



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 17 - Octubre 2010



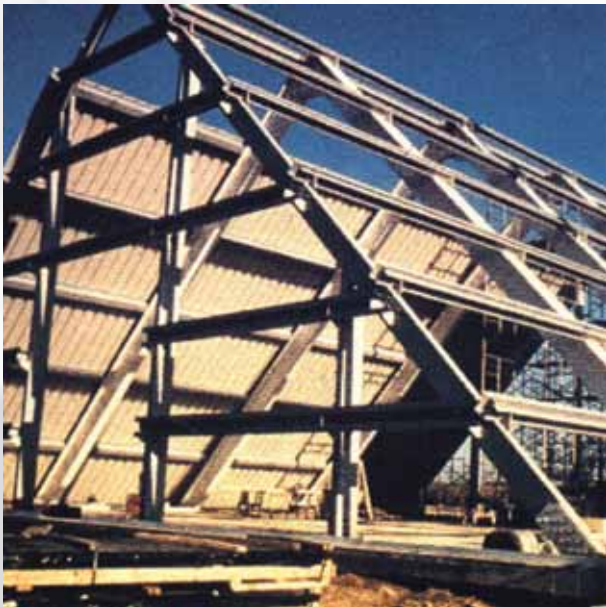
**Mejorando los aspectos nutricionales
de los recursos forrajeros de verano**

**Mejorando la eficiencia de uso del P
con tecnología de polímeros**

**Balances de nutrientes
en Argentina**

Distribuciones controladas

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

Protesorero
Marco Prenna

Vocales
Guillermo Pinto
Florencia Schneeberger
Pedro Falthauser
Juan Tamini

Comisión Revisora de Cuentas
Francisco Llamblas
Federico Daniele

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

Gerente Ejecutiva
M. Fernanda González Sanjuan

ACA
ASP
BUNGE
EMERGER
FÉLIX MENÉNDEZ
K+S
MOSAIC
NIDERA
NITRAGIN
PROFERTIL
QUEBRACHITO
RASA FERTIL
YPF S.A.
POTASIO RÍO COLORADO
TIMAC AGRO ARGENTINA
STOLLER
YARA

Asesor de Contenidos
Ricardo Melgar

Coordinación General
Paula Vázquez

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

En este nuevo número de nuestra revista les acercamos información sobre la fertilización de los recursos forrajeros de verano; el uso de potasio con tecnología de polímero; la situación actual del balance de nutrientes en Argentina; las conclusiones del Congreso Mundial de Suelos y una nota acerca de la distribución controlada.

En las páginas de esta edición mencionamos cómo fue evolucionando el consumo de fertilizantes en el país, que se incrementó fuertemente en los últimos 15 años. En términos de nutrientes, el consumo era de 150 mil toneladas de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S) en 1993, y alcanzó 1.345.000 toneladas en 2007 para los mismos cuatro nutrientes. En 2008 y 2009, se registró una reducción de consumo como resultado de las condiciones de sequía y económicas. Los cultivos de grano (trigo, maíz, soja y girasol) explican, aproximadamente, el 75% del consumo total de estos nutrientes..

Estimaciones recientes indican que, en promedio, el 95% del trigo, el 90% del maíz, el 50% de la soja y el 60% del girasol sembrado en nuestro país, reciben algún tipo de fertilización.

En la campaña 2009-2010 se consumieron 2.60 millones de toneladas de fertilizantes lo que representan aproximadamente 900.000 toneladas de nutrientes (N, P, K y S), que sólo alcanzaron para reponer el 22 % de los nutrientes extraídos y exportados a través de los granos. Del total de fósforo extraído se repuso sólo el 40 %, del nitrógeno el 30%, del azufre el 29% y del potasio, sólo el 1%.

En este contexto, es de suma importancia destacar que el crecimiento de la producción de granos y el consumo de fertilizantes es de una correlación altísima. Por eso, debemos analizar el estado de los suelos luego de las importantes cosechas de 2009-2010, caracterizada por altos rendimientos y un bajo aporte de fertilizantes. 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 es en ese marco que desarrollamos permanentemente diversas acciones de difusión y extensión para poder comprender esta ecuación y actuar en consecuencia.

Con este objetivo, en los primeros días del mes de octubre, hemos realizado una reunión con periodistas sobre la campaña de soja, para dar a conocer las perspectivas respecto a la fertilización de ese cultivo, de la que participó el Ing. Fernando Martínez del INTA Casilda, quien, además de mencionar que debe dejarse de practicar la “explotación agropecuaria” que se come la fertilidad por destrucción de la materia orgánica del suelo para comenzar a “utilizar” el suelo, reconstruyendo su fertilidad donde se la perdió y manteniéndola donde aún queda, dio un mensaje muy claro: “sin suelo fértil, no hay futuro”.

Aprovechamos también este espacio para comunicarles que se lanzó 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 los 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. Fertilizar Asociación Civil celebra esta iniciativa gestada por los máximos referentes del tema e invita a los lectores a disfrutar de su contenido.

Esperamos, una vez más, que la información volcada en estas páginas y las que les hacemos llegar continuamente por medio de nuestras diversas acciones, les sean de gran utilidad para producir cada vez más y mejor.

Ma. Fernanda González Sanjuan

Ing. Agr.

Gerente Ejecutivo

Índice

REVISTA FERTILIZAR - N°17 - Octubre 2010

Mejorando los aspectos
nutricionales de los recursos
forrajeros de verano

05



Mejorando la eficiencia
de uso del P con
tecnología de polímeros

11



Balances de nutrientes
en Argentina

19



19° Congreso Mundial de Suelos.
Brisbane, Australia.
Novedades y perspectivas de fertilidad
de suelos y fertilización de cultivos.

26



Distribuciones controladas

29



Mejorando los aspectos nutricionales de los recursos forrajeros de verano

Lic. Ma. del Pilar Muschietti Piana
Facultad de Agronomía – UBA muschiet@agro.uba.ar

El área a sembrar de cultivos forrajeros de verano viene creciendo anualmente. Este fenómeno se explica fundamentalmente por la necesidad de los productores de estabilizar la producción de forraje todo el año, y en menor medida, por el fortalecimiento del concepto de las rotaciones impulsado por la tecnología de siembra directa.

En nuestro país, la superficie implantada por las principales especies forrajeras de verano la encabeza el maíz con 827 mil hectáreas, y representa el 13 % del total; el sorgo forrajero ocupa 523 mil hectáreas, contribuyendo con el 4 % de la superficie total.

La producción del cultivo de sorgo a nivel mundial ocupa el quinto lugar entre los cereales (luego del arroz, el maíz, el trigo y la cebada), con una producción de 60 millones de toneladas. En Argentina, la producción de sorgo puede resultar ventajosa, siendo que el cultivo ha mostrado una gran adaptación a sus diferentes áreas productivas. Debido al gran aporte de residuos de cosecha, incluir sorgo granífero en las rotaciones agrícolas puede mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Además, puede contribuir a controlar la erosión hídrica y a la fijación de carbono. El sorgo granífero compite en la rotación con otros cultivos estivales y puede ser implantado en zonas donde el maíz no es rentable al coincidir las condiciones de sequía con el período crítico del cultivo, como ocurre con frecuencia en el Norte de la Región Pampeana. Así, el grano de sorgo con fines de alimentación animal puede complementar o desplazar al grano de maíz. Por

otro lado, la rentabilidad del sorgo en rotación se ve limitada por la baja producción obtenida debido a ciertas limitaciones de índole nutricional.

El maíz, el principal grano forrajero

En los últimos veinte años, la producción mundial de maíz se duplicó y alcanzó las 808,6 MT en 2010, debido principalmente al cambio tecnológico y a las mejoras nutricionales incorporadas por los crecientes avances en investigación sobre este cultivo. En el mismo lapso, el rinde de maíz se vio incrementado en 2 tn/ha.

A nivel mundial, se proyecta para el año 2015 un crecimiento del 1,3; 4,1 y 2,3 % para la carne bovina, aviar y porcina, respectivamente. Suponiendo un uso exclusivo del maíz en el incremento y en las conversiones de 4; 2,5 y 3,5 de grano por kg de carne vacuna, aviar y porcina, respectivamente, se alcanzaría un requerimiento de maíz de 98,5 MT. Considerando sólo el consumo de los granos como recursos forrajeros, la participación del maíz en los últimos veinte años pasó de 59,6 a 74,4 %, desplazando a sus competidores, básicamente por su mayor rinde. Sin embargo, en Argentina, en una experiencia realizada por el Grupo Regional Aapresid Guaminí-Carhué (zona óptima para el cultivo de maíz y sorgos graníferos y forrajeros, entre otros) se comparó el comportamiento de los cultivos de maíz y sorgo en iguales condiciones edafo-climáticas. El sorgo resultó en un mayor rendimiento que el maíz, y esa diferencia fue de 2.938 kg/ha.

En cuanto al almacenamiento de recursos forrajeros, el maíz es el cultivo más utilizado para la confección de silajes debido a su buen rendimiento y calidad. Sin embargo, existen determinadas áreas lecheras de la Argentina que no poseen características edafo-climáticas muy favorables para el desarrollo de este cultivo. En contraste, el sorgo se adapta a una amplia gama de suelos y tiene la capacidad para crecer bajo condiciones de déficit de agua logrando rendimientos elevados y más estables entre años, con aceptables valores de energía.

A partir de la década del '80, el cultivo de sorgo fue utilizado principalmente para la producción de grano, pero su bajo precio provocó una fuerte disminución del área sembrada en la cuenca lechera central de nuestro país. Actualmente, el interés por esta especie se vio incrementada por parte de los productores, debido mayormente a la adopción del ensilaje de la planta entera y de granos con alta humedad.

Maíz de segunda

En la Región Pampeana Norte de nuestro país, el maíz sembrado con fecha tardía -comúnmente denominado maíz de segunda- abarca entre un 15 a 40 % (dependiendo de la zona productora), en relación a la superficie total sembrada con maíz. Esto se debe fundamentalmente a la mayor proporción de sistemas de producción de carne y/o leche en dichas áreas; y en menor medida, a la mayor seguridad de cosecha en relación al maíz sembrado entre fines de agosto y septiembre; y a la necesidad creciente de incorporar más carbono a los suelos mediante un planteo de doble cultivo trigo-maíz de segunda, en sistemas netamente agrícolas.

A pesar de la creciente incorporación del maíz de segunda en los últimos años, es importante destacar que sus rendimientos potenciales son generalmente menores a los del maíz de primera, debido principalmente a que los recursos ambientales suelen ser más favorables en las siembras tempranas, respecto de las tardías. Es decir, que el maíz de segunda

dispone de una menor cantidad de radiación incidente y fotoperíodo, resultando en menores rendimientos potenciales que el maíz de primera.

Requerimientos nutricionales de las especies forrajeras de verano

La recirculación de nutrientes es un componente muy importante al momento de recomendar la dosis de fertilización y varía en función del recurso forrajero. Los requerimientos de N del cultivo de sorgo son muy bajos en los primeros 20 días posteriores a la emergencia, pero a partir de los 25/35 días, las necesidades de nitrógeno aumentan mucho. Deficiencias a partir de ese período afectan no sólo al rendimiento sino también a la calidad del grano, por una disminución en el contenido de proteínas. El balance de nutrientes del sistema se ve afectado por la forma de utilización del forraje. Las reservas de fósforo (P) del suelo dependen del balance entre la extracción en planta, los productos animales y la reposición por la aplicación de fertilizantes, abonos o enmiendas. El ensilado y la henificación exportan una gran cantidad de nutrientes del suelo que deben reponerse al sistema en el corto plazo.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del sorgo forrajero

N	P	K	Mg
Kg/ton MS			
8	3,1	11,7	1,2

Recientemente, en un ensayo conducido en la EEA INTA Rafaela (Fontanetto y col, 2010) con la finalidad de evaluar el efecto combinado de fertilización con nitrógeno (N) y azufre (S) en la producción de sorgo granífero encontraron una alta respuesta a la fertilización, especialmente nitrogenada. La mayor producción se correspondió con la dosis de 120 kg de N/ha y 10 ó 20 kg de S/ha. La respuesta al S sin el

agregado de N fue prácticamente nula, demostrando que una deficiencia de N limita la expresión de la respuesta a la fertilización azufrada. Además, la respuesta al N se vio favorecida por la aplicación de S. La eficiencia de uso de los nutrientes (expresado en kg de incremento de grano por kg de nutriente) resultó media a alta para el caso del N (Figura 1a), mientras que para S la eficiencia fue alta (Figura 1b).

segunda, indicaron que los rendimientos potenciales del maíz de segunda son inferiores a los del maíz de primera. En dicha experiencia se observó que el mejor antecesor para el maíz de segunda fue la pastura degradada de alfalfa, debido a los mayores niveles de agua útil y de nitratos encontrados en el suelo al momento de la siembra, respecto de los otros cultivos (Figura 3). En la curva de respues-

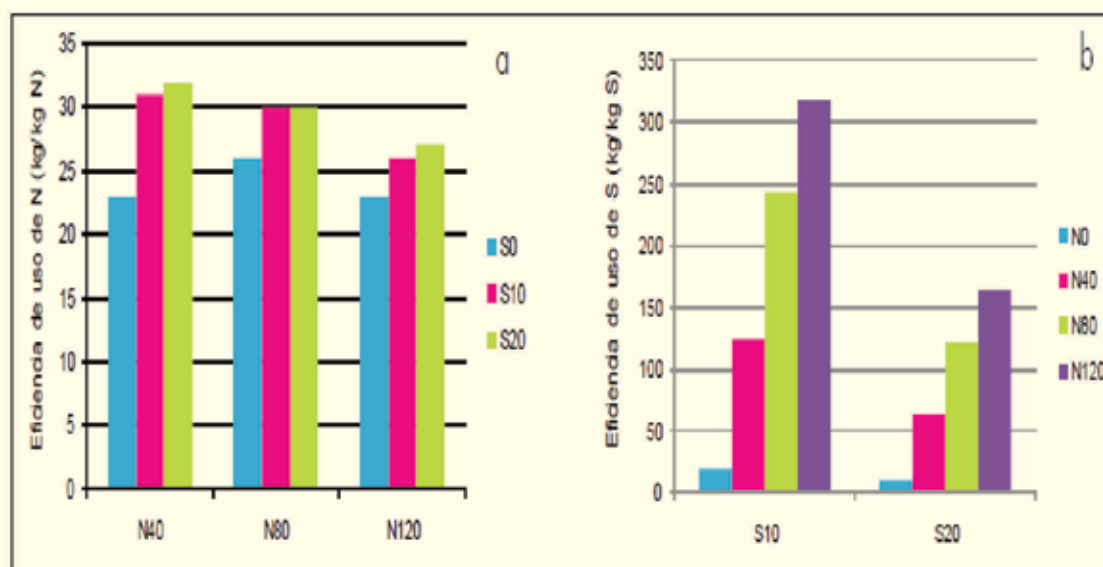


Figura 1. Eficiencia de uso de N (a) y de S (b) para distintas dosis de N y S en sorgo granífero. Ensayo de EEA INTA Rafaela (campaña 2008-2009).

