



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Septiembre 2015 | N° 32

2015 AÑO INTERNACIONAL DEL SUELO

¿PARA QUÉ SIRVE?
POR DIEGO COSENTINO

.....

DIAGNÓSTICO DE FERTILIZACION NITROGENADA PARA SORGO

.....

POR BARBAGELATA – PAUTASSO –
MELCHIORI

.....

¿POR QUÉ NO SE REPONEN NUTRIENTES?

.....

POR RICARDO MELGAR

.....

ENTREVISTA A GRACIELA CORDONE

.....



Sumario

REVISTA FERTILIZAR - N° 32 - SEPTIEMBRE 2015

EDITORIAL

Por: María Fernanda González Sanjuan

▶ 03



5 razones por las que el suelo es clave para el futuro sostenible del planeta
2015 Año Internacional de los Suelos

▶ 04

08 ◀

2015 Año Internacional del Suelo
¿Para qué sirve?
Por: Diego J. Cosentino



Fertilización para altos rendimientos de Arroz
Por: Ing. Agr. Dr. Cesar E. Quintero
Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER

▶ 12

18 ◀

Entrevista a Graciela Cordone
La pérdida de fertilidad bajo el actual sistema productivo tiene una magnitud significativa



Porque en la Argentina no se reponen los nutrientes extraídos con las cosechas
Por: Ricardo Melgar INTA Pergamino

▶ 24

30 ◀

Ámbito de recomendación de aditivos o coadyuvantes en pulverizaciones agrícolas
Por: Ing. Agr. Pedro Daniel Leiva
Especialista en Protección Vegetal



Deficiencia de azufre en soja en el sudeste bonaerense: diagnóstico con índices ópticos
Por: Guillermo Divito, J.P. Martínez y Hernán Echeverría

▶ 36

40 ◀

Diagnóstico de la fertilización nitrogenada para sorgo en entre ríos
Por: Pedro Barbagelata, J.M. Pautasso, y Ricardo Melchiori



Novedades Bibliográficas ▶ 44

Novedades Fertilizar ▶ 45

STAFF

FERTILIZAR
Asociación Civil**Presidente:**

Jorge Bassi (Bunge Argentina S. A.)

Vicepresidente 1ro:

Pablo Pussetto (Profertil S. A.)

Vicepresidente 2do:

Victor Accastello (ACA)

Secretario:

Ezequiel Resnicoff (YPF)

Prosecretario:

Camila López Colmano (Nidera S. A.)

Tesorero:

Diego Antonini (Profertil S. A.)

Protesorero:

Marco Prenna (ACA Coop. Ltda.)

Vocales Titulares:Federico Daniele (ASP)
Margarita Gonzalez (YARA)**Vocales Suplentes:**Pedro Faltlhauser (Bunge Argentina S. A.)
Cristian Hannel (Profertil S. A.)**Revisor de Cuentas:**

Francisco Llambias (Profertil S.A.)

Revisor Suplente:

Hernan Rivero (ASP)

Comité TécnicoR. Rotondaro
G. Deza Marín
M. Palese
M. Díaz Zorita
I. Cartey
J. Urrutia
P. Lafuente
D. Germinara
P. Poklepovic
M. F. Missart
M. Toribio
M. Zaro
M. Avellaneda**Gerente Ejecutiva**

M. Fernanda González Sanjuan

ACA	MOSAIC
ASP	NIDERA
AGRILQUID SOLUTIONS	NITRON
AMEROPA CONOSUR SRL	NOVOZYMES
BROMETAN	PHOSCHEM
BUNGE	PROFERTIL
COMPO ARGENTINA	RECUPERAR SRL
EMERGER	RIZOBACTER
FULLTEC SRL	STOLLER ARGENTINA
HELM ARGENTINA	TIMACAGROARGENTINA
KEYTRADE AG	TRANSAMMONIA
LOUIS DREYFUS COMMODITIES	YARA
MOLNOSRIODELA PLATA	YPF S.A.

Asesor de Contenidos

Ricardo Melgar

Corrección

Martín L. Sancia

Coordinación General

Paula Vázquez

Producción

Horizonte A Ediciones

EDITORIAL ▶



Les presentamos un nuevo **número** de nuestra revista, con varios artículos de interés relacionados con el cuidado del suelo y la reposición de nutrientes. Uno de ellos busca explicar por qué en la Argentina no se reponen los nutrientes extraídos con las cosechas, en donde se realiza una comparación con otros países de la región como Brasil, e incluso con EE.UU., que poseen ratios de reposición mucho más elevados que los exhibidos por los productores locales.

La entrevista principal de esta nueva edición la hemos realizado a la Ing. Agr. Graciela Cordone, Master of Science de la University of Florida (Gainesville, USA), con especialidad en Manejo de Cultivos y Fertilidad de Suelos, quien se desempeñó durante más de 35 años en la Agencia de Extensión Rural de Casilda, Santa Fe.

Por otra parte, en el marco del Año Internacional del Suelo, incluimos una nota sobre las razones por las que el suelo es clave para el futuro sostenible del planeta donde el autor destaca *“que quizá no sea visualmente asombroso como un bosque verde ni aparezca tan vital como el agua dulce, pero el suelo, pese a su aspecto sencillo, es un recurso natural igual de esencial para sostener la vida en la Tierra”*.

En esta misma línea, Diego J. Cosentino, Investigador y Consultor en Facultad de Agronomía (UBA) y CONICET, explica por qué se celebra este año y qué significa básicamente que 193 países se pusieron de acuerdo en prestarle atención al suelo. Otro de los temas que desarrollamos en este nuevo número es sobre la recomendación de aditivos o coadyuvantes en pulverizaciones agrícolas, de la mano del Ing. Agr. Pedro Daniel Leiva – Especialista en Protección Vegetal del INTA.

También compartimos un artículo del Ing. Agr. Dr. Cesar E. Quintero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER acerca de la fertilización para altos rendimientos de arroz.

En esta oportunidad también, presentamos el Manual de Fertilizantes fluidos. *¿Cómo optimizar el uso de fertilizantes fluidos en Argentina y agro-sistemas sudamericanos?*, elaborado por la Fundación Fertilizantes Fluidos (FFF). *“A medida que la popularidad de los fertilizantes líquidos sigue aumentando en todo el mundo, la necesidad de información técnica sobre productos fertilizantes fluidos, sus características, almacenamiento, procedimientos de mezclado, compatibilidades, técnicas de aplicación y capacidades agronómicas aumenta también”*, comentaron los autores.

Completando esta edición, incluimos dos artículos de investigación; uno sobre deficiencia de azufre en soja en el sudeste bonaerense con el diagnóstico con índices ópticos; y otro, acerca del diagnóstico de la fertilización nitrogenada para sorgo en Entre Ríos.

Este año en que se conmemora el Año Internacional del Suelo, así como lo venimos haciendo, desde FERTILIZAR continuaremos promoviendo la importancia de la reposición de nutrientes, la fertilización y la preservación de este recurso natural estratégico para la producción y el país.

Cordialmente,

Ing. Agr. Ma Fernanda González Sanjuan
Gerente Ejecutiva

5

razones

por las que el suelo es clave para el futuro sostenible del planeta



2015 Año Internacional de los Suelos



Quizá no sea visualmente asombroso como un bosque verde ni aparezca tan vital como el agua dulce, pero el suelo, pese a su aspecto sencillo, es un recurso natural esencial para sostener la vida en la Tierra.

