presentan relativamente mayor acumulación de nitratos y menor acumulación de compuestos amino soluble. Como la función más importante del molibdeno en el metabolismo de la planta es la reducción del nitrato, existe similitud en los síntomas visuales de su deficiencia, que se muestra como una clorosis inicial en las hojas más maduras. Y al contrario de la deficiencia de nitrógeno, la de molibdeno presenta posteriormente necrosis en los márgenes de las hojas debido a la acumulación de nitratos. El molibdeno puede ver reducida su disponibilidad debido a la acidificación producida en los suelos como consecuencia de la acidificación progresiva. La acidificación es un proceso que ocurre

naturalmente en regiones húmedas y es acelerado por la agricultura. El principal procesos el la exportación de cationes Calcio y Magnesio, dejando libres cargas en los suelos que son reemplazadas por el Aluminio que es toxico para las plantas. La disponibilidad de Molibdeno se reduce 100 veces por cada unidad que desciende el pH en los suelos.

Se puede prevenir o corregir la deficiencia de Mo por medio del tratamiento de las semillas. Tanto en Argentina, en la región pampeana (Gaspar y Tejerina, 1999) como en Brasil en Río Grande do Sul, (Voss y otros, 1996) verificaron la baja concentración del nutriente de modo generalizado en las semillas comercializadas, demostrando la necesidad de disponibilidad el molibdeno a través del enalado o con la aplicación de fertilizantes que contengan al elemento.

Cobalto

El Co también es esencial para la fijación biológica del N y el crecimiento de los rizobios. Al aumentar el suministro de Co aumenta el crecimiento de los rizobios, la fijación de nitrógeno, el contenido de la co-enzima B12 y la formación de leghemoglobina en el rizobio. Una deficiencia de Co inhibe la síntesis de leghemoglobina, y como consecuencia, la eficiencia del proceso simbiótico. Suele ser deficiente en suelos arenosos, ácidos o excesivamente cultivados.

El efecto más conocido del Co en la fijación de N₂ es sobre el crecimiento de los rizobios y del Co contenido en la vitamina B12 y su forma de co-enzima cobalamina. La mayor disponibilidad de Co no solo provoca un aumento del tamaño de los nódulos, sino también el contenido de Co en los nódulos y el número de bacteroides por nódulo, así también como aumenta las concentraciones de cobalamina y leghemoglobina. El contenido de cobalamina determina el de leghemoglobina, probablemente a través de su efecto en la síntesis en el bacteroide.

Cuál es el problema

La realidad del productor de soja, que debe pagar los costos y resolver problemas de toda índole, sea de producción, de logísticas, comerciales, contables. Es disponer de soluciones tecnológicas sencillas, con adecuada relación costo beneficio y sobre todo disponibles en su entorno comercial.

Muchos problemas de producción son de naturaleza desconocida, o de difícil o costosa solución tecnológica, o bien, poco sencillas de implementar con la maquinaria y equipamiento de finca disponible, o simplemente no existir en plaza los remedios.

En ese sentido pueden incluirse muchos problemas aparentemente de diagnostico claro, como la excesiva a acidez, pero difícil solución, por ejemplo no hay financiación para la inversión en calcáreo, o equipamiento para su aplicación a campo.

La acidez excesiva o simplemente elevada causa una baja disponibilidad del molibdeno para la soja y para su fijación de nitrógeno, y por ende afecta su potencial de rendimiento.

Cuál es la solución

El agregado de Molibdeno junto al inoculante como tratamiento de semilla es la forma más frecuente de incorporar este nutriente. Debido también a la mínimas necesidades de molibdeno, aunque no menos esenciales, se necesitaría una dosis de 12 a 25 g/ha de Mo, no hay muchas otras formas practicas de aplicar uniformemente en el campo tan exigua cantidad. Junto con el Molibdeno, el agregado de Cobalto 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. De cobalto se precisan aun menos cantidades que de molibdeno, apenas entre 1 y 5 gramos por hectárea de Cobalto. En rindes de alrededor de 3 t/ha de soja se estima que son exportados por el grano cerca de 2,5 g de Molibdeno por hectárea.