De la curva de respuesta del sorgo granífero a la aplicación de N, en niveles de suficiencia de S (Figura 2), se desprende que para una producción de aproximadamente 8.000 kg/ha de grano de sorgo, la oferta de N (suelo + fertilizante) debería ser cercana a los 130 kg de N/ha.

Para el manejo eficiente de la fertilización del maíz de segunda se deben contemplar tanto aspectos del manejo del cultivo, como el del cultivo antecesor y la densidad de plantas. Los resultados de una experiencia realizada en la zona central de Santa Fe con distintos híbridos de maíz de

ta del cultivo de maíz de segunda obtenida para el agregado N, bajo niveles de suficiencia de P Bray (> 25 ppm), se observó que para una producción de aproximadamente 10.000 kg/ha de granos, la oferta de N (suelo + fertilizante) debería ser aproximadamente de 96 kg de N/ha.

Fuente y forma de aplicación de N en maíz de segunda

En la localidad de San Carlos, provincia de Santa Fe, se realizó una evaluación de tres fuentes nitrogenadas en maíz de segunda bajo siembra directa durante tres campañas agrícolas. Las fuentes

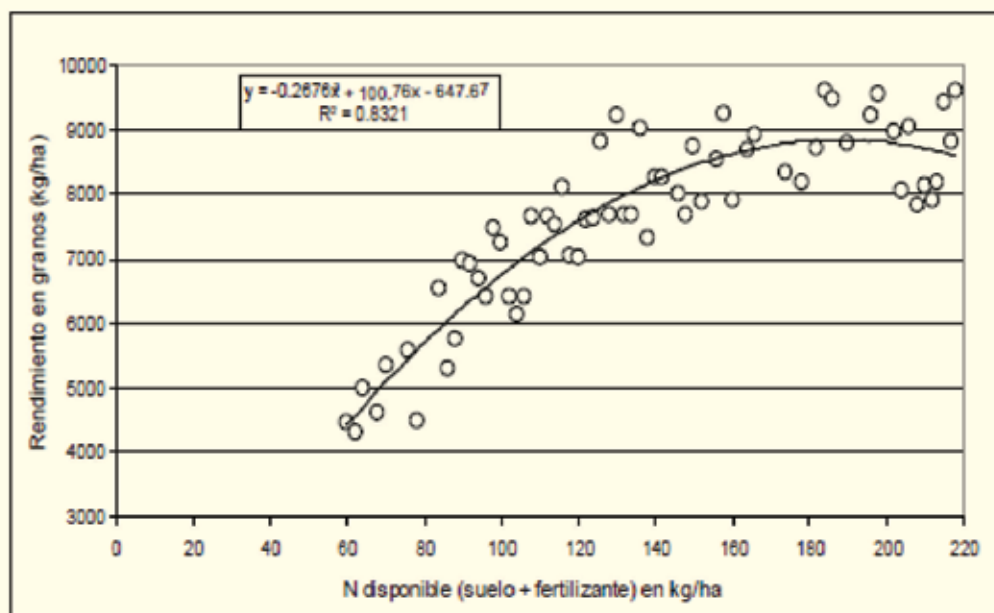


Figura 2. Rendimientos de sorgo granífero para diferentes niveles de N disponible (N-N03- del suelo 0-60 cm a la siembra + N del fertilizante), con suficiencia de S. Ensayo EEA INTA Rafaela, Campaña 2008/09.

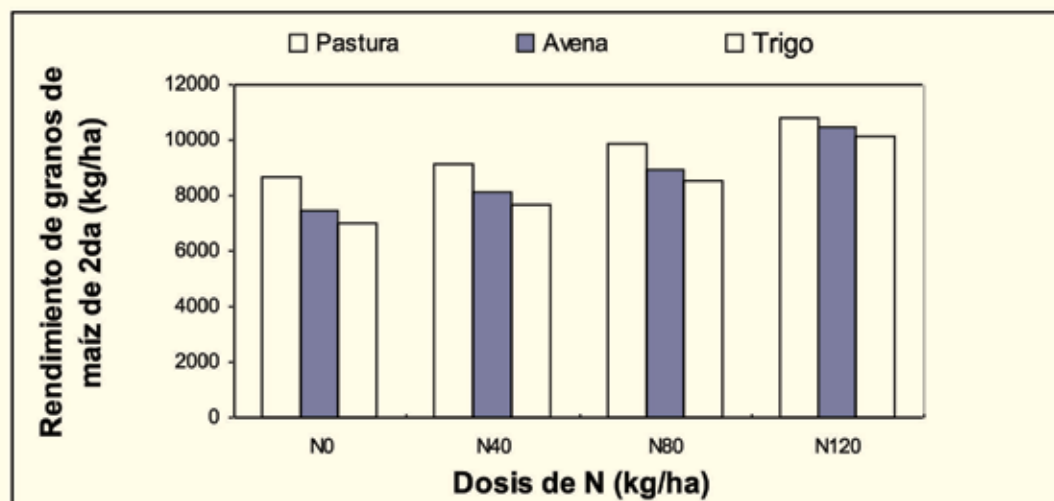


Figura 3. Rendimiento del grano de maíz de segunda con distintas dosis de fertilización nitrogenada para distintos antecesoros (promedio de dos campañas agrícolas). INTA Rafaela.



fueron urea (46 % de N), Sol Mix (30 % de N) y CAN (27 % de N), y fueron aplicadas tanto al voleo como en forma incorporada. La dosis aplicada fue de 100 kg de N/ha y se contó con un tratamiento testigo (sin N). En todos los casos, el rendimiento del maíz de segunda fue mayor con el agregado de N, respecto del testigo, indicando los elevados requerimientos de N del maíz de segunda, siendo indispensable la aplicación de fertilizantes, ya que lo ofertado por el suelo fue insuficiente. Todas las fuentes nitrogenadas resultaron en mayores rendimientos al ser incorporados al suelo. En las aplicaciones al voleo, la mayor producción de maíz de segunda se logró con las fuentes CAN y Sol Mix, que con la urea.

Maíz para silo

Los requerimientos nutricionales del maíz para silo como recurso forrajero resultan iguales o mayores a los del maíz para grano. Siendo que el maíz para silo es uno de los cultivos más extractivos que existen actualmente en los sistemas de producción extensivos de nuestro país, es necesario implementar niveles de fertilización que atenúen el desbalance de nutrientes por la elevada extracción resultante de dicha práctica en el suelo.

En la campaña 2009-2010 se realizó un ensayo de fertilización de maíz para silo en la zona centro-este de Santa Fe, donde se implementaron 6 tratamientos de fertilización, combinando 3 dosis de N en forma de urea (0, 50 y 100 kg/ha) con dos niveles de P, como fosfato diamónico. En dicha experiencia se pudo concluir que la fertilización en maíces para silo se justifica, no sólo por una cuestión productiva o de reposición de los nutrientes extraídos al suelo, sino que además se traduce en un mejor resultado económico. La fertilización combinada de maíz para silo resultó una práctica rentable y sustentable, ya que en todos los casos en que se aplicaron fertilizantes se registraron incrementos en el margen bruto que oscilaron entre 1.350,8 a 3.954,9 \$/ha, respecto al testigo sin fertilizantes.

Otra práctica alternativa para mejorar la calidad nutricional del forraje es el manejo de los efluentes generados por la actividad lechera. Además de resultar significativo su aporte a la producción de forraje, un adecuado manejo de los efluentes es imprescindible para evitar problemas de contaminación ambiental.

Recientemente, se llevó a cabo una experiencia en un establecimiento de La Pampa con la finalidad de evaluar la respuesta del maíz para silo en relación a la aplicación de efluentes del tambo en dos tipos de suelos (Entisoles y Molisoles). Se aplicaron dos dosis de efluentes derivados del tambo (5 y 20 mm) en el estadio V6 del maíz para silo y se contó con un tratamiento testigo (sin efluente). La producción de materia seca del maíz para silo y los niveles de nitratos en ambos suelos se vieron incrementados con el agregado de efluentes del tambo. Además, el aporte nutricional de los efluentes aumentó la eficiencia de uso de agua del maíz, mejoró la calidad del forraje, y esto podría traducirse en mejoras en los márgenes económicos.

En otra experiencia realizada en el Centro Este de Córdoba, se evaluó la respuesta del maíz para silo a la adición de permeado de suero y un equivalente en N y P como abono comercial. El permeado de suero (PS) se asperjó 10 días antes de la siembra del maíz para silo y se contó con 5 tratamientos: Testigo sin permeado de suero; FDA: fertilizado con 100 kg/ha de fosfato diamónico; PS30: 30 m3 de PS/ha; PS60: 60 m3 de PS/ha; y PS120: 120 m3 de PS/ha. El PS como abono aportó mayormente potasio, calcio y magnesio, y en menor medida, fósforo y azufre. El rendimiento en grano y la biomasa aérea del maíz para silo decreció al aumentar la dosis de PS (Figura 4), probablemente por el efecto tóxico del sodio y a la inmovilización del N disponible al inicio del cultivo por la elevada relación C/N del PS. Sin embargo, con el agregado de PS, se incrementó el N total y el P en todos los tratamientos.

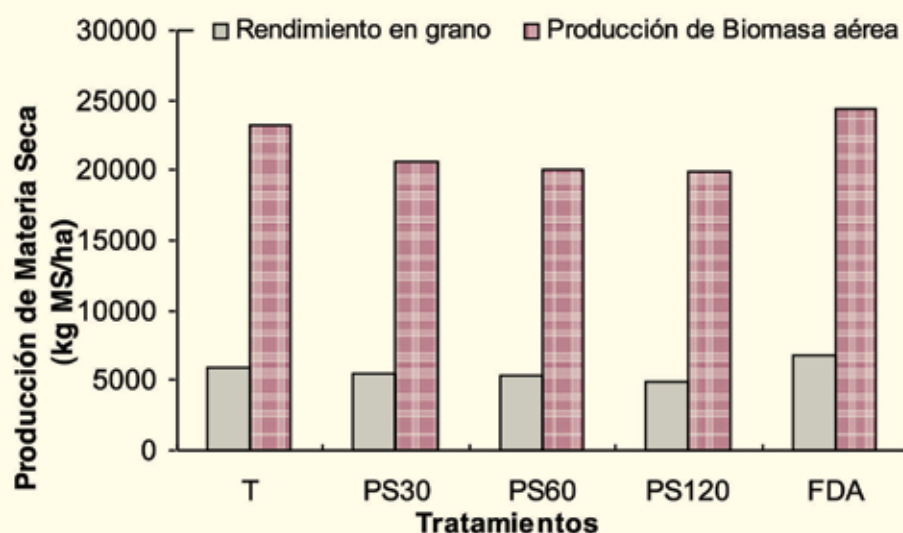


Figura 4. Producción de biomasa aérea y rendimiento en grano de maíz para silo en el centro este de Córdoba sobre un suelo Natrustol. PS= Permeado de Suero en m3 de permeado/ha; T=Testigo sin PS; FDA=fosfato diamónico sin PS.

Bibliografía consultada

Badino O, Pillati M A, Felli O, ME Carrizo. 2010. Permeado de suero: uso en un natrustol del centro este de Córdoba en la secuencia maíz-alfalfa. I. Respuesta productiva del maíz para silo y del suelo. Actas XXII CACS. p157.

Diez M, Frasier I, Sardiña C, A Quiroga. 2010. Efluente del tambo en maíces establecido sobre entisoles y molisoles de la planicie medanosa. Actas XXII CACS. p146.

Ferreira L, Piatti F. 2010. Rendimiento y comportamiento de maíz en la región central de Córdoba. Actas AAPRESID Septiembre 2010. Pp: 43-54.

Fontanetto H, Keller O, Belotti L, Negro C, D Giailevra. 2010. Efecto de diferentes combinaciones de N y S sobre el cultivo de sorgo granífero (campana 2008/09). Informaciones Agronómicas 46: 21-23.

Fontanetto H, Keller O, D Giailevra, O Belotti L, C Negro. 2008. Aspectos del manejo del cultivo de maíz de segunda y de la fertilización nitrogenada en la región pampeana norte de Argentina. XVI Congreso de Aapresid. Pp:217-224.

García F, Micucci F, Rubio G, Ruffo M, I Daverede. 2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana. INPOFOS. 72 pp.

Ingaramo J. 2010. Agregar valor en maíz es duplicar la producción de carnes. Actas AAPRESID Septiembre 2010. Pp: 17-22.

Satorre E. 2008. Siembras de maíz tardías y de segunda: bases y oportunidades para su desarrollo. XVI Congreso de Aapresid. Pp: 215-216.

Mejorando la eficiencia de uso del P con tecnología de polímeros

Dr. Larry Murphy | murphyagro@cs.com

Dr. Larry Sanders | jlarrysanders@specialtyfertilizer.com

El microambiente que rodea un gránulo de fertilizante fosfatado o en la banda de aplicación de fertilizante líquido se conforma en relación a una serie de reacciones primarias y secundarias que afectan sustancialmente la disponibilidad de este nutriente para los cultivos. Poder influir o reducir estas reacciones es uno de los medios para mejorar la eficiencia de uso del P aplicado, y así mejorar el rendimiento de los cultivos. Este trabajo informa sobre la tecnología de polímeros para mejorar la eficiencia de uso de los fertilizantes fosfatados resultando en mayores rendimientos y beneficios económicos.

Fertilizantes fosfatados

El problema

Durante mucho tiempo se sabe que incluso bajo las mejores condiciones sólo entre el 20 y el 30% del fertilizante fosfatado aplicado es absorbido por el cultivo durante el primer año o ciclo de crecimiento. También se sabe que ante altos niveles de pH del suelo, el P es fijado por el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) mientras que con niveles bajos de pH del suelo, la fijación es predominantemente por el hierro (Fe) y el aluminio (Al). Así, el problema histórico con la química de los fertilizantes fosfatados ha sido la disminución de la disponibilidad de P en los suelos ya sea por procesos de fijación, precipitación, cristalización, etc.