El suelo proporciona nutrientes, agua y minerales para las plantas y los árboles, almacena carbono y es el hogar de miles de millones de insectos, pequeños animales, bacterias y muchos otros microorganismos.

Sin embargo, la cantidad de suelo fértil en el planeta ha ido disminuyendo a un ritmo alarmante, lo que compromete la capacidad de los agricultores de cultivar alimentos para alimentar a una población mundial que, según las previsiones, debería alcanzar los nueve mil millones de aquí a 2050.

Siendo uno de los 14 temas enfocados al desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el suelo está entre los ámbitos prioritarios discutidos en la sede de la ONU en Nueva York, donde se están llevando a cabo las negociaciones intergubernamentales para una Agenda de Desarrollo Post-2015.

Para destacar su importancia, el 2015 es el año en que la comunidad internacional acordará un nuevo marco de desarrollo global para sustituir a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y también ha sido declarado como el Año Internacional de los Suelos por las Naciones Unidas.

Estas son las cinco razones por las que deberíamos guardar como oro en paño a nuestro recurso natural frecuentemente subestimados.

1. LA TIERRA SALUDABLE ALIMENTA AL MUNDO

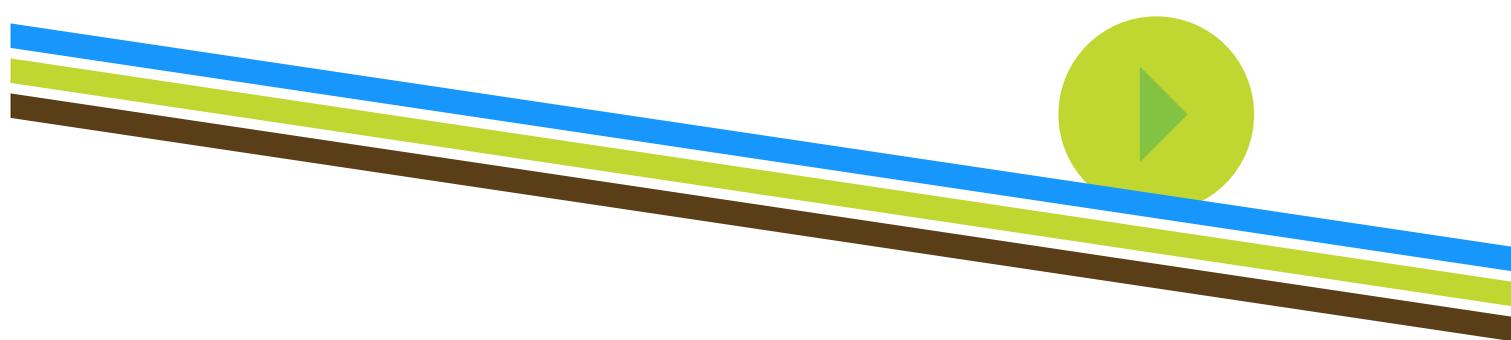
El suelo es donde comienza la alimentación. Compuesto de minerales, agua, aire y materia orgánica, el suelo proporciona el ciclo de nutrientes primarios para la vida vegetal y animal y actúa como una base para la alimentación, combustibles, fibras y productos médicos, así como para muchos servicios ecosistémicos esenciales.

“La calidad de nuestra alimentación depende mucho de la calidad de nuestro suelo”, destaca Ronald Vargas, oficial de la Gestión de Tierra y Suelos en la FAO. “La degradación del suelo es un proceso silencioso, pero tiene enormes consecuencias para la humanidad. Estudios muestran que alrededor de un tercio de los suelos del planeta se enfrenta a una degradación entre moderada y grave. Junto con el Año Internacional de los Suelos, 2015 pasa a ser un año especialmente importante para el futuro sostenible del planeta con nuevos objetivos globales que vendrán anunciados. La atención y el compromiso dedicados a suelos saludables y vivos, serán aliados cruciales para garantizar la seguridad alimentaria y la nutrición para todos.”

2. EL SUELO, COMO EL PETRÓLEO O EL GAS NATURAL, ES UN RECURSO FINITO

El suelo es un recurso natural no renovable - su pérdida no es recuperable en el marco de tiempo de una vida humana. Un centímetro de suelo puede tardar cientos de miles de años en formarse desde la roca madre, pero este centímetro de suelo puede desaparecer en el plazo de un año a través de la erosión.

Las malas prácticas agrícolas – laboreo intensivo,



eliminación de la materia orgánica, irrigación excesiva utilizando agua de mala calidad y el uso excesivo de fertilizantes, herbicidas y pesticidas - agotan los nutrientes del suelo más rápido de lo que son capaces de formarse, lo que lleva a la pérdida de la fertilidad del suelo y a la degradación de los suelos. Algunos expertos afirman que el número de años de cobertura del suelo restante en el planeta es comparable a las estimaciones de reservas de petróleo y gas natural. Al menos el 16 por ciento de las tierras de África se ha visto afectado por la degradación del suelo. Y, a nivel mundial, 50 mil kilómetros cuadrados de suelo, es decir un área del tamaño de Costa Rica, se van perdiendo cada año, según la *Alianza Mundial por el Suelo.

3. EL SUELO PUEDE MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

El suelo constituye la mayor reserva de carbono orgánico terrestre, más del doble de la cantidad almacenada en la vegetación. Además de ayudar a suministrar agua potable, evitar la desertificación y proporcionar resiliencia a las inundaciones y la sequía, el suelo mitiga el cambio climático a través del secuestro de carbono y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

“Los suelos del mundo deben formar parte de cualquier programa dedicado a hacer frente al cambio climático, así como a asegurar la seguridad alimentaria e hídrica”, afirma Rattan Lal, Director del Centro para la Gestión y el Secuestro de Carbono de la Universidad Estatal de Ohio. “Creo que ahora existe una concienciación general sobre el carbono en el suelo, una concienciación de que la tierra no es sólo un medio para el crecimiento de las plantas”.

6 4. EL SUELO ES UN SER VIVO, LLENO DE VIDA

El suelo alberga la cuarta parte de la diversidad biológica del planeta. Hay literalmente miles de millones de microorganismos tales como bacterias, hongos y protozoos en el suelo, así como miles de insectos, ácaros y gusanos. Hay más organismos en una cucharada de suelo sano que gente en el planeta.

“No fue sino hasta hace poco que hemos empezado a pensar en la biodiversidad del suelo como un recurso que necesitamos conocer”, afirma Diana Wall, Directora científica de la Iniciativa Global sobre la Biodiversidad del Suelo. “Sin los suelos y su biodiversidad, no hay vida humana”.