También las aplicaciones foliares han demostrado buena eficacia. La aplicación foliar hasta el estado V5 ha demostrado similar eficacia, siendo los productos comerciales compatibles con herbicidas e insecticidas. Esta forma de aplicación es más exacta y menos riesgosa de caer en excesos de concentración que perjudiquen la fijación biológica de N.

Normalmente existen en plaza varias formulaciones comerciales que contienen molibdeno y cobalto para ser aplicadas junto con la inoculación de las semillas de soja. Debe procurarse productos de reconocida calidad, ya que muchas veces, los componentes de la formulación pueden afectar la vida de los rizobios, disminuyendo su capacidad de infestación. Esto también es válido para los insecticidas o fungicidas que normalmente se aplican a la semilla en el mismo proceso de inoculación. Sólo productos de buena calidad asegurarán ausencia de daños y una óptima inoculación.

Cuáles son los beneficios

Existen infinidad de pruebas realizadas en muchas regiones sojeras que demuestran las ventajas de rendimientos obtenidos con el agregado de molibdeno y cobalto. Muchas de las ventajas de la aplicación de molibdeno tiene que ver con el aumento de disponibilidad mitigando el efecto de la acidez, como lo muestra los resultados espectaculares de este experimento en el Medio oeste de EE.UU. El suelo tenía un pH de 4.1.

Tabla 1. Respuesta de la soja al encalado y al molibdeno (1).

Tratamiento	Año	
	1997/98	1998/99
	Kg/ha	
Mo en la semilla + encalado (2)	2820	2160
Encalado	1980	1440
Mo en la semilla	2760	2040
Testigo	780	600

(1) Voss & Pottker (2001).
 (2) 12 g Mo como molibdato por hectárea

Normalmente muchas de las pruebas incluyen a los dos micronutrientes y por eso no es posible a veces discernir el efecto de uno u otro. No obstante dado que también los productos se formulan conjuntamente el efecto es sobre la mejor fijación biológica, que se comprueba experimentalmente por un mayor número y peso de los nódulos, o analíticamente con una mayor acumulación de Nitrógeno en la parte aérea y consecuentemente por un mayor rendimiento de granos. En Brasil, San Pablo, Sfredo (1996) logró entre 660 y 850 kg/ha de aumento por sobre el testigo sin aplicaciones usando productos comerciales

Tabla 2. Efecto del cobalto y del molibdeno aplicados en las semillas y por pulverización foliar.

Tratamientos	Rendimiento de soja Kg/ha
Testigo	2,280
Co, Fe y Mo en las semillas (2)	3,120
Co, Fe y Mo foliar	3,060
Co y Mo en la semilla (3)	3,060
Co y Mo foliar	2,940

(2) Cofermol: 5% Mo; 1% Co; 0,2% Fe; 4% Zn; 300 ml/ha
 (3) Co e Mo: 5% Mo, 1% Co; 500 ml/ha

En Argentina, los ensayos conducidos por el autor en varios años y localidades de la región pampeana, verificaron los beneficios de la aplicación de molibdeno y cobalto sobre cultivos inoculados y sin inocular de soja. Es importante notar, sin embargo, que los suelos de la región productora de soja son ligeramente ácidos y no poseen problemas de toxicidad de aluminio como los de las regiones productoras de Brasil o Paraguay. Las diferencias de rendimientos que se ven en la tabla 3 se correlacionan con los aumentos logrados en el número de nódulos por planta, en el tamaño promedio de nódulo y en la cantidad de nitrógeno que el cultivo acumula hasta el estado de R6.

Tabla 4. Promedio de resultados de cuatro ensayos en distintas localidades de la región pampeana de Argentina entre 2000 y 2002. (Melgar y otros, 2006).