El fósforo residual no absorbido por el cultivo (70-80%), que permanece sobre o cerca de la superficie del suelo tiene posibles consecuencias negativas para el medio ambiente derivado de los efectos combinados de la erosión de suelo y de mayores

concentraciones de P en las aguas de escurrimiento. Un producto fosfatado que sea más eficiente, que resulte en mayores respuestas del cultivo por unidad de P, que tenga un impacto positivo en el resultado económico de los productores a su vez producirá un menor impacto ambiental, por lo que sería altamente recomendable.

Fertilizantes fosfatados - La solución

La empresa tecnológica Specialty Fertilizer Products ha desarrollado y patentado una familia de co-polímeros di-carboxílicos de alta densidad de carga que afectan la disponibilidad de los fertilizantes fosfatados y su utilización por las plantas. Estos compuestos son biodegradables y altamente solubles en agua. La tecnología (Avail ®) puede aplicarse directamente a los fertilizantes granulados como un recubrimiento o capa de impregnación, o bien mezclarse en los fertilizantes líquidos a base de polifosfatos.

Modo de acción

La teoría del modo de acción es que la alta densidad de carga del polímero (aproximadamente 1500 meq/100 g del polímero) da lugar a la adsorción de los cationes polivalentes metálicos presentes en la solución del suelo, interrumpiendo y retrasando las reacciones normales de fijación de P; dando así por resultado una mayor disponibilidad de los fosfatos de amonio y de calcio altamente solubles en agua. La Tabla 1 muestra los resultados de un estudio de laboratorio adonde se variaron las concentraciones del polímero Avail aplicadas como cobertura al fosfato monoamónico granular (FMA), que fue colocado en soluciones de 100 ppm de Ca, de Fe y de Al. Las concentraciones

resultantes de P en la solución sugieren que el polímero afectó las reacciones de disolución de los tres cationes con el FMA, permitiendo que haya más P en la solución y en última instancia más P disponible para la absorción por las plantas.

Se teoriza que el polímero al disolverse en el suelo, adsorbe o secuestra los cationes antagonísticos que reaccionan con el P en la solución del suelo, presente en el microambiente que rodea el gránulo del fertilizante o en la banda del P líquido. Dado que el P es inmóvil, una vez que las características químicas del área de disolución del gránulo se han modificado, el P sin fijar puede ser absorbido por la planta sin interferencias.

Un interesante estudio conducido en la universidad de Washington por el Dr. Rich Koenig enfatizó los efectos del polímero Avail sobre la actividad de iones trivalentes de Al en solución. Se condujo un estudio de laboratorio para evaluar la sensibilidad de variedades de trigo a la toxicidad de Al con tres concentraciones de Al en el medio de crecimiento (fig. 1A). Se tomo como indicador de crecimiento la elongación de la raíz, cuya longitud se midió ante las distintas concentraciones de Al. Cuando el polímero Avail fue introducido en el medio de crecimiento, los efectos del Al desaparecieron (fig. 1B).



Tabla 1. Efecto de la cobertura con polímero en la solubilidad de MAP en varias soluciones.

% polímero s/ MAP	Catión ppm	mg P/g MAP	% del P Total en Solución
0.00	Al 100	236.9	45.5
0.25	Al 100	298.4	57.4
0.50	Al 100	284.5	54.7
0.75	Al 100	326.0	62.7
1.00	Al 100	309.4	58.9
0.00	Ca 100	251.5	48.4
0.25	Ca 100	295.8	56.9
0.50	Ca 100	314.1	60.4
0.75	Ca 100	310.4	59.7
1.00	Ca 100	308.2	59.3
0.00	Fe 100	289.9	55.8
0.25	Fe 100	316.7	60.9
0.50	Fe 100	303.5	58.4
0.75	Fe 100	329.2	63.3
1.00	Fe 100	305.2	58.8
200C. 24 horas. Sin agitación.		Griffith, Kansas State University	

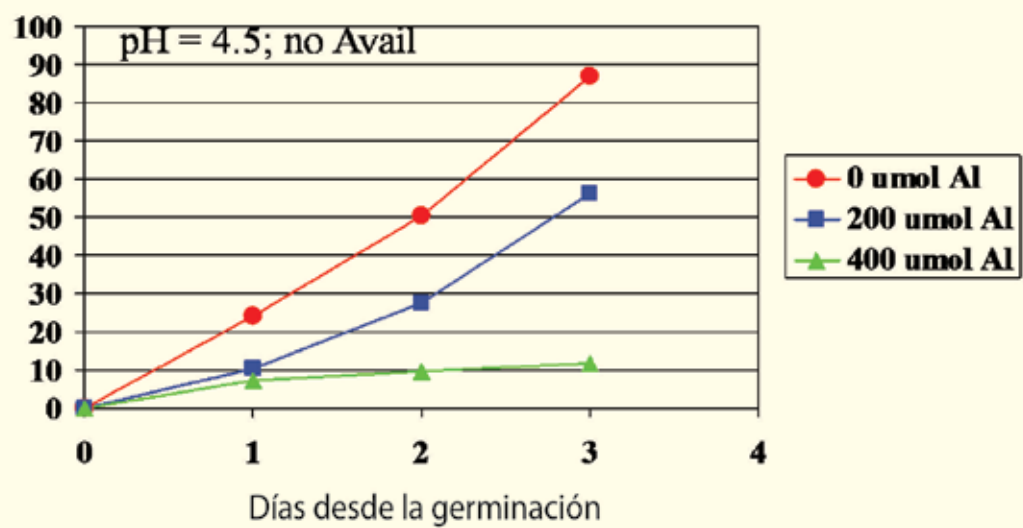


Figura 1 A. Efecto del Aluminio en el crecimiento del trigo.

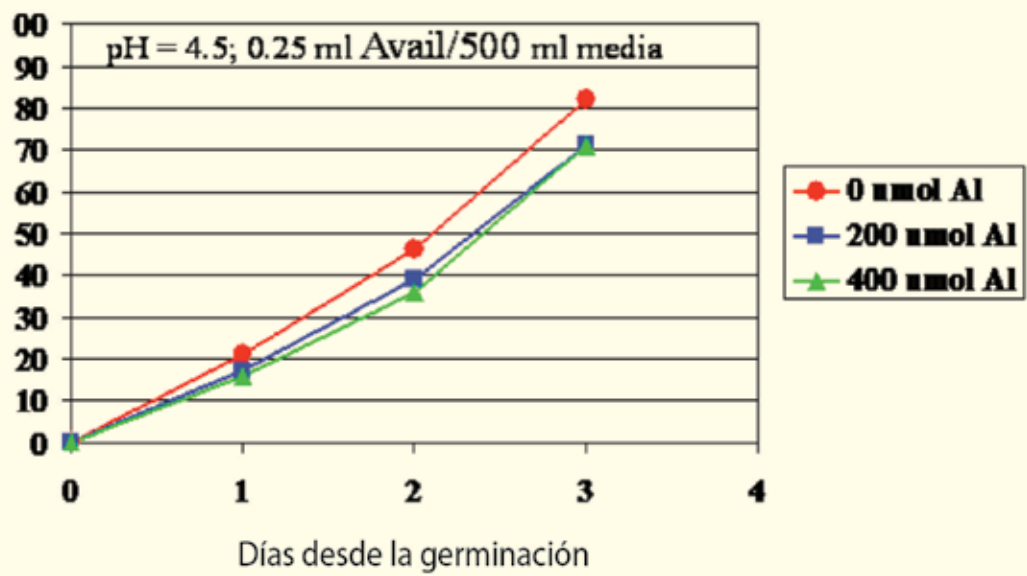


Figura 1 B. Efecto del aluminio en el trigo en presencia de Avail

Movilidad vertical de P

La mayor disponibilidad de P con la reducción de la fijación ha sido demostrada por una mayor movilidad vertical del P. Estudios recientes en Iowa con el uso de fertilizantes arrancadores fluidos en maíz (Kovar, 2006) han demostrado que puede aumentarse considerablemente la movilidad vertical del P en el suelo (10 cm) en presencia de altas concentraciones de iones de amonio (relación 2:1 N a P_2O_5) en la misma zona de retención del P edáfico. Se asume que esos iones de amonio, como el polímero, tienen reacciones que normalmente interrumpen la fijación de P al modificar el microambiente de la zona de aplicación del P. Experimentos llevados a cabo en la Universidad de Wisconsin (Laboski, 2007)) que estudiaron la movilidad del P del fertilizante fosfatado granular tratado con Avail (fig. 2) han demostrado concentraciones superiores de P en la solución del suelo. Citando a los investigadores, “A 2,5 cm debajo de la semilla las concentraciones de la solución de FMA + Avail, eran significativamente mayores que las de que FMA y el control, en las tres fechas

de evaluación: 18 de junio (1ra floración), 2 de julio y 16 de julio. No hubo ninguna diferencia entre los tratamientos a los 15 cm debajo de la semilla”. Estos resultados indican un cambio en las reacciones del P del suelo por la presencia del polímero Avail

Efectos del polímero sobre las respuestas del cultivo al fósforo aplicado

Los efectos de la fertilización del fósforo sobre crecimiento vegetal y el rendimiento pueden ser influidos por varios factores incluyendo:

1. Métodos de aplicación del P
2. Tipo de cultivo
3. pH del Suelo
4. Nivel de P disponible del suelo
5. Dosis de uso de P

Investigaciones conducidas en invernadero y a campo han evaluado efectos del polímero sobre las respuestas al P aplicado al cultivo evaluando

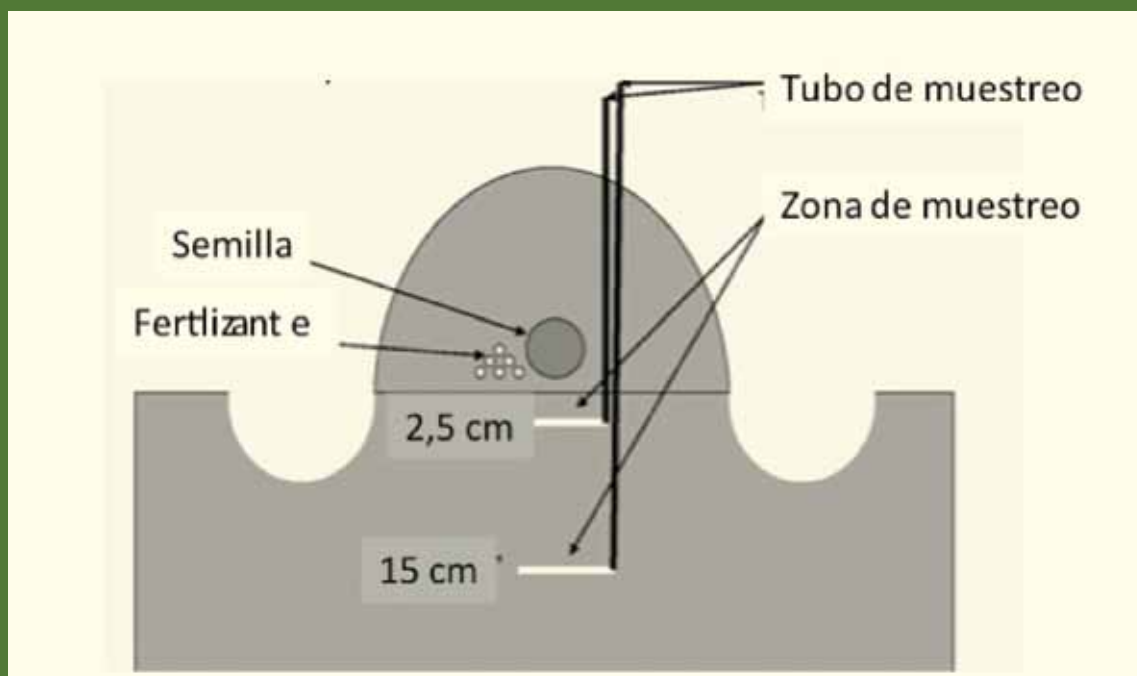


Fig. 2. Esquema del muestreo para evaluar la movilidad del P en la solución de suelo. (Dr. Carrie Laboski, Univ. Wisconsin).

las variables mencionadas arriba. Estudios iniciales en invernaderos sobre suelos ácidos, de alta capacidad de fijación de P, proporcionaron el ímpetu positivo para continuar el trabajo a campo. Como en cualquier otra serie de investigaciones de este tipo, no todos los sitios han dado respuestas al tratamiento de impregnación de los fertilizantes fosfatados con el polímero. Sin embargo, considerando todos los sitios, el uso del revestimiento polimérico ha producido respuestas positivas en cerca de 80% de las veces.

Métodos de aplicación de P

Datos de trigo obtenidos en Arkansas (Tabla 2) demuestran que el FMA impregnado con el polímero fue más eficiente que el FMA sin recubrimiento. Los rendimientos obtenidos tanto en aplicaciones en bandas cerca de la semilla (arrancador), al voleo, como en mezclas al voleo de semilla y fertilizante fueron todos significativamente mayores con el fertilizante impregnado con Avail. El mayor aumento de rinde fue en las aplicaciones en bandas; pero aun con la aplicación al voleo, reconocida como menos eficiente, también los rindes aumentaron consistentemente con el FMA impregnado con Avail.

Datos de experimentos conducidos en Australia (Holloway, 2005) demuestran que la cobertura de polímero sobre FMA supero al FMA sin tratar en tres niveles de aplicación de P en suelos altamente calcáreos. Aunque estuvieron limitadas por las lluvias, los rendimientos aumentaron cerca de un 10% en estos suelos de alto pH con gran cantidad de carbonato de calcio libre. Estudios en trigo sobre un suelo ácido pero con alta disponibilidad de P (75 ppm Bray) de Kansas también mostraron una respuesta significativa del rinde con el tratamiento del FMA con polímeros. Aunque estos suelos tienen altos niveles de P, también tienen una alta capacidad de la fijación debido a su pH muy bajo (4.7). Experimentos en maíz de Missouri (Tabla 3) indican un ejemplo de la performance de Avail en suelos ácidos (pH 5.9) combinado con bajos niveles de disponibilidad, adonde se evaluaron aplicaciones de P en bandas y al voleo. Los datos no indicaron respuesta al FMA no tratado, pero si una respuesta significativa al FMA revestido con el polímero (1,3 t/ha).

También se observaron buenas performances en suelos neutros, bien a moderadamente provistos de P en Kansas. Los rendimientos de maíz irrigadas aumentaron entre 0,50 y 1,30 t/ha con FMA

Tabla 2. Efectos del método de aplicación de P y Avail sobre el rendimiento de trigo.