5. INVERTIR EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS SUELOS TIENE SENTIDO ECONÓMICO Y AMBIENTAL

La gestión sostenible del suelo cuesta menos que la rehabilitación o la restauración de las funciones del suelo. En la región de Lempira Sur en Honduras, un proyecto de la FAO desarrolló el “Quesungual slash and mulch agroforestry system” para sustituir el método agrícola ancestral de cultivos de corta y quema, que había dado lugar a la disminución de la humedad y la fertilidad. Como consecuencia, se produjo un aumento de la productividad y de los ingresos de los agricultores de la región. Un proyecto muy diferente, dirigido por la FAO y que se centraba en la tierra, el agua y los recursos biológicos para revertir el proceso de degradación de la tierra en la cuenca del río Kagera, entre Burundi, Ruanda, Uganda y Tanzania, ha mejorado los medios de vida y la seguridad alimentaria de los agricultores alrededor del Lago Victoria.

“En todo el mundo, la presión humana sobre los suelos está llegando al límite crítico”, añade Vargas. “De acuerdo con los principios establecidos en la Carta Mundial de los Suelos y respaldados por la FAO, la buena gobernanza del suelo requiere acciones en todos los niveles, de los gobiernos a las personas, en la promoción de la gestión sostenible de los suelos.

“Un enfoque sobre los suelos en la Agenda de Desarrollo Post-2015 sería una gran recompensa”.

* Comprometidos con la gestión sostenible del suelo, los miembros de la FAO han creado la Alianza Mundial por el Suelo.

Páginas youtube y otros sitios para visitar y escuchar de los suelos

El suelo . Un recurso oculto. FAO

https://www.youtube.com/watch?v=1DEsfW7kJi4&list=PLz7RwM9D_B3_TFL6NKC4Bgwi_x4wPeLjr&index=5

el Suelo....

https://www.youtube.com/watch?v=U8RItf_wyiw&index=8&list=PLz7RwM9D_B3_TFL6NKC4Bgwi_x4wPeLjr

La Erosión

<https://www.youtube.com/watch?v=9Ev10TfNIOA>

Portal de suelos de la FAO

<http://www.fao.org/soils-portal/es/>



LA MEJOR COMBINACIÓN PARA LLEGAR AL HOMBRE DE CAMPO

TodoAgro

TodoAgro
EDICIÓN IMPRESA

LA LECTURA DEL SECTOR
EN EL CENTRO DEL PAÍS

Reflejo de la producción agropecuaria argentina. Periódico quincenal que incluye noticias de actualidad, cobertura de eventos e informes especiales; en 24 páginas y todo color.

15.000 ejemplares por edición



TodoAgro.com.ar
INTERNET

EL PORTAL LÍDER DE
AGRONOTICIAS EN ARGENTINA

El sitio web donde la comunidad agropecuaria se informa cada día. Noticias de agricultura, lechería, agromáquinas, ganadería bovina, porcina y mucho más... Envío de boletines informativos, propios y de terceros.

Más de 147.000 suscriptores



TodoAgro TV

CALIDAD DE INFORMACIÓN EN
MEDIA HORA DE PROGRAMACIÓN

Se transmite cada semana en las localidades más importantes del centro agropecuario de Córdoba, y para diversos puntos del país por la Red Intercable. También a través de Internet.

3 años y más de
150 programas emitidos



TodoAgro Eventos

PASIÓN POR HACERLO BIEN

La realización de eventos para el sector requiere coordinación y experiencia, pero también vocación, un ingrediente esencial en nuestros recursos humanos para obtener los mejores resultados. Nos especializamos en la realización de jornadas de capacitación para el sector.

23.000 personas se
capacitaron entre 2007 y 2013



TodoAgro es un grupo de comunicación que desde hace 15 años interactúa con el universo agropecuario argentino. Su central está en Villa María, provincia de Córdoba.

Belgrano 427 • Tel.: (0353) 4536239 / 4613068 / Cel.: (0353) 154196618 • E-mail: todoagro@todoagro.com.ar

Horizonte Horizonte

LAS CIENCIAS
Y LOS AGRONEGOCIOS
EN UNA MISMA REVISTA



 /horizontea |  @horizontea | www.horizonteadigital.com

+ Campo

Las Naciones Unidas, el ente internacional más importante a nivel planetario, a través de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), decretaron al 2015 como “El Año Internacional de los Suelos” y al 5 de diciembre como el “Día Internacional de los Suelos”. Esto significa básicamente que 193 países se pusieron de acuerdo en prestarle atención al Suelo. ¿Por qué?

La función más ampliamente conocida de los suelos es la de ser la base de la producción de alimentos. Los productores saben muy bien que el Suelo es el medio en el cual las plantas se desarrollan. Por lo tanto su fuente de ingresos. Sin embargo, hay algunas funciones no tan evidentes pero de similar impacto a nivel global que pueden verse resumidas en la figura 1.

Es claro que en la medida que los humanos nos concentramos cada vez más en las ciudades, siendo un histórico y grave problema de nuestro país, tendemos a desnaturalizarnos y perder contacto frecuente y directo con el suelo. Quizás por ello gran parte de la población no se sensibiliza con algunas funciones muy trascendentes del suelo como el mantenimiento de la biodiversidad o la seguridad alimentaria. O quizás por el hecho de que a diferencia del agua que la bebemos o del aire que lo incorporamos directamente a nuestros pulmones, al suelo no lo “sentimos” como algo tan trascendente, total allí está, por todos lados y en cantidad, y siempre estará (dicen).

Pero el cambio climático lo sentimos todos y fuerte. Y por ello tiene tanta trascendencia y publicidad a nivel mundial y se han acordado acciones internacionales conjuntas para intentar mitigarlo. Sin embargo, lo que no tiene mega eventos internacionales es el Suelo pese a que se encuentra necesariamente en el camino de los desafíos globales de atenuación del cambio climático, de la adaptación a este cambio y de la seguridad alimentaria.

Un ejemplo. Un número a recordar, el 4 por mil. La materia orgánica del suelo contribuye positivamente a atenuar el cambio climático por su enorme stock de carbono y por su rol principal en la fertilidad del suelo. Las emisiones de gas de efecto invernadero provenientes de la utilización del carbono fósil representan 8,9 Gt de Carbono (Gt = Gigatoneladas = 109 toneladas de C) (Figura 2). El stock de carbono de los suelos del planeta hasta 1 m de profundidad es de 2400 Gt de C. Por lo que las emisiones son el 4‰ (8,9/2400) respecto a lo que hay en el suelo. Por otro lado, el balance global de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera es de 4,3 Gt y el stock de C de los suelos a 30 cm de profundidad es de 800 Gt: $4,3/800 = 5\%$. Dos maneras de cálculo que llevan a similar estimación: un aumento del $\approx 4\%$ de los stocks de C de los suelos del planeta tendría un impacto mayor sobre el efecto invernadero y por lo tanto sobre el cambio climático (Figura 2). ¿El aumento del 4 por mil de C en los suelos es posible? El stock medio de C de los suelos cultivados en Francia, por ejemplo, es 50 tC/ha (GIS Sol, 2013). Así, un aumento del 4 ‰ por año corresponde a tener que incrementar 0,2 t C/ha/año (densidad aparente de 1,3 g/cm³). La buena noticia es que hay muchas prácticas de manejo y cambios de uso de la tierra que pueden generar esta ganancia neta de carbono (Pellerin et al. 2013; Arrouays et al. 2002).

DESAFÍOS EN EL MUNDO. FORMACIÓN DE LA ALIANZA MUNDIAL POR EL SUELO. LOS 5 PILARES DE ACCIÓN.