Tratamiento	Rendimiento	Numero Nódulos en V4	Peso Nódulo promedio	Nitrógeno absorbido en R6
	t/ha	Nod/pl	mg/nod	kg N/ha
Testigo	3.67	22.0	6.4	
Inoculado	4.01	26.2	6.5	
Inoculado con Mo+Co	4.10	32.3	7.5	90
Aumento por Mo+Co	0.09	6.1	1.0	0
Aumento respecto Testigo	0.44	10.3	1.1	15

Más recientemente en la misma región, Ferraris y Couretot (2004) encontraron diferencias bastante mayores en un ensayo conducido en Pergamino, adonde también comparo la aplicación en la semilla como por vía foliar.

Conclusiones

El agregado de micronutrientes como molibdeno y cobalto a la semilla de soja durante la inoculación con el rizobio específico es una práctica de muy bajo costo y alto beneficio potencial. Particularmente en suelos ácidos, menores de 6.0. Si bien es difícil

diagnosticar la disponibilidad de estos micronutrientes, basados en los análisis de suelos, es frecuente encontrar, a través del análisis de las semillas, situaciones de baja concentración en las mismas.

Esta deficiencia potencial que puede afectar el proceso de fijación biológica y por consiguiente, los rendimientos de grano y el resultado económico final, es fácil de corregir al agregar productos comerciales de reconocida calidad en su formulación durante el proceso de inocular las semillas previas a la siembra.

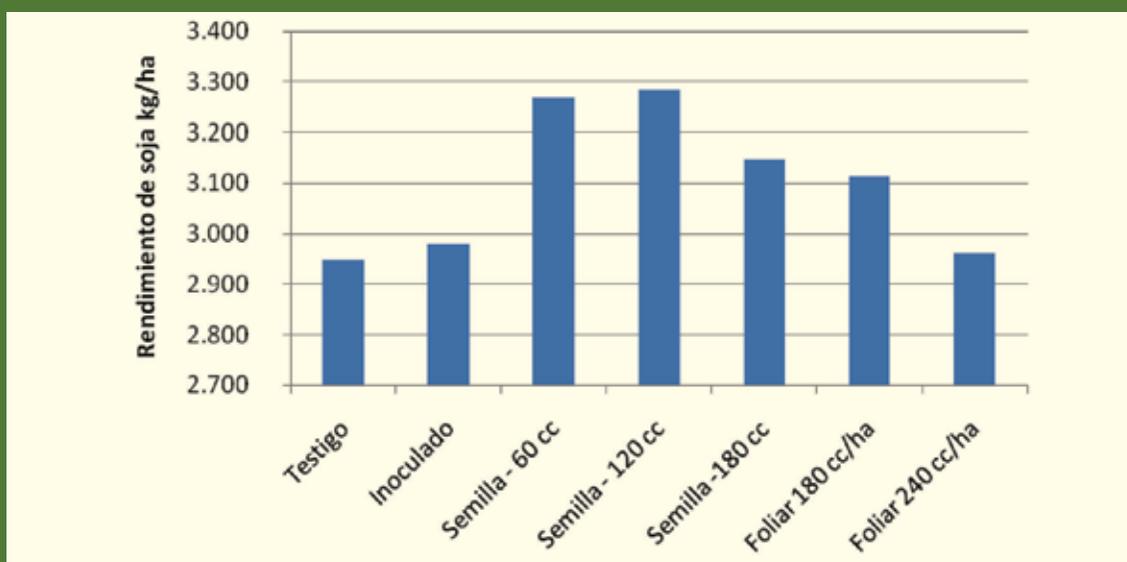


Figura 1. Rendimientos de soja obtenidos por el agregado de formulación de Molibdeno y Cobalto en distintas dosis a las semillas (por cada 100 kg de semilla) o por vía foliar.