Tratamiento	kg/ha
Testigo	2.928
FMA bandas	3.430
FMA + Avail, bandas	4.822
FMA voleo	3.649
FMA + Avail, voleo	4.113
FMA + semilla, voleo	3.455
FMA + Avail + semilla, voleo	4.282
DLS 5%	470
30 kg P ₂ O ₅ /ha. Nivel de P suelo bajo, pH 7 Palmer, Univ. de Arkansas	

Tabla 3. Respuesta del maíz a la mayor disponibilidad de P.

Tratamiento	kg/ha
Testigo sin P	8.465
FMA, voleo	8.276
FMA + Polímero, voleo	9.468
FMA, en bandas	8.276
FMA + Polímero, en bandas	9.844
DLS 5%	1.003
20 kg P ₂ O ₅ /ha. P - Bray: 7 ppm pH: 5.9, Blevins, Univ. de Missouri	

Tabla 4. Respuesta del maíz bajo riego a la mayor disponibilidad de P en Kansas

Tratamientos kg P ₂ O ₅ /ha	Año 1		Año 2		Año 3	
Testigo	10,8	b	7,5	e	10,6	d
20 FMA	12,0	a	8,9	d	12,0	c
20 FMA + Avail	12,5	a	10,8	bc	13,2	a
40 FMA	12,1	a	10,5	c	11,8	c
40 FMA + Avail	12,1	a	11,9	ab	13,2	a
60 FMA	12,1	a	10,8	bc	12,2	b
60 FMA + Avail	12,6	a	12,2	a	13,2	a
Test de Duncan, 5% Gordon, Kansas State Univ. P en bandas a la siembra. pH: 6.8. 25-38 ppm P Bray-1.						

Tabla 5. Respuesta a la mayor disponibilidad de P en soja bajo riego

Tratamientos kg P ₂ O ₅ /ha	Año 1		Año 2		Año 3
			t/ha		
Testigo	3,28	d	2,02	d	3,78
30 FMA	3,91	c	2,58	c	4,41
30 FMA + Avail	4,41	b	3,59	a	4,91
60 FMA	3,91	c	2,96	b	4,66
60 FMA + Avail	4,60	a	3,65	a	4,91
Test de Duncan al 5%. P en bandas al costado línea siembra. Gordon, Kansas State Univ. P-Bray: 38 ppm; pH: 6.8.					

impregnado con el polímero aplicado como arrancador por sobre el FMA sin tratar (Tabla 4). Tanto la biomasa en estadios juveniles, como las concentraciones de P en planta P y la absorción total de P aumentaron por la mayor disponibilidad de P en este estudio de tres años. La soja también respondió bien al FMA tratado con el polímero aplicado como arrancador en bandas, con aumentos de la producción de hasta 1 t/ha por sobre el FMA sin recubrimiento (Tabla 5) en esta misma localidad. Esto indicaría que aun hay oportunidades para

manejar el P en suelos bien provistos con niveles moderados de pH.

Otros estudios con suelos con valores de pH superiores a 7.0 fueron conducidos con trigo en la universidad de Arkansas (Tabla 2) y en la universidad de Minnesota con maíz (Tabla 6). Todos éstos demostraron que las respuestas positivas al FMA y FDA cubiertos con el polímero Avail compararon favorablemente con materiales no tratados.

Cultivos

Los fertilizantes fosfatados impregnados con el polímero Avail produjeron mayor absorción de P y rendimientos crecientes en un amplio rango de cultivos. Se han conducido experimentos que así lo demuestran en repollos, pasturas, maíz, trigo, cebolla, arroz, tomates, maíz dulce, canola y papas. En ellos, las mayores respuestas al P del fertilizante recubierto respecto de aquellos sin tratar indican que la causa es un fenómeno de química de suelos, y no asociada a una determinada especie.

Impregnar FMA con el polímero también ha sido eficaz en suelos ácidos, con capacidad de fijación de P en estudios con pasturas llevados a cabo en Kansas y Missouri. Los datos de la tabla 7 indican cómo aplicaciones al voleo de fosfatos tratados con Avail durante el período inactivo invernal aumentaron la absorción de P y la producción de forraje. Estos efectos fueron también evidentes visualmente. Sin embargo, no hubo aumentos de producción en etapas tempranas del crecimiento en Festuca en Kentucky

Tabla 6. Mayor disponibilidad de P en maíz en Minnesota

Fuente de P kg P ₂ O ₅ /ha	P absorbido en V6 g/12 plantas	Rinde t/ha	
Testigo sin P		1,85	9,11
25 FDA		1,77	10,12
25 FDA + Avail		2,72	11,52
50 FDA		2,17	10,39
50 DAP + Avail		2,47	11,73
LSD (0.05)		0,79	1,47
P al voleo. pH: 7.3 P Olsen 7 ppm, Randall, Univ. of Minnesota, Waseca			

Tabla 7. Respuesta a la mayor disponibilidad de P en pasturas de invierno (Cebadilla y Festuca alta en Kansas y Missouri.

Tratamientos	Cebadilla Miami, KS	Cebadilla Miami, KS	Festuca Lawrence, MO
Sin P	5610	3531	3406
FMA	5819	4576	4831
FMA + Polímero	6611	5181	5196
DLS (10%)	627	891	860
Suelos ácidos de Bajo P, 20 kg P ₂ O ₅ /ha. MO 90 kg N/ha, KS 100 kg N/ha Lamond, Kansas State Univ. Massie, Univ. de Missouri			

Efectos de la dosis del polímero.

Los estudios iniciales de dosis de polímero aplicado sobre los fertilizantes fosfatados granulares sólidos incluyeron formulaciones de hasta 1 % de polímero. Sin embargo, los ensayos siguientes conducidos en invernaderos y estudios a campo indicaron que podían usarse dosis mucho más bajas. Los datos de la tabla 8 indicaron que las dosis podrían reducirse al 0.25 % sin pérdida de eficiencia. Esa es la dosis que actualmente se recomienda para todos los fertilizantes sólidos de P (FMA, FDA, SPT y SPS).

Efecto del polímero en los fertilizantes fluidos

También se evaluaron en algunos ensayos los efectos del polímero en formulaciones fluidas de fertilizantes fosfatados, principalmente polifosfatos de amonio. Considerando que una banda de aplicación de un fluido tiene una geometría mucho menos definida que la capa del polímero en una partícula sólida, las dosis de polímero precisan ser superiores al 1% en peso, con resultados más seguros con 2% al menos.

Trabajos adicionales con nuevos polímeros usando arrancadores fluidos en maíz usando varias dosis y una formulación modificada estableció la recomendación actual en concentraciones del 0.5% al 1,5 %

(volumen/volumen) de Avail en fertilizantes fluidos formulados como arrancadores.

Conclusiones

Poder influir o controlar las reacciones químicas en el microambiente alrededor de los gránulos del fertilizante ha demostrado tener ventajas significativas para el destino y la disponibilidad de nutrientes como el fósforo aplicado a los cultivos y la respuesta subsiguiente al P. El objetivo de los productores siempre ha sido proporcionar la cantidad óptima de fertilizantes para alcanzar siempre el máximo rendimiento económico según el potencial genético de los híbridos y variedades. Con esta tecnología de polímeros, la investigación demuestra que la modificación del microambiente alrededor del fertilizante fosfatado afecta la absorción y la utilización de este nutriente en una amplia variedad de especies a las dosis normales de fertilización. Esta tecnología no sólo tiene el potencial para mejorar los rendimientos de los cultivos sino también dar beneficios económicos al productor así como también tiene implicancias positivas en el impacto ambiental del uso de fertilizantes.

Tabla 8. Efectos de la dosis de polímero Avail en el rinde de maíz en Kansas.

Tratamientos	Biomasa en V-6	Absorción de Rinde	
	kg/ha	P en V-6 t/ha	
Testigo sin P	418	1,00	6,90
FMA	551	1,47	8,11
fMA + 1% Avail	651	1,77	9,25
fMA + 0.75% Avail	644	1,74	9,11
fMA + 0.5% Avail	682	1,90	9,38
fMA + 0.25% Avail	661	1,82	9,18
DLS 10%	35	0,23	0,87

P en bandas 30 kg P₂O₅/ha. P Bray: 9 ppm, pH: 7.4. lamond, kansas state Univ.

Balances de nutrientes en Argentina

¿Cómo estamos? ¿Cómo mejoramos?

Fernando O. García⁽¹⁾ y María Fernanda González Sanjuan⁽²⁾

⁽¹⁾ IPNI Cono Sur – Av. Santa Fe 910, Acassuso, Buenos Aires, Argentina. fgarcia@ipni.net

⁽²⁾ Fertilizar Asociación Civil, mfgonzalez@fertilizar.org.ar

Una agricultura productiva sustentable requiere del uso adecuado de tierras (ordenamiento territorial), el control de los procesos erosivos y de desertificación, y el mantenimiento y/o mejoramiento de los recursos suelo, agua y aire. La intensificación productiva sustentable, definida como la mayor y más eficiente producción por unidad de recurso y/o insumo involucrado, se presenta como una alternativa válida para alcanzar estos objetivos.

La intensificación debe responder a los objetivos del productor: productividad (P), rentabilidad (R), durabilidad del sistema de producción (D) y ambiente saludable (A). Por otra parte, estos objetivos

deben responder a los objetivos de sustentabilidad económica, ambiental y social comunes a toda la sociedad (Bruulsema et al., 2008).

El manejo de los fertilizantes, y nutrientes en general, debe compatibilizarse con y responder a los cuatro objetivos del productor (P, R, D y A), por lo que las mejores prácticas de manejo (MPM) de nutrientes y fertilizantes se consideran un subconjunto de las mejores prácticas de manejo de cultivos a nivel de lote y/o establecimiento. Las MPM se definen en términos de la aplicación de la fuente correcta del nutriente, en la dosis correcta, en la localización correcta y en el momento correcto (4Cs) (Bruulsema et al., 2008).

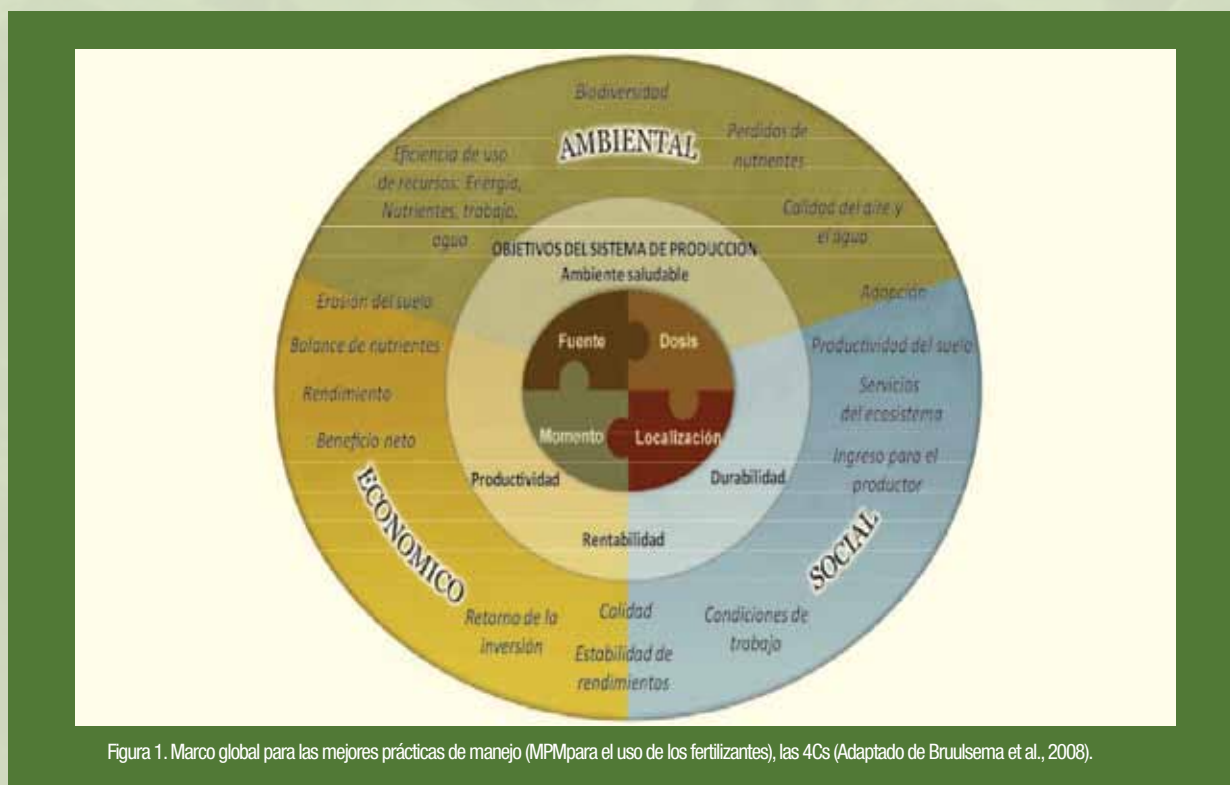


Figura 1. Marco global para las mejores prácticas de manejo (MPM) para el uso de los fertilizantes, las 4Cs (Adaptado de Bruulsema et al., 2008).

La Figura 1 muestra la relación existente entre los distintos niveles discutidos, las MPM de fertilizantes insertadas en el manejo productivo, rentable, sustentable y cuidadoso del ambiente de los cultivos, para responder a los criterios de sustentabilidad económica, ecológica y social demandados por la sociedad. Este marco general enfatiza la necesidad de implementar las MPM de los fertilizantes a partir de principios científicos probados que son globales y también aplicables a nivel de establecimiento.

La aplicación de los principios científicos difiere ampliamente según el sistema de cultivo en consideración (características ecológicas de la región, rotaciones, etc.). Ejemplos de principios científicos aplicables para el desarrollo de las MPM son el conocimiento de los procesos y mecanismos de las transformaciones de los nutrientes, de la interacción entre nutrientes y con los otros factores de producción, de los efectos sobre calidad de los cultivos, de la compatibilidad de mezclas fertilizantes, etc.

Las MPM deben ser evaluadas a través de indicadores que reflejen el impacto combinado de las mismas a nivel regional, nacional y global (Figura 1). El balance de nutrientes es uno de los indicadores utilizados para evaluar las MPM de uso de fertilizantes.