No sólo es importante tomar conciencia del impacto que tiene el suelo en nuestras vidas sino también llevar a cabo acciones concretas y coordinadas en todo el mundo. Con este fin la FAO

en 2011, creó la Alianza Mundial por el Suelo (Global Soil Partnership). El mantenimiento de suelos saludables y fértiles para la alimentación de una creciente población mundial y para responder a sus necesidades en términos de biomasa (energía), fibra, forraje y otros productos, solo será posible a través de una alianza fuerte.

Las reuniones entre científicos, decisores, agricultores, educadores alrededor de este tema ya empezaron a rodar.

Según FAO, los problemas más graves en relación a los suelos del mundo son los siguientes:

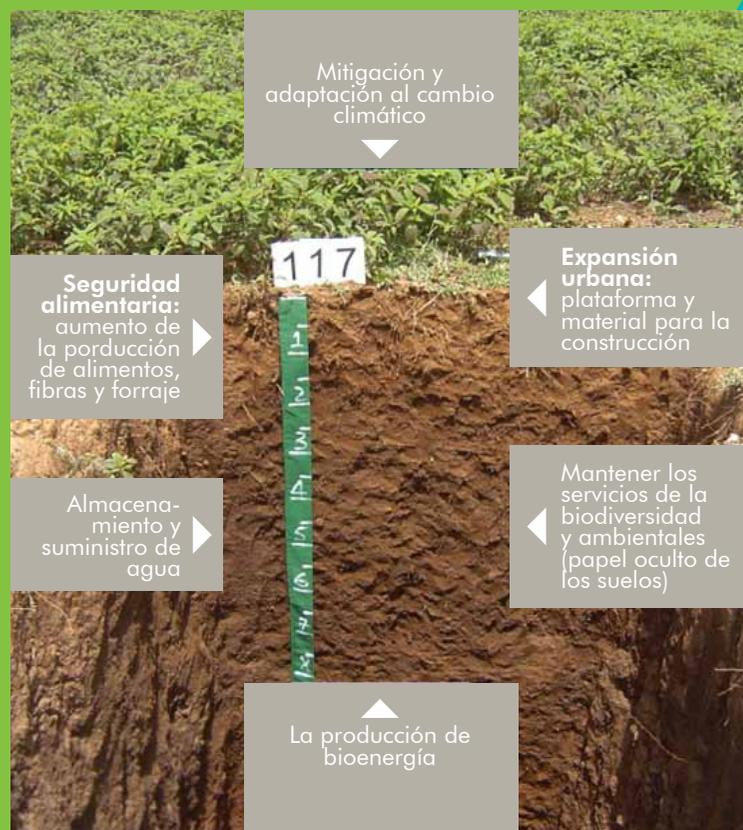
- Degradación de suelos.
- Vacío importante en la Gobernanza del suelo (leyes y reglamentaciones)
- El suelo es considerado como un elemento input-output.
- La Inversión en suelos es muy baja.
- La Información de suelos a nivel mundial, regional y a veces nacional, es obsoleta y no adecuada para tomar decisiones.
- Des-institucionalización de instituciones de suelos.
- Baja atracción de estudiantes hacia el suelo.
- Baja promoción del recurso suelo y sus servicios ambientales.

Para atacar el problema se concibieron 7 Alianzas Regionales por el Suelo (figura 3) y 5 pilares de acción.

Pilar 1: Promoción del manejo sostenible del recurso suelo y mejoramiento de la gobernanza para la protección del suelo y su productividad sostenible.

Figura 1.

Importancia e interacción del Suelo con la vida





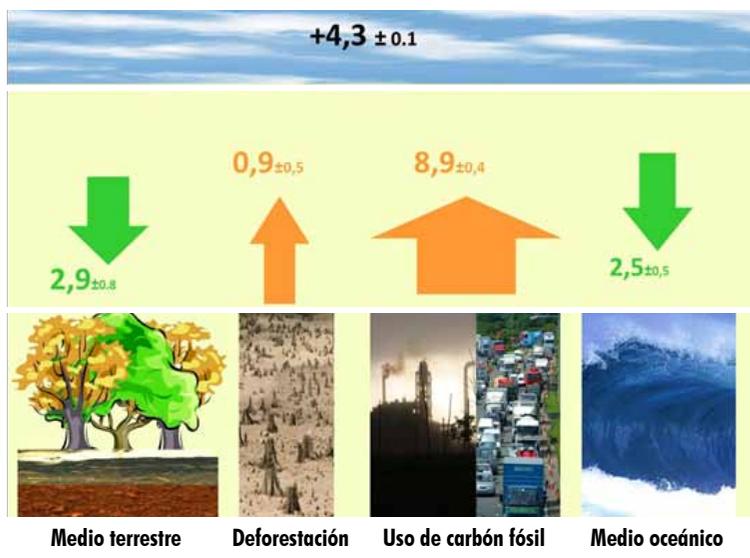
2015 Año
Internacional
del Suelo

¿PARA QUE SIRVE?

Por Diego J. Cosentino

Figura 2.

Las emisiones y captaciones de Carbono anuales a nivel global en Gt C/año. Valores medios 2003-2012. Le Quéré et al., 2013. Global carbon budget 2013. Earth Syst. Sci. Data Discuss., 6, 689-760, doi:10.5194/essdd-6-689-2013



Pilar 2: Fomento de la inversión, cooperación técnica, desarrollo de políticas, educación, concientización y extensión sobre el recurso suelo.

Pilar 3: Promoción del desarrollo e investigación aplicada con enfoque en las brechas y prioridades identificadas, y en sinergia con acciones productivas, ambientales y de desarrollo social relacionadas.

Pilar 4: Mejoramiento de la calidad y cantidad de los datos e información de suelos: recolección de datos, análisis, validación, reporte, monitoreo e integración de datos con otras disciplinas.

Pilar 5: Armonización y establecimiento de guías voluntarias sobre métodos, mediciones e indicadores para fortalecer el manejo y protección del recurso suelo.

DESAFÍOS EN AMÉRICA DEL SUR. LA ALIANZA LATINOAMERICANA POR EL SUELO.

La Alianza Latinoamericana por el Suelo se creó en Mar del Plata, Argentina, en abril del 2012 en el marco del Congreso Latinoamericano de Suelos organizado por la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. De las reuniones donde asistieron representantes de todos los países de Latinoamérica surgió un diagnóstico de los principales problemas de los Suelos de nuestra región (FAO, 2015):

*** Degradación, en particular la erosión**

El 14% de los suelos con vulnerabilidad a la degradación del mundo se encuentran en esta región

Entre todos los factores que contribuyen a la degradación, se identificó a la erosión como prioritario para ser atendido en la región, por cualquiera de sus causas.

*** Debilidad de los marcos legales**

Los países de la región no cuentan con suficientes leyes para la protección y uso sostenible del suelo, y muchos de los marcos legales existentes son escasamente aplicados, debido a deficien-

cias institucionales y políticas.

*** Debilidad institucional y política/Recursos humanos especializados**

La debilidad legal, institucional y política para la protección de los suelos tiene varias causas, dependiendo de cada país. Una de ellas es contar con pocos profesionales especialistas en suelos, tanto en la esfera pública como en la privada y en las ciencias/ academia.