Efecto de la fertilización fosfórica sobre la acumulación de materia seca, la composición botánica y eficiencia del uso del agua de un pastizal

Pedro G. SCHAEFFER, César J. CHAPARRO y Gustavo A. RHINNER.
Facultad de Recursos Naturales – Universidad Nacional de Formosa
Av. Gutnisky 3200 (CP 3600) Formosa

Resultados Preliminares:

Introducción

Los suelos originados de materiales sedimentarios de origen palustre en el este de las provincias de Chaco, Formosa y noroeste de Corrientes y la parte norte de la provincia de Santa Fe poseen niveles de fósforo (P) bajos, con valores mínimos que oscilan entre 3 a 5 ppm, hasta un máximo de 10 a 12 ppm de P extractable (P ext.). Estos suelos presentan una textura pesada, son medianamente ácidos (con pH entre 5 y 6) y tienen imitaciones de drenaje. En su mayoría, se destinan a la actividad ganadera, en particular la cría bovina extensiva, pero con una actividad de invernada incipiente en los últimos años.

Es sabido que los bajos niveles de P extractables condicionan la producción del pasto y que la fertilidad nitrogenada y fosfórica aumentan los niveles de nutrientes minerales del forraje. Que bajos niveles de P disponibles para el crecimiento de las plantas en general, y en este caso de los pastos de modo especial, no permite un desarrollo adecuado del sistema radicular. La extensión y volumen de exploración de las raíces en el suelo interesa de sobremanera en la captación del agua pluvial que se dispone. Hay que recordar que la distribución estacional de las lluvias es muy marcada con variaciones cíclicas en una recurrencia de 5 a 10 años.

La práctica de favorecer un sistema radicular profuso y un desarrollo máximo en un pastizal o una pastura implantada mediante una clausura y con niveles apropiados de P disponible, sería una de las prácticas más recomendables para mejorar la eficiencia del uso del agua en la producción de materia seca (MS). Las plantas forrajeras que crecen en las condiciones mencionadas pueden,

entonces, superar o amortiguar el déficit hídrico, captando mayores volúmenes de agua en periodos de crecimiento activo de ésta.

Consideraciones experimentales expuestas por Jhonston, A.E. (2.000) demuestran que no se pueden lograr respuestas significativas si solo se eleva la oferta de P en el suelo. El incremento en los niveles de P debe ir acompañado de un aumento en los niveles de la fertilidad nitrogenada. Mejores y mayores status de N y P disponibles en el suelo para el crecimiento de los pastos pueden, en consecuencia, prolongar el periodo de crecimiento de los mismos. De esta manera, dicho crecimiento puede prolongarse hacia la entrada de la estación invernal y se anticipe el comienzo de la primavera, con lo cual se estaría reduciendo la marcada escasez de forraje de la época invernal.

El incremento de la fertilidad nitrogenada esperada y a ser medido durante el desarrollo de esta experiencia, estaría dándose como una consecuencia de un crecimiento mayor en el tamaño de plantas gramíneas como resultado de la fertilización fosfórica. En los casos de los tratamientos donde se incluyen la interseembra de especies de leguminosa, la acción simbiótica de las bacterias en la rizofera de esta familia de plantas se sumaría al efecto anterior con mayores niveles de fertilidad nitrogenada que se puede registrar durante el desarrollo experimental propuesto.

Por otra parte, se han constatado en trabajos de las cátedras de Edafología y Manejo de Suelo y Producción y Utilización de Pasturas, bajos niveles de P en varios establecimientos de la zona.

Estos niveles de P extractable de entre 5 y 10 ppm según la categorización de Melgar y Figueroa (1990) son considerados bajos y darían respuesta a la fertilización fosfórica.



Atendiendo a la importancia de esta propuesta en el tema a investigar desde el punto de vista económico por su aplicación en la región, basta recordar, que se presentan en el Noreste Argentino (NEA) alrededor de 5.000.000 ha con las deficiencias en los niveles de P señalados como bajos. Esto es, de entre 5 y 10 ppm de P extractable en el suelo.

Hipótesis de trabajo

La producción del alimento natural para un rodeo de cría de buena calidad, es decir; con contenidos de proteínas, P y otros nutrientes como el calcio (Ca), en cantidades superiores para el crecimiento de animales jóvenes, mediante la corrección de los niveles de P e interseembra de especies leguminosas en potreros de campos naturales de Formosa, presupone conseguir las siguientes respuestas biológicas de los sitios tratados:

- Mayor desarrollo en extensión de raíces de los pastos por volumen de suelo y en profundidad (sistema radicular profuso).
- Aumento de la producción de MS de forraje por unidad de superficie.