Consumo de fertilizantes en Argentina

El consumo de fertilizantes en Argentina se ha incrementado fuertemente en los últimos 15 años. En términos de nutrientes, el consumo era de 150 mil toneladas de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S) en 1993, y alcanzó 1.345.000 toneladas en 2007 para los mismos cuatro nutrientes (Figura 2). En 2008 y 2009, se registró una reducción de consumo como resultado de las condiciones de sequía y económicas. Los cultivos de grano (trigo, maíz, soja y girasol) explican el 75% del consumo total de fertilizantes. Estimaciones recientes indican que el 95%, 90%, 50% y 60% del área sembrada con trigo, maíz, soja y girasol, respectivamente, reciben algún tipo de fertilización.

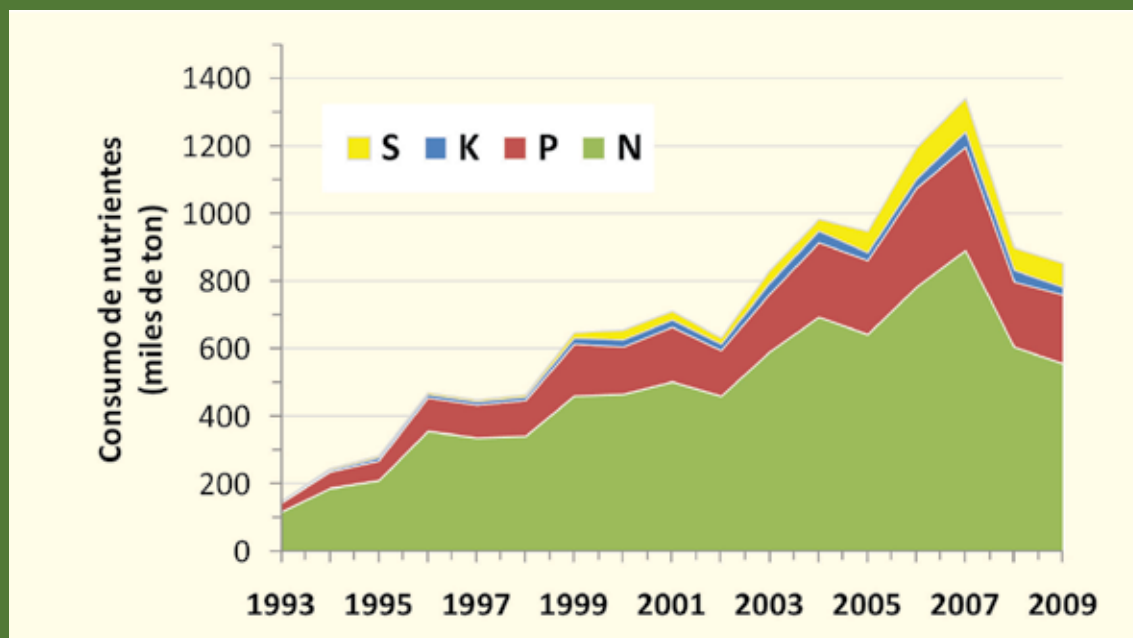


Figura 2. Evolución del consumo de nutrientes (nitrógeno, fósforo, azufre y potasio) en Argentina entre 1993 y 2009.

Balance de nutrientes

Los balances de nutrientes en el sistema suelo-planta se pueden considerar a distintas escalas de tiempo y espacio. El esquema de balances parciales contempla la estimación de los mismos a partir de las entradas y salidas de los nutrientes en el suelo durante un periodo determinado. Para los cultivos anuales de producción de grano, el periodo considerado es el de la estación de crecimiento, y la estimación del balance surge de comparar las aplicaciones de nutrientes vía fertilización o a través de otras fuentes (estiércol, etc.) y la extracción de nutrientes en los granos.

Las relaciones aplicación/extracción en grano de N, P, K y S para los cuatro principales cultivos (soja, maíz, trigo, girasol) han mejorado durante los últimos años, pero los balances de nutrientes siguen siendo negativos (Figura 3). Las reposiciones más altas se alcanzaron en la campaña 2007 y disminuyeron en 2008 y 2009, estimándose una reposición vía fertilización del 30%, 39%, menos del 1% y 29% de N, P, K y S, respectivamente, para la campaña 2009/10.

La Figura 4 muestra la evolución de la reposición de P (aplicación/extracción en grano) para cada uno de los cuatro cultivos entre 1993 y 2009. Las aplicaciones de P en trigo y, en menor medida, en maíz han superado a las extracciones. La alta aplicación atribuida al trigo podría estar destinada parcialmente al cultivo de soja de segunda que lo sucede en la rotación. De todas maneras, la reposición de P en soja ha sido muy baja generando un importante balance negativo cuando se consideran los cuatro cultivos (Figura 3).

Estas estimaciones muestran la tendencia a nivel país, sin embargo, los balances a nivel regional, local o de establecimiento pueden ser muy variables. Asimismo, debe tenerse en cuenta que no siempre un balance neutro o positivo indica una MPM de fertilizantes y un claro ejemplo es lo que ocurre con potasio. Los niveles de K del suelo son elevados en la mayor parte de los suelos bajo producción de granos en Argentina, por lo cual no tiene sentido productivo, ni económico ni ambiental, reponer el K extraído. Sin lugar a dudas debemos ser conscientes

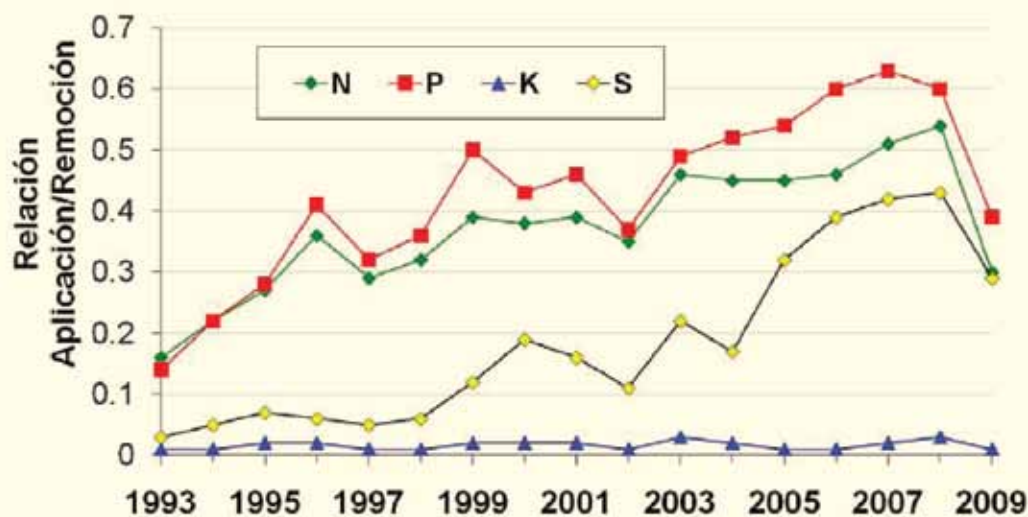


Figura 3. Evolución de la relación aplicación/extracción en grano de nitrógeno, fósforo, azufre y potasio para los cuatro principales cultivos de grano (soja, maíz, trigo y girasol) en Argentina entre 1993 y 2009.

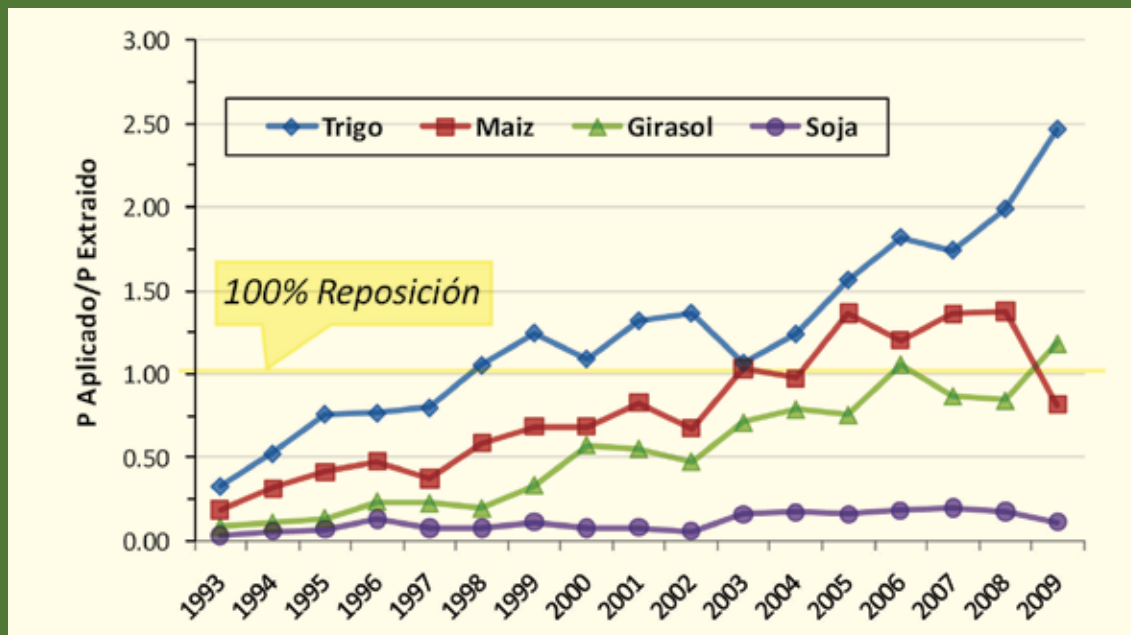


Figura 4. Evolución de la relación aplicación/extracción en grano de fósforo para soja, maíz, trigo y girasol en Argentina entre 1993 y 2009.

de esos balances negativos de K y evaluar periódicamente la evolución del K del suelo, el cual inevitablemente va a disminuir en la medida que se intensifique la producción.

¿Porqué es importante considerar el balance de nutrientes?

Los balances negativos reducen la cantidad y disponibilidad de nutrientes en los suelos afectando:

- la calidad (fertilidad) de los suelos
- los rendimientos de los cultivos
- la sustentabilidad de los sistemas de producción

Considerar los balances de nutrientes es estratégico para el desarrollo de una agricultura productiva sustentable. Un ejemplo relevante es el caso del P. Las reservas mundiales de P son limitadas, por lo tanto, se espera que su oferta pueda disminuir en futuros años y/o su precio se incremente. Siendo el P un insumo limitante de nuestros agroecosistemas, el desarrollo de

la agroindustria debería procurar el uso eficiente del mismo y evaluar las potenciales ventajas de mantener niveles adecuados de P en el suelo para los cultivos. Asimismo, deberían evaluarse fuentes de abastecimiento de P nacionales para disminuir la dependencia del abastecimiento externo.

La evaluación de la fertilidad fosfatada de los suelos en Argentina se basa en el análisis en pre-siembra que determina el nivel de P Bray a 0-20 cm. Esta metodología ha sido probada y recomendada para todos los cultivos. Las calibraciones sugieren niveles críticos por debajo de los cuales la probabilidad de respuesta es alta: rangos de 15-20, 9-14, 10-15 y 13-18 mg/kg P Bray para trigo, soja, girasol y maíz, respectivamente. Estos umbrales son relativamente constantes para todas las zonas de producción de granos e independientes del rendimiento esperado del cultivo ya que el P es un nutriente inmóvil en el suelo. La Figura 5 muestra un mapa de P Bray

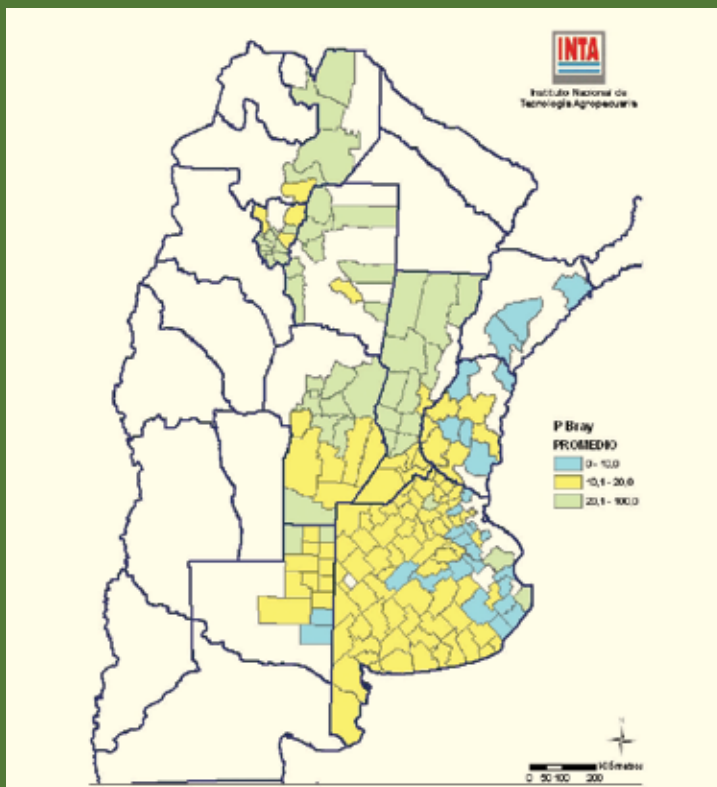


Figura 5. Mapa de P Bray 1 (0-20 cm) para partidos o departamentos de provincias argentinas. Total de 34447 muestras de las campañas 2005 y 2006, con una distribución de 64% de la provincia de Buenos Aires, 16% de Santa Fe y 11% de Córdoba (Sainz Rozas et al., 2008).