*** Concientización**

Entre los países de la región hay consenso en cuanto a la necesidad de promover la sensibilización sobre la importancia del suelo en la sociedad, tomar conciencia de que es un recurso no renovable, escaso (especialmente, los adecuados para la producción agrícola) y de vital importancia, como el agua.

*** Existencia y disponibilidad de información**

En América del Sur, la información acerca de características y factores que afectan los suelos es escasa y desigual entre países, no es de fácil acceso, y se encuentra atomizada entre instituciones públicas y privadas (muchas veces no accesible).

Otro problema es que la información disponible en su escala actual (muy general), suele ser de poca utilidad para establecer planes concretos de desarrollo

*** Desarrollo de capacidades técnicas (extensión – transferencia de tecnologías)**

El rol de las agencias de extensión técnica fue muy fuerte en la región, especialmente mientras estuvo a cargo de las universidades y de instituciones nacionales. Esta capacidad se ha perdido

Figura 3.

Alianzas Regionales por el Suelo que forman parte de la Alianza Mundial por el



prácticamente por completo, y se considera urgente recuperarla para apoyar la transferencia tecnológica y de información que se genera hacia los productores y usuarios directos de la tierra.

*** Homogenización de información, procedimientos de análisis y monitoreo**

Tanto la información sobre suelos como los procedimientos de medición en campo, muestreo y análisis de muestras varían entre países, y aún dentro de cada país, pues los laboratorios de análisis de suelos siguen sus propias metodologías. Esto hace que sea necesario realizar el esfuerzo por homogenizar ciertos criterios o metodologías de análisis, a fin de que los estudios de brinden resultados comparables entre sí.

ESTADO DE SITUACIÓN Y DESAFÍOS EN NUESTRO PAÍS.

Nuestro país tiene una superficie importante respecto de muchos otros (275 millones de ha continentales), por ello podemos encontrar una gran diversidad de Suelos, producto de la gran variabilidad de los factores que los forman (clima, roca madre, vegetación, relieve y organismos). Sin embargo, los suelos entisoles y aridisoles son casi el 50% del territorio. Estos dos órdenes de suelos tienen poca evolución y son clásicos de zonas áridas y semiáridas. Por ello no es llamativo que en Argentina se estime que la desertificación avance a razón de 650.000 ha/año según (Proyecto LADA/FAO de Argentina, 2011) acompañándose con erosión eólica, siendo un grave problema. La salinidad por causas genéticas es también muy importante llegando a casi 13 millones de ha (tanto en zonas áridas como húmedas). La expansión agrícola en estas zonas ha hecho disminuir las áreas bajo bosques en un 18,4% y la de pastizales/pasturas en un 6,8 % (Pascale et al., 2015).

En cuanto a las zonas húmedas y subhúmedas, naturalmente más aptas para agricultura de secano, el suelo ha sufrido una pérdida importante de carbono de entre 36-53 % respecto de zonas prístinas, la relación entre la aplicación y extracción de nutrientes lejos está de superar la unidad (1993-2011), agravándose particularmente en los últimos años y la erosión hídrica no está totalmente controlada pese a haber sido parcialmente controlada por la gran superficie bajo siembra directa.

Entre los miembros de la Alianza Latinoamericana por los Suelos, hubo acuerdo en que la región no parece tener problemas tan diferentes entre sus países, tanto en lo que se refiere al estado de los suelos (alto porcentaje de degradación) como a los problemas legales, políticos, institucionales o en la concientización de la ciudadanía en general. Argentina fue un país pionero en varios aspectos tratados, como en la cartografía de sus suelos (Plan Mapa de Suelos INTA) pero hoy es débil en muchos planes de acción y coordinación. La falta de una ley de Suelos a nivel país es un claro ejemplo de ello.

Es imperativo sumarse a esta acción conjunta que no tiene más que consecuencias positivas para todos.

BIBLIOGRAFÍA

Arrouays D., Balesdent J., Germon J.C., Jayet P.A., Soussana J.F., Stengel P. (Eds.), 2002. *Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France?* INRA Editions, Paris, 332 pp.

Cruzate, 2014. *Superficie ocupada por suelos salinos, sódicos (o alcalinos) y salino-alcalino.* Fuente: *Suelos salinos y alcalinos de Argentina.*

Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñiz, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas, R. (eds.), 2014. *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe,* Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxemburgo, 176 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/agronoticias/agro-publicaciones/agro-publicacion-detalle/es/c/239323/> Revisado el 12 de mayo de 2015.

FAO. 2015. *Plan de Implementación Regional (PIR) de los Pilares de Acción de la Alianza Mundial por el Suelo (AMS) para los países de América del Sur.*

Le Quérec, C., G. P. Peters, R. J. Andres, R. M. Andrew, T. Boden, P. Ciais, P. Friedlingstein, R. A. Houghton, G. Marland, R. Moriarty, S. Sitch, P. Tans, A. Arneeth, A. Arvanitis, D. C. E. Bakker, L. Bopp, J. G. Canadell, L. P. Chini, S. C. Doney, A. Harper, I. Harris, J. I. House, A. K. Jain, S. D. Jones, E. Kato, R. F. Keeling, K. Klein Goldewijk, A. Körtzinger, C. Koven, N. Lefèvre, A. Omar, T. Ono, G.-H. Park, B. Pfeil, B. Poulter, M. R. Raupach, P. Regnier, C. Rödenbeck, S. Saito, J. Schwinger, J. Segschneider, B. D. Stocker, B. Tilbrook, S. van Heuven, N. Viovy, R. Wanninkhof, A. Wiltshire, S. Zaehle, and C. Yue. *Earth Syst. Sci. Data Discuss.*, 6, 689–760, 2013.

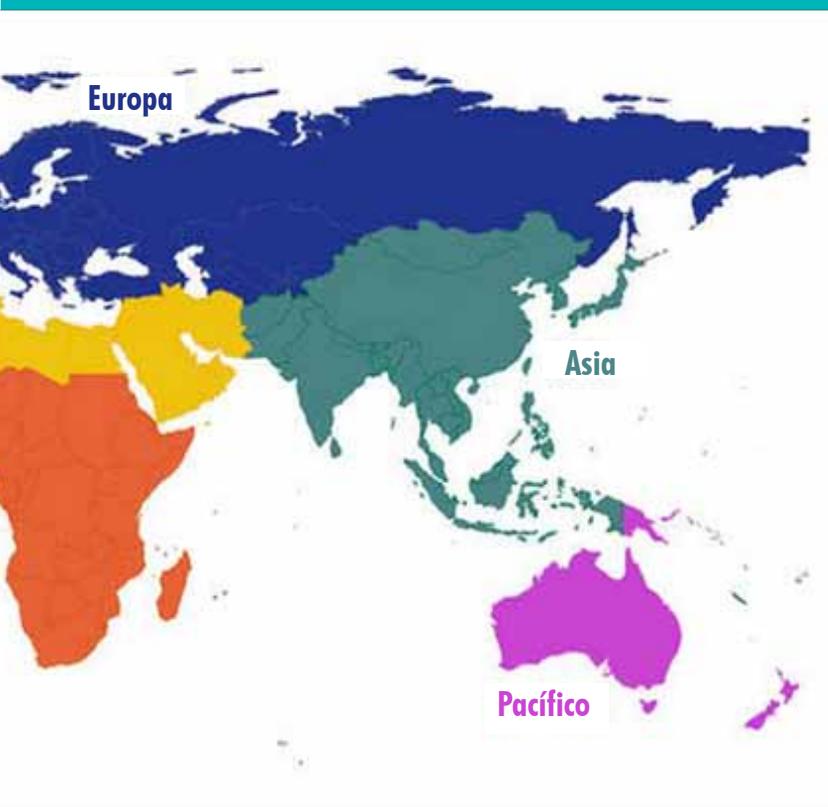
Ligier, D., N. Maceira y J. Volante. 2011 (Inédito).