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo: El ensayo se estableció en la estancia Santa Rosa (de R. Rhinner), ubicado en la colonia Pastoril del Departamento de Formosa sobre la ruta N° 2, en un suelo de relieve subnormal con vegetación dominante de espartillo (*Elionurus muticus*) de textura arcillo-limosa- arcillosa, moderadamente bien drenado a pobremente drenado.

Tipo de experimento: experimento factorial completo de dos (2) factores, donde cada tratamiento es la combinación de cada nivel de un factor con cada nivel de otro factor. Los factores son: Niveles de P aplicados e interseembra de leguminosa (sí o no). Se utilizan 3 niveles de P y 2 niveles de leguminosas (3 x 2 = 6 tratamientos).

La fuente de P será roca fosfórica natural (RFN) y la leguminosa (LEG) es *Aeschynomene americana* ECF 9425.

Los niveles de P serán equivalente a: 30,5; 61; 91,5 y 122 Kg/ha de P₂O₅. Los niveles de LEG serán; con leguminosas y sin leguminosas, sembradas a chorrillo a una distancia de 0,5 m entre surcos.

Diseño experimental: Bloque completo al azar (BCA), con tres repeticiones. Total parcelas (3x2x3 = 18 parcelas). Las parcelas se

cortaran cada 9 semanas. El material cosechado se pesara en fresco, inmediatamente después del corte. Para determinación de % de materia seca (MS) se tomara una alícuota de alrededor de 1 Kg.

Cuando el material cosechado es menor a 1 Kg, se tomará todo el material cosechado. La alícuota se llevará a estufa, con circulación forzada de aire, a 65°C, hasta peso constante. Para el cálculo de MS cosechada por parcela se multiplicará el % de MS por el valor de peso fresco de cada parcela.

Tamaño de las parcelas: El tamaño de las parcelas será de 3 x 5m, con una superficie de corte de 2m² para estimar la acumulación de MS acumulada o cosechada.

El ensayo correspondiente al desarrollo experimental de este proyecto se inicio en el año 2008. Corte y remoción de la biomasa existente del pastizal (Septiembre año 2008). Aplicación de fertilizantes, interseembra de leguminosa (Octubre 2008).

RESULTADOS PRELIMINARES – EVALUACIÓN DE BIOMASA ACUMULADA Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA DEL PASTIZAL.

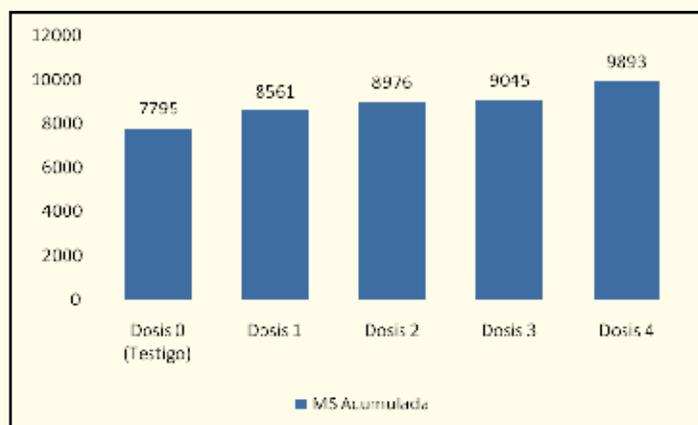
Datos de producción de materia seca (MS) acumulada por hectárea (80 días).