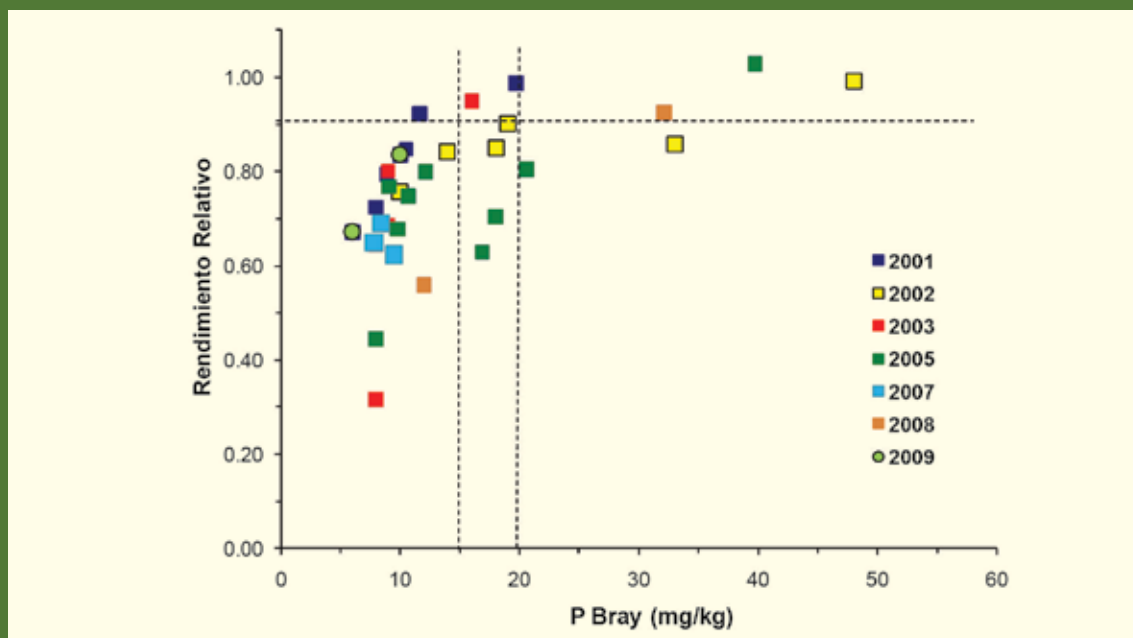


Figura 6. Rendimiento relativo de trigo en función del nivel de P Bray 1 (0-20 cm) en la Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe. Fuente: CREA Sur de Santa Fe- IPNI-ASP.

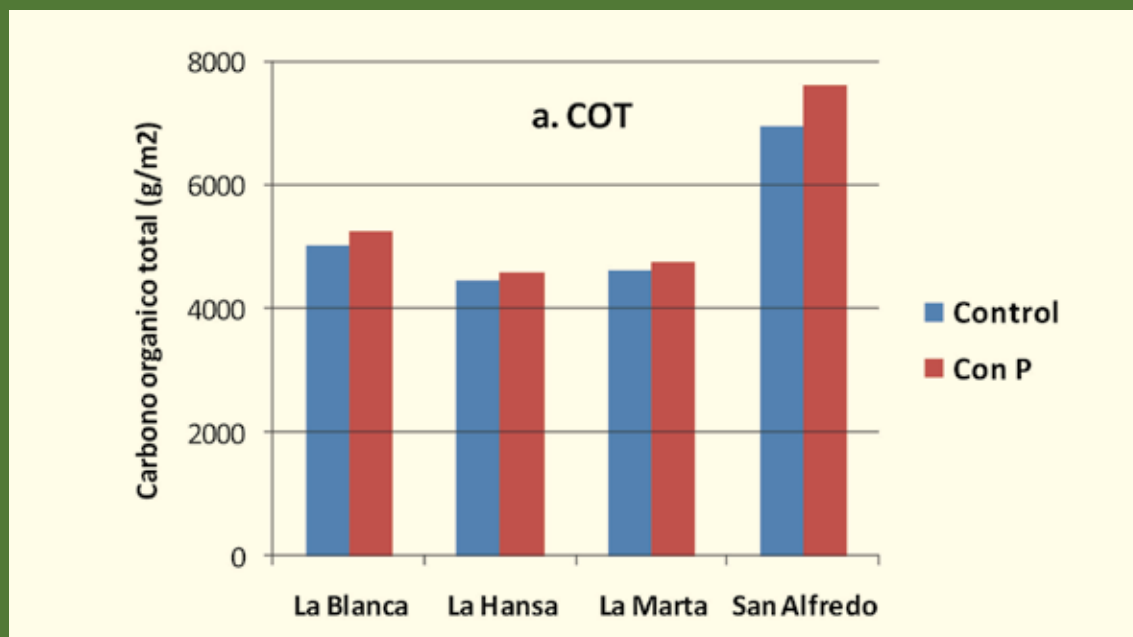


Figura 7. Carbono orgánico total (0-20 cm) en tratamientos sin y con aplicación de fósforo durante seis años en cuatro ensayos de la Red e Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe (Ciampitti et al., 2010).

recientemente elaborado por INTA (Sainz Rozas et al., 2008), e indica que una gran proporción de los suelos bajo producción se encuentra en niveles menores de 20 ppm. Los balances negativos de P han resultado en caídas en los niveles de P Bray en numerosas regiones.

El nivel de P extractable define la probabilidad de respuesta (Figura 6), y con ello la probabilidad de obtener un beneficio económico de la fertilización fosfatada. Las respuestas a la fertilización en suelos deficientes en P resultan en tasas de retorno de 2:1 o superiores. Es decir que se dispone de la herramienta tecnológica para decidir la fertilización desde el punto de vista productivo y económico.

La adopción de MPM de fertilizantes también generan impactos ambientales positivos. La Figura 7 muestra como la fertilización fosfatada puede impactar en la acumulación de carbono orgánico del suelo (materia orgánica). La evaluación realizada en la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de

Santa Fe muestra que la fertilización fosfatada resulto en la acumulación de aproximadamente 3 toneladas de C en seis años. Las MPMs también indican que las aplicaciones de P presentan efectos residuales, es decir que sus efectos se observan más allá del año de incorporación de fertilizante.

Asimismo, las MPMs indican que los efectos residuales de la fertilización nitrogenada son limitados estrictamente a situaciones en las cuales el N se asocia con C del suelo para generar compuestos orgánicos. Las formas inorgánicas de N, específicamente nitratos, son muy móviles y se pierden rápidamente de los suelos hacia napas freáticas, cursos de agua o se transforman a formas gaseosas como el N_2O , un potente gas de efecto invernadero. Por lo tanto, aplicar la dosis correcta de N para el cultivo inmediato es clave para el manejo sustentable. En este caso, los balances de N constituyen un indicador secundario de las MPMs siendo más significativos indicadores tales como la eficiencia de uso del N o la calidad del agua y del aire.

¿Cuáles son los desafíos y necesidades a futuro en el manejo de los balances de nutrientes?

El manejo de balances de nutrientes debe insertarse en el marco de una agricultura productiva sustentable considerando todos los componentes del sistema de producción (recursos, insumos, procesos). Los desafíos que se presentan incluyen:

- Analizar los balances de nutrientes a escalas regionales y locales y no solamente nacional
- Evaluar las posibles consecuencias de los balances actuales en calidad (fertilidad) de suelos, productividad y sustentabilidad de los sistemas
- Generar acciones que permitan corregir las consecuencias negativas y maximicen la eficiencia de uso de los nutrientes en los sistemas de producción

Para enfrentar estos desafíos, surgen una serie de necesidades de investigación, extensión, acciones del sector productivo y de políticas agropecuarias que deberían orientarse a:

- Disponer de bases de datos actualizadas y a escalas locales en todo el país
- Mayor foco en investigación, educación y extensión para o Un mejor entendimiento que el balance inadecuado de nutrientes limita la producción de alimentos, los resultados económicos y puede dañar el ambiente o Identificar las mejores respuestas agronómicas y económicas a un nivel óptimo de fertilidad de suelo y de manejo de la nutrición de la planta o Evaluar impactos asociados al ambiente (lixiviación, escorrentía, emisiones de los GEI, mejoras/mantenimiento en el stock de carbono en el largo plazo y otras)
- Apoyo financiero y cooperación entre los sectores de la agroindustria, privados, gobierno y ambientales.

Consideraciones finales

Las secciones anteriores buscan definir sintéticamente la situación actual de los balances de nutrientes en el país. Asimismo, se discuten brevemente algunos principios básicos de MPMs que resultan en balances correctos para el nutriente o sistema en particular. Tres aspectos que definen el marco de la evaluación del balance de nutrientes son:

- La fertilidad de suelos es un componente significativo de la calidad del recurso suelo y tiene significativas implicancias productivas ... pero no es el único,
- El balance de nutrientes es un indicador importante para evaluar las MPM de nutrientes y fertilizantes en los sistemas de producción agropecuaria ... pero no es el único,
- Para distintos agroecosistemas, otros indicadores pueden ser de mayor importancia para la sustentabilidad del recurso suelo: propiedades químicas, físicas y biológicas, erosión, etc.; y la productividad.

Referencias

- Bruulsema T., C. Witt, F. Garcia, S. Li, T.N. Rao, F. Chen y S. Ivanova. 2008. A Global Framework for Fertilizer BMPs. Better Crops 92 (2): 13-15. IPNI. Norcross, GA. USA.
- Ciampitti I., G. Rubio, L. Picone y F. Garcia. 2010. Soil carbon and phosphorus pools in field crops rotations in Pampean soils of Argentina. Enviado para su publicación a SSSAJ.
- Sainz Rozas H. y H. E. Echeverría. 2008. Relevamiento de la concentración de fósforo asimilable en suelos agrícolas de la región pampeana y extra-pampeana. Acatas CD XX CACS. San Luis. AACCS.

19º Congreso Mundial de Suelos. Brisbane, Australia.

Novedades y perspectivas de fertilidad de suelos y fertilización de cultivos.

Ing.Agr. Martin Torres Duggan | Tecnoagro y Comisión Directiva de la AACS

Hace pocas semanas, del 1 al 6 de agosto de 2010 se realizó el Congreso Mundial de Suelos, en la ciudad de Brisbane (Australia). Este congreso es el evento más relevante organizado por la Unión Internacional de las Ciencia del Suelo (IUSS) y es el ámbito donde se presentan y discuten los principales avances científicos y tecnológicos vinculados con los suelos. En este artículo se presentan las principales novedades y perspectivas planteadas en el evento, fundamentalmente en lo que respecta a fertilidad de suelos y fertilización de cultivos.

¿Cuál fue el lema del congreso y su temática?

El lema del Congreso Mundial de Suelos (19th WCSS) fue “Soil Solutions for a Changing World”. En el marco de este lema, la diversidad de temas expuestos fue muy grande, como así también el nivel de profundización. Así, se abordaron desde aspectos sociales y económicos de los suelos (e.g. antropología de suelos, enseñanza de la Ciencia del Suelo manejo de la fertilización para mejorar la calidad de los alimentos.); ambientales (e.g. mitigación y adaptación al cambio climático, contaminación y remediación.), además de avances científicos y tecnológicos en áreas técnicas y tecnológicas (e.g. biotecnología y microbiología de suelos, pedometría, sensoramiento remoto, modelación de procesos, química de suelos, física de suelos, entre otros). También durante la semana del evento se realizó una sesión abierta al público en general, en donde se trataron los siguientes temas:

- Suelos y salud Humana
- Suelos y forestación
- Coexistencia de la agricultura y la minería en Australia
- Seguridad alimentaria
- Desarrollo de políticas para el manejo de suelos con el fin de contribuir a la producción de alimentos y los servicios ecosistémicos.

Al mismo tiempo en una de las salas se proyectaron películas relacionadas con el suelo como tema central de su desarrollo y simultáneamente y solo para los inscriptos, se ofrecieron dos talleres sobre escritura de trabajos científicos, dirigidos especialmente a jóvenes investigadores.

¿Cuáles fueron las principales novedades y perspectivas planteadas en manejo de nutrientes?

Si bien resulta complicado resumir las conclusiones de un congreso con tan amplia gama temática, en materia de manejo de nutrientes podemos mencionar algunas perspectivas que fueron resaltadas por diferentes oradores.

Una de ellas fue la importancia de las “Mejores Prácticas de Manejo de Nutrientes” (MPMN), que fue mencionado a través de diferentes trabajos y conferencias (e.g. Vanlauwe y col.; Roberts; Sammi Reddy y col.; Dowling, etc.). Como síntesis de este tema, la presentación de T. Roberts posiblemente fue la más completa en cuanto a la perspectiva global. Así, Roberts destacó que las MPMN deben ser definidas en base a principios científicos y adaptadas a las condiciones locales donde se van a implementar. También resaltó el enfoque conceptual de las “4C” (dosis, fuente de nutriente correcta, forma y momento correctos) y sus principales características:

- No son estáticas y van cambiando y mejorando a medida que avanza en conocimiento científico y tecnológico.
- Son interdependientes e interactivas con las prácticas de manejo agronómicas aplicadas en los sistemas de producción.
- Proveen flexibilidad, reconociendo que son “cultivo y sitio específicas” y está influenciadas por el tipo de suelos, condiciones climáticas, cultivos antecesores, experiencia del productor, etc.

- Las MPMN pueden ser aplicadas tanto a sistemas de producción de gran escala o en producciones de muy pequeña escala, como en explotaciones familiares.

El Dr. T. Robert también mencionó que el enfoque de las “4C” puede resultar una opción voluntaria para ser considerada en regulaciones y legislación vinculada con problemáticas ambientales como la calidad del agua o los gases de efecto invernadero. En este sentido, en EE.UU el IPNI trabajó en junto con el TFI (The Fertiizer Institute) y el CFI (Canadian Fertilizer Institute) para promover la adopción del enfoque de las “4C” en marcos legislativos y de regulación. Actualmente en EE.UU este enfoque es apoyado por el USDA y por organizaciones de agricultura y alimentación como AAPFCO, AFBF, entre otras. El enfoque de las MPMN no solo fue abordado desde el plano conceptual. Varios trabajos mostraron resultados concretos de su incorporación en agro-ecosistemas diversos. Así, Ryan & Sommer presentó la aplicación de las MPMN en ambientes áridos y semi-áridos del Mediterráneo, mientras que el Dr. Lowing detalló los diferentes programas existentes en Australia que consideran a las MPMN, tanto en la actualidad como en los últimos años.

Merece la pena destacar un trabajo de Vanlauwe y col. quienes profundizaron en aspectos conceptuales y de aplicación de sistemas integrados de manejo de fertilidad (SIMF). Los autores presentaron un modelo conceptual muy interesante para incrementar la eficiencia agronómica (EA) a través de la incorporación progresiva de tecnologías dentro de los agro-ecosistemas. Este modelo diferenciaba claramente las diferencias en las respuestas a la aplicación progresiva de nuevas tecnologías entre suelos “con respuesta” y los suelos “pobres” o con menor respuesta a la aplicación de tecnologías debido a limitaciones relevantes. En éstos últimos suelos, resaltaron la importancia de rehabilitar las condiciones de fertilidad antes de pensar en incorporar nuevas tecnologías como germoplasmas o fertilizantes químicos. Para ello, resaltaron la importancia de utilizar abonos orgánicos para mejorar la fertilidad física y química y optimizar la respuesta a la aplicación de nuevas tecnologías en este tipo de suelos.