Pascale, C. et al. 2015. *Informe del Taller de la Alianza Sudamericana por el Suelo 2 al 5 de marzo de 2015 Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.*

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2014. *Quels leviers techniques pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole ? Innovations Agronomiques* n° 37.

Proyecto LADA en Argentina/ WOCAT Argentina. 2010. *Superficie ocupada por diferentes grados de degradación de tierras.*

Suelo (FAO).





12

Fertilización para ALTOS RENDIMIENTOS DE ARROZ

Ing. Agr. Dr. Cesar E. Quintero
Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la productividad media nacional de arroz está estancada en menos de 50 % de su potencial productivo. No hay un factor limitante, sino un conjunto de factores acumulados que reducen el rendimiento. Todos los factores de la producción deben ser considerados para aspirar a altos rendimientos y dentro de ellos la fertilización es un factor clave para incrementar los rindes. Con un ajuste minucioso de las prácticas de manejo es posible llegar a producciones del 80 % del potencial (11.000 kg/ha). Algunos productores, en superficies importantes, cosechan hoy 9.000 a 10.000 kg/ha y más. En ensayos de parcelas se ha llegado a recolectar 13.000 a 15.000 kg/ha. Esto quiere decir que una meta de rendimiento promedio de 8.000 kg/ha es alcanzable razonablemente, con las variedades y las prácticas utilizadas actualmente. Se dispone de tecnología y conocimientos suficientes, pero se requiere de un seguimiento y control minucioso de todos los puntos y aspectos que hacen al rendimiento.

FACTORES QUE DETERMINAN O DEFINEN EL RENDIMIENTO POTENCIAL ALCANZABLE

Existen factores determinantes del rendimiento que son fundamentales o definatorios. Por un lado está la calidad del ambiente, integrado por las características propias del sitio, el suelo, el an-

cultivo con suelos “esqueléticos” de muy baja CIC y MO, con limitaciones también, donde el rendimiento alcanzable es menor.

Si bien el clima no se puede modificar, la fecha de emergencia y el ciclo de la variedad determinan el potencial de aprovechar la oferta de radiación solar y el escape a condiciones adversas como el frío. Las variedades tradicionales tienen buena capacidad de macollaje y unas 200 plantas por metro cuadrado, bien distribuidas en el espacio, resultaron suficientes para lograr altos rendimientos. Un número de plantas que no limite el rendimiento es crucial; por lo cual se recomienda utilizar semillas de alta calidad y sembrar a una profundidad y densidad uniforme.

FACTORES QUE LIMITAN EL RENDIMIENTO POTENCIAL

Una vez establecido el cultivo en fecha y densidad apropiada, en un ambiente propicio; el rendimiento puede ser limitado por la disponibilidad de nutrientes y de agua.

De más está decir que el riego en arroz es muy importante y que los trabajos previos de emparejado del terreno y correcta nivelación son fundamentales para manejar adecuadamente el agua. Ni hablar de los beneficios indirectos sobre el control de malezas y uso eficiente del nitrógeno.

Los nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y zinc (Zn) frecuentemente son deficitarios. El nitrógeno es el elemento más limitante y que debe ser aplicado de manera generalizada para alcanzar altos rendimientos. El K y el Zn se presentan deficientes en algunas situaciones, sobre todo en suelos de pH ligeramente alcalino con exceso de calcio. Es menos frecuente la deficiencia de P dado que los suelos tienen gran capacidad de liberarlo cuando se inunda. Sin embargo, en suelos de baja materia orgánica y pH mayor a 6,5 la disponibilidad es baja y limita el rendimiento.

Es sumamente importante asegurar una oferta de nutrientes adecuada desde la germinación del cultivo para lograr una elevada tasa de crecimiento y absorción de N en los estadios tempranos. Esto permite aprovechar la radiación incidente, generar tallos o macollos y acumular biomasa que luego se translocará a los granos. La confluencia de días largos de mucho sol y buena dotación de N en el suelo para la planta, cuando se inicia el período reproductivo y durante la floración, asegura la formación de un número de panojas y de granos llenos elevados.

FACTORES QUE REDUCEN EL RENDIMIENTO

Aun cuando los factores definatorios y limitantes del rendimiento se encuentren en niveles óptimos, existen otros factores que reducen el rendimiento como los insectos, las enfermedades y las malezas. Para estos hay que tomar medidas de protección y control.

El factor más importante que reduce los rendimientos son las malezas gramíneas.

Las enfermedades y los insectos que atacan a las plántulas en germinación deben ser tratados con suma importancia, dado

Factores que determinan el rendimiento



tecesor o rotación y la calidad del agua de riego. Y por otro lado está el cultivo definido por su ciclo, la fecha de emergencia y el número de plantas logradas por unidad de superficie.

En lo que refiere al suelo, existen zonas con suelos alcalinos (pH>7), con exceso de calcio (>80%/CIC) y/o sodio (>8%/CIC) o algo salinos a salinos (CE>1,5 dS/m) donde se ve limitado el rendimiento. En otras situaciones existen algunos suelos muy lavados, ácidos (pH<5,5), muy insaturados y otros lugares de

Rendimiento actual (kg/ha)	Diagnóstico	Expectativa de Respuesta
< 5.000	Varios Factores definitorios y reductores, limitan el rendimiento.	Baja
5.000 – 6.000	Algunos Factores definitorios y reductores, limitan el rendimiento.	Media
7.000 – 8.000	Algunos Factores reductores, limitan el rendimiento.	Alta
> 8.000	Muy buen ajuste y control de las prácticas de manejo	Muy Alta

Tabla 1.

Consumo total de nutrientes por tonelada de grano producida. Datos de estos ensayos mas reportes anteriores (Quintero, 2009) y datos propios no publicados. Datos de Asia tomados de Dobermann y Fairhurst, (2000) y de EEUU del IPNI.

	N (kg/ t)	P (kg/ t)	K (kg/ t)	Zn (g/ t)
Promedio Entre Ríos	14 (+/- 2,8)	3 (+/- 0,7)	13 (+/- 4,5)	43 (+/- 20)
Promedio Asia	18	3	17	50
Promedio EEUU	22	3	26	40

que afectan un factor definitorio como el número de plantas logradas. Para esto son fundamentales los tratamientos preventivos con fungicidas e insecticidas en semillas.

Por otro lado, se debe controlar la presencia de insectos y enfermedades que reducen el área foliar fotosintéticamente activa

Tabla 2.

Interpretación del análisis de suelo y recomendación de fertilización para Fósforo en arroz. Dosis en P kg/ha.