Si bien los datos de Producción de biomasa fueron obtenidos mediante cosechas cada 9 semanas para cada una de las parcelas de dosis 1 (30,5 Kg P₂O₅/ha); 2 (61 Kg P₂O₅/ha); 3 (91,5 Kg P₂O₅/ha) y 4 (122 Kg P₂O₅/ha) se presenta como dato provisorio en este informe de avance la producción obtenida y expresada en MS acumulada por hectárea para 80 días del verano 2009-2010:

Tabla I: Producción acumulada 80 días (kg MS/ha)

Dosis Fertilizada	Kg P ₂ O ₅ /ha	MS Acumulada
Dosis 0 (Testigo)	0	7795 Kg/ha
Dosis 1	30,5	8561 Kg/ha
Dosis 2	61	8976 Kg/ha
Dosis 3	91,5	9045 Kg/ha
Dosis 4	122	9893 Kg/ha

Grafica I. producción Acumulada (kg MS/ha)



Composición botánica del pastizal

Tabla II Composición botánica inicial

Nº de orden de aparición	Especies	Rol	% de aparición y cobertura superficial
1	<i>Elionurus muticus</i>	codominantes	90%
2	<i>Sorghastrum setosum</i>		
3	<i>Schyzachyrium Microstachyum</i>	Inclusiones	10%
4	sp.		
5	<i>Discolobium psoraleaefolium</i>		
6	<i>Chloris polydactyla</i>		
7	<i>Cyperus rotundus</i>		

Tabla III Composición Botánica Promedio del Bloque Experimental (Incluye todos los tratamientos)

Nº de orden de aparición	Especies	Rol	% de aparición y cobertura superficial
1	<i>Elionurus muticus</i>	Especies principales	60 – 70 %
2	<i>Sorghastrum setosum</i>		
2	<i>Paspalum alnum</i> y <i>P. distichum</i>	Especies acompañantes	30 – 40 %
3	<i>Chloris polydactyla</i> y <i>C. cantherae</i>		
4	<i>Paspalum simplex</i> y <i>P. plicathulum</i>		
5	<i>Setaria geniculata</i>		
6	<i>Discolobium psoraleaefolium</i>		
7	<i>Paspalum notatum</i>		
8	<i>Panicum bergii</i>		
9	<i>Bothriochloa laguroides</i>		
10	<i>Cyperus rotundus</i>		
11	<i>Desmathus virgatus</i>		
12	<i>Eragrostis lugens</i> y <i>E. bahiensis</i>		
13	<i>Panicum milioides</i>		
14	<i>Schyzachyrium microstachyum</i>		

CONCLUSIONES

Los resultados de la producción acumulada (kg MS/ha) durante 80 días en el verano 2009-2010 como se puede apreciar en la tabla I y en el Grafico I respectivamente, indican una tendencia de incremento de la acumulación de MS a medida que aumentó la dosis de P (aparentemente siguiendo una respuesta lineal). El incremento de la MS entre la dosis mínima (0 kg de P) y la dosis máxima P4 (122 Kg P₂O₅/Ha) fue de más 2.200 kg MS/ha, lo que representa un 28%, en 80 días de evaluación.

En la composición botánica del pastizal promedio del bloque experimental aparecieron nuevas especies, notándose un incremento de ejemplares de dos especies de forrajeras leguminosas nativas a saber: Yerba del ciervo (*Discolobium psoraleaefolium*) y *Desmanthus virgatus*.

Así mismo, al comparar las tablas II y III se puede constatar del promedio en el total del bloque experimental, la aparición de especies de plantas que no estaban presentes en el inicio del ensayo; ellas son: 11 especies de la familia de las Gramíneas y una perteneciente a la familia de las Leguminosas (*Desmanthus virgatus*). Estas nuevas especies, junto a las restantes, que inicialmente aparecían solo como inclusiones (<10% de ocupación y cobertura superficial) junto a las dos especies codominantes, pasaron a ocupar entre un 30 a 40% de cobertura de la superficie del suelo.

Por tratarse de solo resultados preliminares (primer año de evaluación de la producción), más los incrementos en calidad y cantidad de especies en la composición del pastizal, estos resultan satisfactorios y en buena medida responden a las propuestas planteadas en la hipótesis de trabajo de este desarrollo experimental.