También es importante mencionar que en diferentes disertaciones se hizo especial énfasis en la necesidad de integrar la información generada en las investigaciones y lograr mayor interacción entre las diferentes disciplinas dentro de la Ciencia del Suelo. También se destacó la necesidad de que los científicos de suelos interactúen

y trabajen en conjunto con investigadores de otras áreas del conocimiento (e.g. Economía, Sociología, Ingeniería, etc.) y también con los políticos, de modo de lograr que la información científica generada en el ámbito académico pueda llegar “al mundo real” y pueda ser aprovechada por la sociedad.

Fertilizantes de eficiencia mejorada (“Enhanced Efficiency Fertilizers”) y su rol en la fertilización de cultivos

Diferentes disertantes abordaron la importancia de los fertilizantes de eficiencia mejorada (Enhanced Efficiency Fertilizers) como tecnologías relevantes para aumentar la eficiencia agronómica de uso de los nutrientes y reducir el impacto ambiental de la fertilización (e.g. Roberts, Blair, Maene, etc.).

Además de los conocidos fertilizantes de liberación lenta y controlada (e.g. inhibidores de la ureasa y nitrificación, fertilizantes nitrogenados recubiertos, etc.) se mencionaron algunas tecnologías interesantes y novedosas, sobre todo en fuentes azufradas. En este sentido, el Dr. Grame Blair (Profesor retirado de la Universidad de New England y experto mundial en azufre) presentó resultados experimentales muy interesantes de fuentes azufradas de eficiencia mejorada (Sulphur Enhanced Fertilizers) en diferentes cultivos, en experimentos conducidos en Brasil y China. Los trabajos mostraron una importante respuesta al azufre (S) en diversos sitios del Cerrado brasileiro, con una efectividad agronómica similar entre fuentes sulfatadas y azufre elemental. Cabe mencionar que la granulometría de la fuente de S elemental evaluada era pequeña y el S elemental se encuentra distribuido a través de la matriz de los gránulos, incrementando considerablemente su área superficial específica y por lo tanto la velocidad de oxidación del S a sulfatos. Estas fuentes están siendo progresivamente utilizadas en diferentes regiones, incluido Latino-América, y por lo tanto resulta importante que se comience a generar información científica sobre la efectividad agronómica de estas fuentes en relación a los fertilizantes sulfatados de uso convencional.

Novedades, avances y desafíos en Agricultura de Precisión

Durante los diferentes días del congreso se expusieron diferentes trabajos en sesiones vinculadas con la agricultura de precisión (AP), como por ejemplo monitoreo de variables cuantitativas en suelo y planta, sensoramiento remoto, etc. El abordaje detallado de los mismos escapa el objetivo de este artículo.

No obstante ello, resulta interesante mencionar una conferencia realizada por el Dr. R. Khosla, Profesor de la Colorado State University y Presidente de la Internacional Society of Precision Agriculture, quien disertó sobre los desafíos y oportunidades de la AP a nivel global. El investigador destacó el concepto mas citado de las diferentes “C”, mencionada en el marco de la AP, ampliando su utilización en fertilización al manejo de insumos en forma correcta. Así, mencionó por ejemplo la importancia de considerar una genética adecuada. En relación al estado actual de la AP a nivel internacional mencionó que si bien en los últimos años se observó un crecimiento importante en países como EE.UU, Alemania y otros, el crecimiento es aún lento. Asimismo, el profesor enfatizó en que la implementación de la AP no implica mayor uso de tecnologías en equipamiento (i.e. “expresión tecnológica de la AP”) ya que es factible hacer AP en sistemas de gran escala, como en agro-ecosistemas familiares. El Dr. R. Khosla mencionó diferentes casos donde la AP puede ser implementada, sin tener que vincularse necesariamente con mayor uso de tecnología en equipamiento. Así, el manejo de nutrientes o insumos por zonas de manejo, la optimización de dosis de nutrientes en base al requerimiento de los cultivos, entre otros, son ejemplos de AP. En EE.UU mencionó que, según información de la Annual Survey of Precision Agriculture Activities (2009), la fertilización basada en sensores remotos activos se ubica al final de la lista. Atribuyó este fenómeno al hecho de que estos sensores en general pueden detectar la variabilidad nutricional del canopeo en estadios muy avanzados del ciclo de los cultivos (e.g. V12 en maíz). Los productores en general realizan sus aplicaciones de N previo a ese estado. Otros desafíos que mencionó de la AP en el manejo de nutrientes fueron los siguientes:

- Poca capacidad de los sensores actuales para diferenciar deficiencias de nitrógeno de las de hierro.
- Necesidad de contar con una técnica económicamente viable para cuantificar la variabilidad espacial del suelo y del cultivo a escala de lote.
- Dificultad para integrar y manejar información generada a nivel sitio-específico para ser aplicada a una escala más regional.

Los suelos de Australia: ¿cuáles son las principales problemáticas ambientales y agronómicas del manejo de nutrientes?

- El contraste textural a distancias o escalas muy pequeñas y la presencia de capas arcillosas endurecidas a nivel subsuperficial son una característica de vastas áreas de Australia.
- La salinidad y sodicidad también constituyen restricciones agronómicas relevantes en algunas regiones.
- En los últimos años el principal desafío del Gobierno australiano es reducir y controlar el impacto ambiental de la agricultura sobre la “Gran Barrera de Coral” y sus ecosistemas. En este sentido, existen políticas para controlar el manejo de la fertilización nitrogenada y fosfatada tendiente a reducir los aportes de estos nutrientes al mar y el Océano Pacífico.
- Las instituciones como el CSIRO y otras instituciones están muy abocadas a generar información científica y tecnológica que permita un uso más sustentable de los nutrientes.
- La gran diversidad geológica y geomorfológica de Australia constituye un desafío, tanto para el manejo agronómico de los recursos, como para el desarrollo urbano. Así, la gran distribución de los suelos sulfato ácidos y su manejo en emprendimientos inmobiliarios es muy considerado en los proyectos de ingeniería.
- Los suelos “sulfato ácidos”, desarrollados en condiciones anaeróbicas, presentan piritita en su mineralogía y generan ácido sulfúrico cuando son removidos para instalar cimientos o estructuras para construcción de diferentes obras (e.g. autopistas, edificios de departamento, etc.). Este ácido sulfúrico, no solo puede ser perjudicial para el crecimiento de los cultivos, sino que su lixiviación y/o escurrimiento constituye un problema ambiental de gran relevancia. Por ello, los proyectos actuales de ingeniería realizan estudios de suelo y mapas para ubicar la distribución de los suelos sulfato ácido y poder realizar el manejo tecnológico adecuado.
- En la actualidad, los principales nutrientes aplicados en los programas de fertilización son N y P, y más recientemente se están observando deficiencias de S y respuestas a la fertilización azufrada en cultivos como colza. Las evidencias recientes de deficiencias de S se relacionarían fundamentalmente con el mayor control de emisiones y la mayor utilización de fuentes fosfatadas sin S como MAP o DAP (Rob Norton, com.pers.).

Distribuciones controladas

La eficiencia en el uso de los fertilizantes, depende en gran medida del equipo, el producto y el operador. Los tres conforman un eje que define el resultado de toda la inversión.

Por: Juan Bautista Raggio | Asesor Privado

Si hablamos de aplicaciones de fertilizantes podemos señalar que, por lo general es más el dinero invertido en productos químicos que el destinado a la compra de equipos y su correcto manejo. Y a esa diferencia, se cargan los montos que desaparecen en los nutrientes que no llegan al objetivo fijado, más el dinero que no se factura por no lograr los rindes alcanzables. Por ello es que presentamos una serie de ideas para mejorar el conocimiento y el manejo de los buenos equipos.

Entre las fertilizadoras de uso más frecuente, se encuentran las que dosifican granulados o polvos desde dos orificios calibrados estacionarios ubicados en el fondo de una tolva que tiene la forma de cono con su vértice orientado hacia abajo, con el objeto de que las paredes de la misma tolva conduzcan el contenido hacia el referido orificio (Foto 1). Y como los dosificadores son dos, entonces la tolva resulta en forma de “W” con dos descargas en su parte más cercana al suelo. La distribución del sólido, que sigue a la dosificación, es por fuerza centrífuga mediante dos discos contrarrotantes, provistos de paletas.

Entonces, cada orificio realiza su descarga por acción de la gravedad, en uno de los discos y con un caudal que se mide en kilogramos por hora, con una pequeña licencia para usar unidades de peso en lugar de volumen que para el caso es más práctico, y que dependerá del tamaño del diámetro del orificio que es regulable, razón por la cual se denomina “orificio calibrado”.



Aspectos deseables

En los buenos equipos, con el objeto de mejorar la descarga del fertilizante, se cuenta con rejillas ubicadas en la tolva a manera de filtros que retienen los cascotes que suelen formar los químicos con la humedad ambiente, y removedores ubicados cerca de cada orificio dosificador, con los que se trata de uniformar el caudal de salida ante las variaciones de la carga en la tolva.

La caída del químico se produce en un punto definido de cada disco, ubicación depende del diseño del equipo, pero que si es cerca del centro de giro mejor, debido a que de esa manera el trato al fertilizante será más suave lo cual es una ventaja.

Los discos contrarotantes definen el “ancho de esparcido”, la “uniformidad de distribución” en todo ese ancho y por lo tanto el “ancho de trabajo” del equipo. En líneas generales, una máquina trabajando con un buen fertilizante, “proyecta” las partículas como lo muestra la figura “Distribución”.

Si todo funciona de acuerdo a lo esperado, equipos de buena calidad y diseño alcanzan anchos de

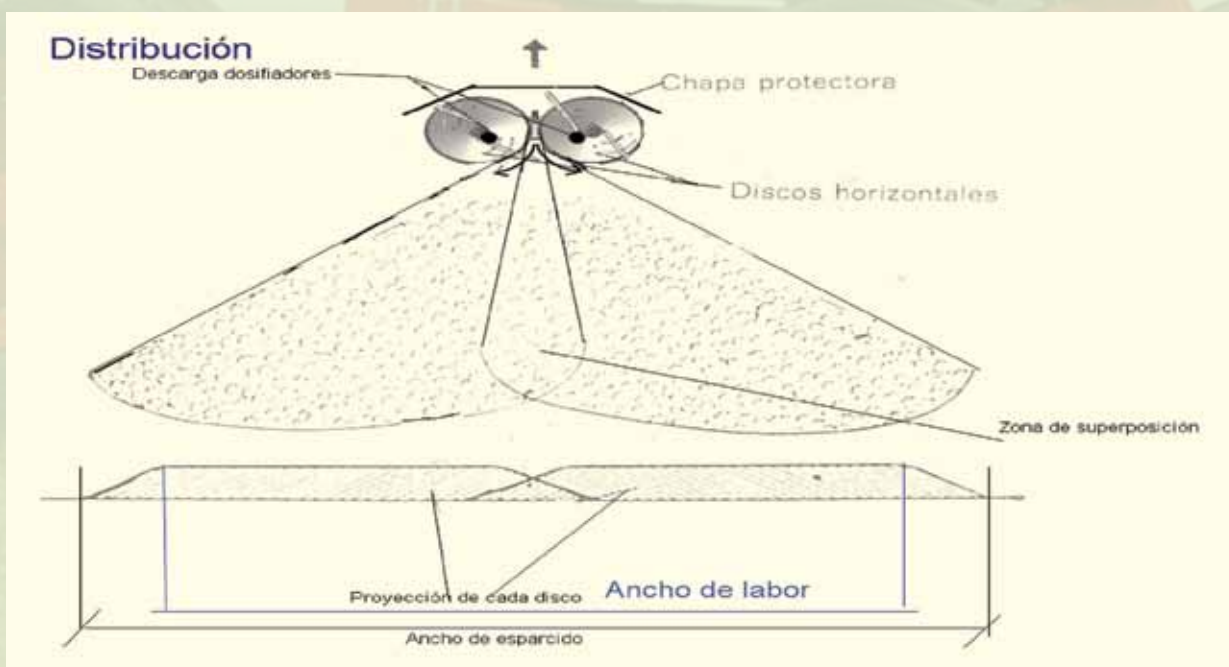
proyección de 30 o 40 y más metros, con buena uniformidad de distribución, dependiendo de factores de regulación y del fertilizante distribuido, que revisaremos luego.

Entre los factores que hacen al equipo, podemos destacar algunos que son de regulación y otros de diseño. Veamos:

1) La posición de los discos distribuidores es horizontal cuando se trabaja en rastros o en cultivos bajos, y levemente hincada hacia delante (10°) en cultivos algo más altos. Este detalle se regula con el acoplamiento de tres puntos en los equipos montados y con la altura de enganche en los de arrastre.

2) La altura de los discos distribuidores respecto del suelo, media desde la superficie desde donde el fertilizante es despedido del disco, ronda los 70 cm y tiene que ver con el diseño del equipo.

3) Velocidad de avance, se define con la caja de cambios del tractor a un régimen del motor tal que la toma de potencia gire a 540 r.p.m. Se aceptan variaciones de hasta un 10%. Asimismo, la velocidad de





trabajo se relaciona con el estado del terreno y la capacidad del equipo para copiar irregularidades de superficie sin sufrir daños. A criterio de quien pone a punto se define la velocidad. También influyen en la velocidad y en el ancho de trabajo, el caudal de descarga generado desde el dosificador, en conjunción con el tipo de partícula a distribuir (diámetro y peso específico), y del ancho de trabajo, a fin de alcanzar el mejor grado de uniformidad en todo ese ancho de trabajo. Esta información se encuentra en las tablas de fertilización del equipo.

4) Diámetro y régimen de los discos que definen la velocidad tangencial y de salida de las partículas distribuidas. Estos aspectos son de diseño del equipo y no se calibran, ya que dependen de la transmisión de la fertilizadora (relación de transmisión en sus engranajes).

5) Paletas de cada disco, su cantidad, su forma, su longitud, su posición (Esquema Ajustes paletas).

En general los discos para distribuir granulados llevan dos paletas cada uno, en tanto que los pensados para distribuir polvos, llevan seis paletas cada uno. Puede haber modelos con cantidades diferentes a las mencionadas.

En un análisis detallado, podemos sostener que ambos discos se complementan construyendo una distribución total en el ancho de esparcido.