Características del suelo	P disponible – Bray (ppm)		
	< 5	5 – 10	> 10
Mat. Orgánica < 3,5 % y/o pH > 6,5	20 -30	15 – 20	10 – 15
Mat. Orgánica > 3,5 % y/o pH < 6,5	15 – 20	10 – 15	10

para así captar toda la energía solar posible.

Finalmente se deben controlar los insectos y las enfermedades que atacan a los granos en formación o impiden la translocación de los fotoasimilados, dado que afectan no sólo el rendimiento si no también la calidad del grano.

CÓMO HACER UN PLAN O PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE ARROZ PARA ALTOS RENDIMIENTOS?

Un plan de fertilización para altos rendimientos supone de por sí que los factores que definen el rendimiento y los que lo limitan o reducen están debidamente controlados. Esto implica que las expectativas de respuesta a las prácticas de fertilización son altas. Esta situación se da cuando se siembran variedades de alto potencial de rendimiento, en una época y densidad adecuada, con ajustado manejo del riego, la lámina de agua, el control de malezas, insectos y enfermedades.

Lo primero que se debe observar es el rendimiento actual. Si los rendimientos de los últimos años son inferiores a 5000 kg/ha seguramente existen limitaciones importantes que solucionar antes de iniciar un plan de fertilización de altos rendimientos. Las expectativas de respuesta son bajas. En esta situación, factores definitorios como la fecha de siembra o la densidad tienen un gran peso; posiblemente otros factores reductores contribuyan

disminuyendo la productividad.

Para superar o reducir algunas limitaciones de sitio, primeramente se debe indagar sobre la condición físico-química del suelo. Un indicador sencillo para evaluar esto es el pH. Cuando el pH del suelo es mayor a 6,5-7 posiblemente existan limitaciones por exceso de Ca o Na. Si los suelos son dispersivos por sodio, es recomendable la aplicación de YESO (Sulfato de Calcio) como enmienda, esto mejora la condición física del suelo, ayudando a la implantación del cultivo.

Si el pH es ácido (<5,5) y la saturación de bases es inferior al 50-60 %, debe aplicar CAL (Carbonato de Calcio/Magnesio) para reducir la toxicidad de Al.

Las cantidades de enmienda a aplicar (YESO o CAL) varían según el tipo de suelo de 2 a 4 tn/ha; se deben tener en cuenta todos los cationes intercambiables y la capacidad total de cambio.

El otro indicador a mirar inicialmente es la Conductividad Eléctrica (CE) que se refiere a la salinidad del suelo. Si es mayor a 1,5-2 dS/m, se reduce la germinación y las plantas logradas, se incrementa la esterilidad y disminuye el peso de los granos. En este caso no es recomendable aplicar enmiendas, sólo debe utilizarse agua de baja salinidad e incrementarse la cantidad y la frecuencia de riego para disminuir la salinidad. La salinidad es acompañada frecuentemente de deficiencia de Zn, P y K.

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN PARA EXPECTATIVAS DE ALTA A MUY ALTA RESPUESTA

Por el momento, las experiencias locales y regionales han mostrado que los elementos más importantes que pueden limitar el rendimiento de arroz son el Nitrógeno, el Fósforo, el Potasio y el Cinc. Sus requerimientos locales han sido establecidos y pueden verse en la tabla 1. Un programa de fertilización debe contemplar la disponibilidad y necesidad de estos cuatro elementos.

FÓSFORO

La anaerobiosis del suelo generada por la inundación durante el cultivo de arroz provoca condiciones que favorecen una mayor disponibilidad de P. Los suelos bien dotados de materia orgánica como los de Entre Ríos, pueden desarrollar gran poder reductor y mineralizar cantidades de P suficientes como para cubrir los requerimientos del arroz a expensas de las reservas de fósforo orgánico y no reponer la aplicación de P. Sin embargo, cuando ese pool se agota o los suelos son genéticamente pobres

Tabla 3.

Interpretación del análisis de suelo y recomendación de fertilización para Potasio en arroz

K Intercambiable (cmol(+)/kg)	K disponible (mg/kg)	Saturación K (%)	Calificación	Dosis K (kg/ha)
< 0,15	60	< 1,5	Bajo	55 – 70
0,15 – 0,25	60 – 90	1,5 – 2	Medio	40 – 55
0,25 – 0,45	90 – 180	2 – 2,5	Alto	30 – 40
> 0,45	> 180	> 2,5	Muy Alto	< 30



en materia orgánica, el fósforo liberado es insuficiente.

Por otro lado, en suelos de pH superior a 7 la respuesta a P ha sido significativa (Quintero et al 2015). En estas condiciones, la liberación de P que se produce por la anaerobiosis, al haber muy poco Fe activo para reducir, es escasa (Quintero, et al. 2007). Coincidentemente en Arkansas (EEUU), reconocen que los análisis de P disponible no son efectivos para el arroz; sostienen que el pH del suelo es un mejor estimador de la respuesta y recomiendan mayores dosis de P cuando el pH del suelo es superior a 6,5.

En base a estas experiencias es que se propone una tabla de interpretación y recomendación basada en la cantidad de P disponible, la materia orgánica y el pH de los suelos.

Dado que las fuentes de fertilizantes de fósforo tienen distinta reacción en el suelo, se recomienda la utilización de Fosfato mono amónico (MAP) de reacción ácida en los suelos de pH > 6,5 y Fosfato di amónico (DAP) de reacción alcalina en los suelos de pH < 6,5. Tanto DAP (20 % P) como MAP (22 % P) aplicados a la siembra en líneas.

POTASIO

Los requerimientos de K de un arroz de alto rendimiento son del orden de los 120 a 150 kg/ha, pero durante la floración y llenado de granos, un arroz bien nutrido puede absorber más de 200 kg/ha. El K juega un rol fundamental la expansión celular y en el desarrollo de aerénquima funcional; también en la translocación de los fotoasimilados hacia los granos.

La deficiencia de K se presenta por dos condiciones. Una por baja disponibilidad y otra por mala relación con los cationes de cambio como Ca, Mg y/o Na.

La disponibilidad se debe analizar tanto por el valor de K intercambiable como por la proporción de K sobre la capacidad total de cambio o CIC. Para evaluar la disponibilidad y hacer recomendaciones se puede utilizar como guía la tabla 3.

Independientemente de la disponibilidad de K. En los suelos donde se observen reacciones alcalinas (pH > 7) por exceso de Sodio (Na) o Calcio (Ca), tanto como en las situaciones de salinidad (CE > 1,5 dS/m) se recomienda la aplicación de un mínimo

Tabla 4.

Interpretación del análisis de suelo y recomendación de fertilización para Nitrógeno en arroz.

Mat.Org. del Suelo (%)	Aporte de N del suelo (kg/ha)	Rendimiento sin N Fertilizante (kg/ha)	Dosis de N (kg/ha)
> 4,5	110 – 150	8.000 – 10.000	40 – 60
2,5 – 4,5	70 – 110	5.000 – 8.000	60 – 100
< 2,5	< 70	< 5.000	> 100

de 30 kg/ha de K.

La fuente más utilizada es el Cloruro de potasio (50 % K) aplicado a la siembra o previo al riego.