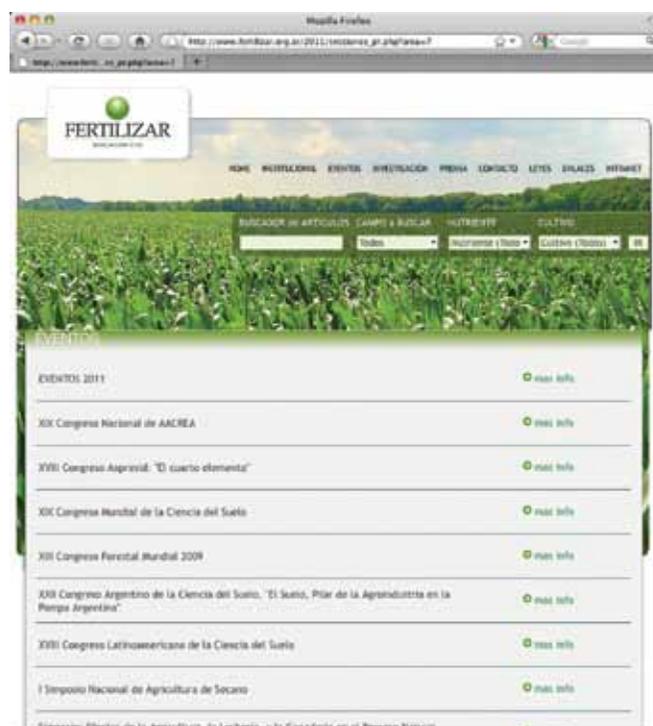
Novedades & Eventos

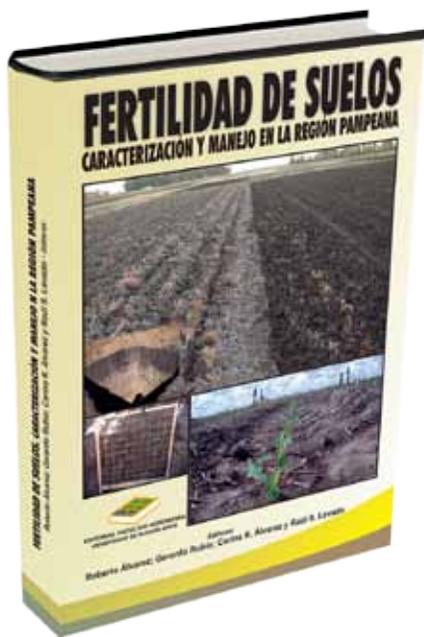
Fertilizar se renueva en la web

Fertilizar Asociación Civil lanza la nueva versión de su página web con más secciones e información de utilidad sobre nutrición de cultivos y reposición de nutrientes

Fertilizar Asociación Civil, entidad cuyo objetivo es promover el uso responsable de la fertilización de cultivos y praderas, renueva su página web, www.fertilizar.org.ar, con información actualizada en sus habituales secciones: Quiénes Somos, Novedades institucionales, Investigaciones propias y de referentes del sector, Simposio de Fertilidad y Estadísticas del sector: evolución del mercado de fertilizantes argentino y consumo de fertilizantes, Leyes, Enlaces, la planilla de cálculo para conocer los requerimientos de nutrientes para cada cultivo y las conversiones de cada fertilizante. Por otra parte, quienes la visiten tendrán acceso a la revista técnica de la entidad y podrán suscribirse a sus cuatro ediciones anuales, además de poder adquirir las publicaciones de interés que posee la asociación como el Acta del Simposio de Fertilidad 2009, el Manual de Fertilidad de Néstor Darwich y el libro sobre Fertilidad de Suelos de la FAUBA recientemente lanzado, o enviar una consulta técnica para ser respondida por referentes en fertilización de cultivos.

“Invitamos a todos los integrantes del sector a consultar nuestra página para obtener información actualizada sobre reposición de nutrientes y nutrición de cultivos, así como también a intercambiar opiniones y experiencias a través de este medio para que ésta sea una herramienta útil para la toma de decisiones”, comentó la Ing. Agr. Ma. Fernanda González Sanjuan, Gerente Ejecutiva de Fertilizar Asociación Civil.