En el par de paletas de un disco, una es mas corta y es que la impulsa las partículas de fertilizante hacia atrás de la máquina, en tanto que la de mayor longitud impulsa el granulado impulsa partículas hacia los costados. Asimismo, el ángulo que forma cada paleta con el diámetro geométrico del disco, es regulable en posiciones definidas que se describen de manera precisa en el manual de uso del equipo. La tendencia es que cuanto más se anticipa la paleta corta en el sentido de giro del disco, esta impulsará las partículas más lejos hacia atrás de la máquina. Cuanto más se atrase la paleta respecto del sentido de giro, más cerca se proyectarán a distancias más cortas. Por el lado de la paleta

larga, cuanto más se anticipa la misma en sentido del giro del disco variando su ángulo, más lejos proyectará las partículas y a la inversa, más cerca. Combinado adecuadamente estas regulaciones de las paletas con la velocidad de avance del equipo, la dosis entregada por los orificios calibrados y con el peso, el tamaño, la esfericidad de las partículas es que se logran distribuciones uniformes. Es por ello que no será el mismo ancho de trabajo, ni la misma velocidad para distribuir por ejemplo urea, superfosfato o semillas de una pastura.

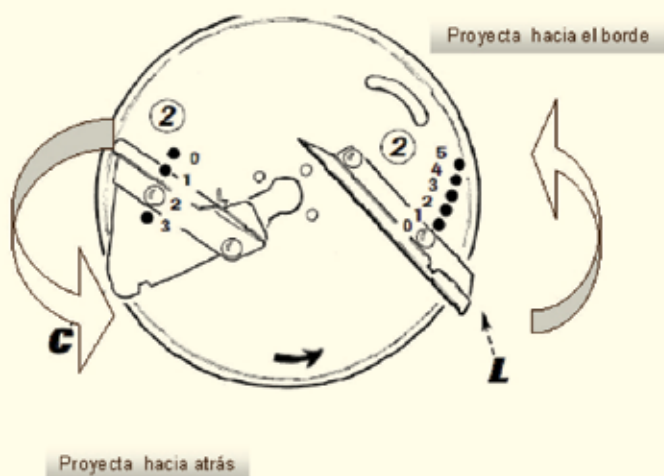
A esta altura de los acontecimientos, es necesario señalar que, como se ve en el gráfico de distribución esta, cuando es buena, tiene la forma de a) meseta, o bien de b) curva de Gauss, de c) triángulo o de d) doble v. Entonces para alcanzar uniformidad de distribución en todo el ancho de trabajo en los tres primeros casos, es necesario superponer los anchos de esparcido acercando las carreras contiguas de la máquina, de manera tal de compensar las diferencias entre el centro y los bordes. La superposición define en definitiva el ancho de trabajo, y estará en función de las variables mencionadas anteriormente como son la velocidad de avance, el caudal, la posición de ambas paletas, las características referidas de las partículas.

Ajustes

En la calibración de estos equipos, se practican en tres etapas: a) ajuste de la dosis de fertilizante en kg/ha, b) ajuste de la uniformidad de distribución en todo el ancho de trabajo (diferente del ancho de esparcido); c) ajuste final.

En todo este proceso es muy conveniente tener a mano el manual de uso de equipo con las tablas de densidad de fertilización elaboradas por el fabricante. Estas suelen tener datos de anchos de trabajo y de dosis de acuerdo al peso de cada producto distribuido. Son sólo orientativas debido a que no pesan lo mismo diferentes “tandas de producción” de un mismo producto, y no siempre el producto que debemos distribuir fue incluido en las calibraciones hechas por el fabricante. Pero ayudan y ahorran tiempo,

Ajuste del ancho de trabajo Ajuste de la distribución



entregará cada orificio de descarga de acuerdo a la dosis, la velocidad y el ancho de trabajo que se espera lograr con el equipo.

Fórmula 1

$$Q \text{ (kg/min)} = \frac{\text{Kg/ha} \times \text{Km/h} \times \text{ancho de labor (m)}}{600}$$

Envolviendo los elementos de salida del fertilizante con un nailon, bolsa o lona, se recoge el fertilizante entregado por un minuto con la toma de potencia en movimiento a régimen de trabajo. Para esta medición se puede, si se lo prefiere, sacar un disco y medir el caudal de un dosificador. En el caso que se busque una dosis de 120 kg/ha en 12 m de ancho, con la palanca en la posición indicada por el manual, se tiene la siguiente medición. En tales condiciones se mide por ejemplo un caudal de 15 kg/min. Entonces de la fórmula (1) se despeja la siguiente igualdad:

$$\frac{600 \times 15 \text{ kg/min}}{12 \text{ kg/ha} \times 12 \text{ m}} = 62,5 \text{ kg/ha}$$

Se multiplica por dos para saber el caudal de ambos dosificadores y el resultado en el caso del ejemplo será $62,5 \times 2 = 125 \text{ kg/ha}$

La diferencia con el objetivo es de 5 kg/ha, es decir el 4,2 % en más. En las fertilizaciones se suelen aceptar diferencias de hasta un 10% esperando que las mismas no afecten la economía del cultivo ni de la aplicación.

Con la velocidad de avance (12 km/h) en el ejemplo y el caudal medido, se puede conocer la dosis entregada haciendo referencia al caudal.

Con 12 km/h (12000 m en 60 minutos), y un ancho de 12 m, en un minuto se cubren

$$12.000 \text{ m} / 60 \text{ minutos} \times 12 \text{ m} = 2.400 \text{ m}^2$$

$$\frac{10.000 \text{ m}^2 \times 30 \text{ kg}}{2.400 \text{ m}^2} = 125 \text{ kg}$$

Así queda verificado que la dosis de entrega son 125 kg/ha.

debido a que dan una idea bastante aproximada de por donde empezar el tanteo.

Veamos las etapas de puesta a punto.

a) Ajuste de dosis en kg/ha

Verificar que la toma de potencia del tractor funcione al régimen esperado, de acuerdo a la aceleración. Se engancha la máquina al tractor controlando nivelaciones en sentido de avance y transversal. Con la máquina limpia en su interior, y exterior, las paletas limpias y libres de desgastes, se coloca en la tolva el fertilizante a distribuir, no más allá de un 30 o 40 % de la capacidad. Se analiza el tamaño de granulos a simple vista, porque este detalle define el techo de la uniformidad de distribución junto con la fertilizadora.

La velocidad de avance del equipo, se mide en una superficie similar a la de trabajo, por reloj en una distancia conocida y definida con cinta métrica.

La posición de la palanca o “perilla” en la corredera reguladora de dosis en kg/ha, se define de acuerdo a la tabla del manual. Tal posición estará de acuerdo al producto a distribuir

Mediante la fórmula (1) se calcula el caudal que

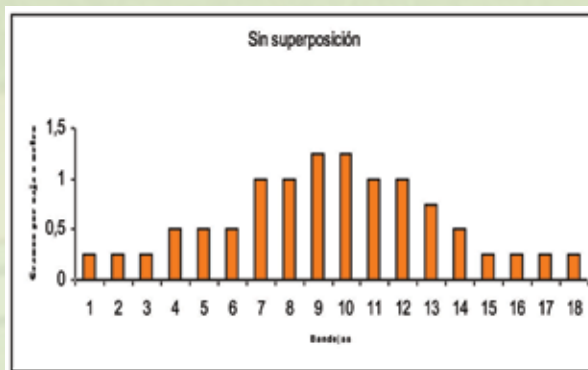
b) Ajuste uniformidad de distribución en todo el ancho de trabajo.

Ahora el objetivo es determinar la uniformidad de distribución en todo el ancho de trabajo. Para ello se distribuyen recipientes, que pueden cajas de archivo en una línea perpendicular a la dirección de avance del equipo. La línea de cajas debe ser un poco más ancha que el ancho de esparcido de la máquina. Si se espera un ancho de 17 m, armar una línea de 22 m a fin de asegurar que todo el ancho será recolectado. En la línea las cajas contiguas, podrán tocarse entre sí o dejar un metro entre ellas o una distancia constante entre ellas, sabiendo que a menor distancia mayor precisión en la medición. En nuestro ejemplo, esperamos un ancho de esparcido de 20 metros, 10 metros para cada lado desde el centro de la máquina. Luego, colocamos 5 cajas para cada lado de la trayectoria de la máquina dejando un espacio para que pasen las ruedas del tractor y la máquina. Como entre cajas contiguas dejamos 1 metro, con 6 cajas por lado cubrimos 10 m por lado. Total 20 m. Pasa la máquina trabajando a velocidad de trabajo y dosificando fertilizante de acuerdo a la dosis. En cada caja quedan gránulos, que se vuelcan en tubos de ensayo o en recipientes transparentes que permitan observar la altura alcanzada. Para que la cantidad sea más visible, se puede repetir el pasaje sobre las cajas fertilizando 3 a 5 veces. Así al observar los recipientes que contienen los gránulos provenientes de cada caja, siempre se verá un buen volumen en todos los recipientes. Las cajas deben ser numeradas a fin de diferenciarlas claramente con seguridad.

Otra forma de hacer el mismo análisis es pesar el contenido de contenido de cada caja, expresarlo en gramos y volcarlo en un gráfico de barras.

Observando el gráfico, o los recipientes tipo tubo de ensayo, se concluye en cuantos metros se deben superponer las pasadas a fin de uniformar la distribución en todo el ancho de trabajo.

Gráfico de barras con el peso recolectado por caja.



En el caso del ejemplo, se colocaron 20 cajas de las cuales recibieron producto 18 cajas, por ello dos fueron descartadas y no se toman en cuenta.

Observando el gráfico se puede concluir que superponiendo 6 cajas (6 metros) se puede uniformar un poco al menos, la distribución en todo el ancho. Es decir el ancho de trabajo será de:
 $18 \text{ metros} - 6 \text{ metros} = 12 \text{ metros}.$

c) Ajustes

En caso de requerir correcciones en la dosificación a fin de adaptarnos a las condiciones de la distribución, las mismas se hacen, o bien modificando el caudal o la velocidad de avance en la palanca de cambios del tractor. No en el régimen del motor, a menos que este cambio resulte menor al 10% del régimen de norma (540 R.P.M.).

Granulados

Asimismo, juegan un papel decisivo en el resultado de las aplicaciones, los fertilizantes y sus cualidades intrínsecas. Entre ellas la granulometría, es decir el tamaño de partícula, que oscila entre 2 y 5 mm, con el 80% de las mismas entre los 2,5 y 4 mm. Son productos higroscópicos –absorben con relativa facilidad la humedad ambiente-, lo cual es un inconveniente para su manejo en ambientes con humedad. Son corrosivos y abrasivos, aspectos que los hacen agresivos a los componentes de los equipos, contruidos en metales

en general. Los plásticos y metales específicos como el acero inoxidable resisten a la corrosión.

Los granulados más corrientes entre otros son: urea, nitrato de amonio calcáreo, fosfato monoamónico, fosfato diamónico, superfosfato triple. Se presentan en bolsas de 50 y 70 kg aunque en realidad su uso a granel es cada vez más corriente.

Otros aspectos deseables que influyen en la fluidez del fertilizante por los conductos y orificios de la fertilizadora son su densidad aparente constante y superior a 0,85 kg/m³, baja friabilidad, buen nivel de dureza, bajo contenido de polvo y buena esfericidad.

Otros para distribuir con las fertilizadoras centrífugas, son los polvos cuyo uso no es muy frecuente. No obstante, los correctores de pH y las piedras calizas

se ofrecen de ese modo. Su peso específico es alto y se expenden a granel. Se aplican en altas dosis y su proyección es afectada por el viento, condiciones que suelen complicar su manejo y distribución.

Manejo

En ocasiones los efectos beneficiosos de las modernas tecnologías como son los elementos de agricultura de precisión, son limitados por el inadecuado de las herramientas de base como el manejo de una fertilizadora.

**ENTRE TODOS
LO HICIMOS POSIBLE**

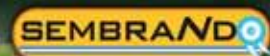
Empresarios Productores Operarios Editores
Profesionales Políticos Estudiantes
Veterinarios Periodistas
Asistentes Camarógrafos Televidentes Diseñadores
Locutores Peones Dirigentes Agricultores
Proveedores Fabricantes Ganaderos Tamberos



SEMBRANDO^{TV}
FEDERAL 1995 - 2010

GRACIAS!!!

Un producto de:



www.sebrando.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

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.



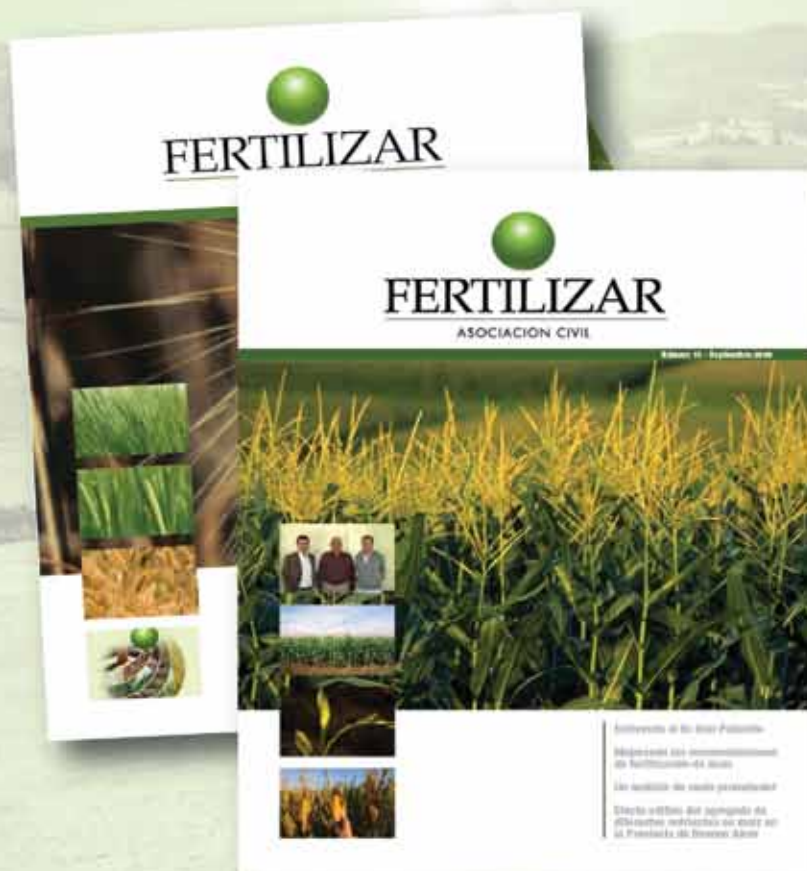
TodoAgro TV

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



Suscríbase a la
mejor información

Revista Fertilizar

Actualidad del sector ● Notas técnicas ● Opinión de especialistas

Suscríbase con sólo un click
www.fertilizar.org.ar


FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL

Para mayor información escriba a: suscripciones@fertilizar.org.ar