Lanzamiento Libro Fertilidad de Suelos

Fertilizar Asociación Civil, junto a la UBA, lanza el libro “Fertilidad de Suelos, caracterización y manejo en la región pampeana”, editado por la Editorial de la Facultad de Agronomía y en la que sus autores, en su mayoría docentes de la Facultad de Agronomía de la UBA, brindan datos e información actualizados sobre diversos aspectos que hacen a la reposición de nutrientes, el uso responsable de fertilizantes, el cuidado del suelo y la sustentabilidad en la producción agropecuaria, y dirigido a los estudiantes en su etapa de formación.

Con un prólogo de Fernando García, Director Regional del IPNI Cono Sur y epílogo de Fertilizar, la publicación posee cuatro grandes secciones que tratan, en profundidad, los siguientes temas: fertilización de los suelos y limitantes de la región; fertilidad física; materia orgánica, nitrógeno y fósforo orgánico; y fósforo, azufre y otros nutrientes.

Para solicitar un ejemplar del Libro, cuyo costo es de \$ 110, ingresar a www.fertilizar.org.ar o escribir a msancia@fertilizar.org.ar

ENTRE TODOS LO HICIMOS POSIBLE

Empresarios
Veterinarios
Asistentes
Locutores
Proveedores

Productores
Profesionales
Periodistas
Camarógrafos
Peones
Fabricantes



15 años

Operarios
Políticos
Editores
Estudiantes
Televidentes
Diseñadores
Dirigentes
Agricultores
Ganaderos
Tamberos

SEMBRANDO^{TV}

FEDERAL 1995 - 2010

GRACIAS!!!



Un producto de:



www.sembrando.com.ar

www.amanecerrural.com está pensado como un portal de consulta diaria, que ofrece al usuario, de forma fácil e integrada, el acceso a una gran cantidad, calidad y variedad de información agropecuaria.



- El Campo Hoy
- Revista Agropecuaria
- Sección Remates
- División Capacitando
- División Publicaciones
- Sección Eventos
- División Servicios
- Guía de proveedores y Clasificados
- Meteorología
- Mercados

Oficinas Amanecer Rural: Salta 108 - Resistencia, Chaco. Tel/Fax: 03722 444 507 - avisos@amanecerrural.com

TodoAgro

El camino más directo para llegar al campo

TodoAgro Eventos

*Jornadas intensivas de capacitación.
Lechería . Cultivos Especiales. Alfalfa.
Tour Lechero. Riego. Trigo. soja.
Sorgo. Ganadería.*

TodoAgro Edición Impresa

*10.000 ejemplares impresos por tirada.
Distribución en más de 200 poblaciones de la zona núcleo pampeana.*



TodoAgro.com.ar

*El portal líder en internet.
Más de 120.000 contactos.
Boletines diarios.*



TodoAgro TV

Programas especiales en horario central de Canal Rural Satelital, y en cables zonales de Córdoba y Santa Fe.



Súmese a este camino

todoagro@todoagro.com.ar
info@todoagro.com.ar
54 0353 4536239 / 4613 68 / 154 196 618
Belgrano 427 - 5900 Villa María
Córdoba - República Argentina



SIMPOSIO FERTILIDAD 2011

LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS INTEGRADA
AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

ROSARIO, 18 Y 19 DE MAYO DE 2011

CENTRO DE CONVENCIONES
METROPOLITANO - ROSARIO



IPNI
CONO SUR

Av. Santa Fe 910 (B1641ABO)
Acassuso - Pcia. de Bs. As.
Tel./Fax: (011) 4798-9939 / 9988
E-mail: lpisauri@ipni.net



FERTILIZAR
ASOCIACIÓN CIVIL

Rivadavia 1367 - 7°B - (C1033AAD)
Capital Federal - Tel./Fax: 011 4382-2413
Fax: (011) 4383-1562
E-mail: simposio@fertilizar.org.ar