CINC

Las condiciones de anaerobiosis del suelo que se establecen en el cultivo de arroz determinan que la disponibilidad de cinc (Zn) se vea disminuida. Por ello es muy frecuente la respuesta a la aplicación de Zn en arroz a nivel mundial. En los suelos donde se cultiva arroz en Entre Ríos, es frecuente encontrar áreas o lotes donde las plantas al emerger, presentan una clorosis que retarda su crecimiento y en algunos casos llega a provocarles la muerte. Estos síntomas están asociados a suelos con pH superior 6,5, con visibles y abundantes concreciones de CaCO_3 en superficie y se agravan cuando ocurren bajas temperaturas, lluvias excesivas o se aplican altas dosis de P. Síntomas similares se pueden observar en zonas de suelos salinos sódicos alcalinos de Santa Fe y Corrientes. Esta sintomatología relacionada a la baja disponibilidad de Zn y la baja actividad metabólica del Zn en la planta por exceso de Ca ha podido ser corregido o mitigado mediante la aplicación de Zn como tratamiento de semillas. El tratamiento de semillas solamente, ha mostrado una respuesta promedio de 350 kg/ha en Entre Ríos y el grado de adopción de esta práctica entre los productores es superior al 60 %. En suelos deficientes, la complementación con aplicaciones foliares de fertilizantes con Zn, aporta beneficios adicionales con respuestas medias de 400 a 800 kg/ha. La dosis de Zn a aplicar es de 200 a 400 g/ha. Las fuentes disponibles (óxidos, y quelatos) tienen similar respuesta.

16

Dado la deficiencia y respuesta generalizada, se recomienda el tratamiento de semillas con Zn de manera generalizada también. Las condiciones de mayor respuesta se observan en suelos con Zn disponible (EDTA) menor a 0,8 mg/kg y/o pH superior a 6,5.

NITRÓGENO

Habiendo corregido las deficiencias y realizado los aportes necesarios de fósforo, potasio y cinc; el nitrógeno (N) es el elemento que permitirá alcanzar los potenciales de producción con las mayores respuestas. La deficiencia de nitrógeno es generalizada y muy pocos suelos pueden aportar cantidades suficientes de N para altos rendimientos de arroz. La dosis de N a aplicar depende de la capacidad del suelo para aportar N al cultivo y de la variedad por su susceptibilidad al vuelco o a enfermedades (Tabla 4).

La aplicación del Nitrógeno (N) en el momento oportuno es tan importante en el manejo eficiente de este nutriente como la fuente o la dosis aplicada. Existen tres momentos propicios para incorporar el N en el cultivo de arroz: a la siembra, en V3-V4 previo al riego o en R0-R1 diferenciación de la panícula.

La fuente nitrogenada más utilizada en fertilización de arroz es la urea. En numerosos trabajos se muestra la conveniencia de utilizar esta fuente dado que tiene el N en forma amídica y no se vería afectado significativamente por la desnitrificación en un ambiente reductor como el del arroz. La bibliografía internacional indica que lo más conveniente es hacer una única aplicación pre riego o aplicar un 50 a 65 % de la dosis en pre riego y el resto en diferenciación. Las recomendaciones que surgen a partir de las investigaciones en Estados Unidos, muestran que la fertilización previo a la inundación es la más efectiva si se realiza sobre suelo seco y se inunda antes de los 5 días de aplicado el N. El arroz debe mantenerse inundado y en anaerobiosis para reducir las pérdidas de N. Cuando el agua no satura la superficie



de manera continua las pérdidas de N pueden ser altas y por lo tanto la efectividad menor (Norman et al. 2003). Sin embargo, experiencias recientes en Argentina indican que la aplicación de N en diferenciación de panícula puede ser tanto o más efectiva que la de preiego (Tabla 5 y 6).

Las experiencias locales indican que es conveniente aplicar una pequeña cantidad de N a la siembra (10-25 kg/ha) para lograr un buen crecimiento inicial sobre todo en suelos pobres de cultivo continuo de arroz. Es sumamente importante la aplicación de N en V3-V4 previo al riego, allí debe colocarse alrededor del 50 % del N programado. La aplicación de R0-R1 o diferenciación de la panícula, permite ajustar la dosis final de N, en función de las características del año y respuesta del cultivo.

CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones de inundación y las bajas exigencias del arroz determinan que su cultivo sea posible en suelos considerados no aptos para otros cereales. Esto lleva a una alta intensidad de uso del suelo y monocultivo en muchas situaciones, con lo cual los problemas de fertilidad son crecientes. Elementos como fósforo, nitrógeno y cinc se agotan rápidamente del sistema si no se reponen adecuadamente.

Un plan de fertilización para altos rendimientos de arroz debe estar basado en condiciones de manejo del cultivo adecuadas para tener una moderada expectativa de respuesta que repercuta en retornos económicos positivos.


Tabla 5.

Efecto de distintos momentos de fertilización con Urea en arroz sobre los componentes de rendimiento. Promedio de 12 ensayos.

Tratamiento	Panojas (#/m ²)	Granos (#/panoja)	Vanos (%)	P1000 (gr)	Rendimiento (kg/ha)	IC (%)
N-0 Testigo	369 a	95 a	9,8 a	26,2 a	6948 a	61 ab
N-70 Pre Riego	395 b	105 b	10,6 a	26,8 a	8279 b	59 a
N-70 Diferenciación	427 c	105 b	12,6 b	26,4 a	8484 b	64 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Test: LSD Fisher.. IC: Índice de Cosecha

Tabla 6.

Efecto de distintos momentos de fertilización con Urea en arroz sobre la absorción de N. Promedio de 12 ensayos.

Tratamiento	N Abs. (kg/ha)	Ef.Agron. (kg /kg)	Ef.U.Fert (%)	N Abs. (kg/tn)
N-0 Testigo	86 a	-	-	12,5 a
N-70 Pre Riego	108 b	23,8 a	37,7 a	12,9 ab
N-70 Diferenciación	112 b	26,7 a	44,2 a	13,4 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Test:LSD Fisher. Ef.Agron: Eficiencia agronómica del uso del N aplicado (kg de grano / kg de N fertilizante). Ef.U.Fert: Eficiencia de Absorción del N del Fertilizante ((N absorbido por el tratamiento - N Absorbido testigo)/ dosis de N x100).

▶
Graciela
Cordone

La pérdida de fertilidad bajo el actual sistema productivo tiene una magnitud significativa

En este número, les presentamos una entrevista a la **Ing. Agr., M. Sc. Graciela Cordone**, especialista en reposición de nutrientes y quien se desempeñó durante 37 años en el INTA Casilda, Santa Fe, realizando aportes clave a la reposición de nutrientes con el objetivo de promover el cuidado del suelo.

En esta oportunidad, comparte cómo fueron sus inicios, cómo influyó la impronta femenina en su carrera, cuál es la situación actual de la reposición de nutrientes, la incidencia de la fertilización, el impacto del monocultivo sojero así como también da su visión acerca de la ley que promueve el uso de fertilizantes.

Periodista (P): ¿Cómo fueron sus comienzos en el sector?

Graciela Cordone (GC): Me gradué en la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario. Para recibirnos debíamos presentar una tesis que reflejara un trabajo realizado en alguna institución o empresa. Como mi familia vivía en Rojas (Pcia. de Buenos Aires) decidí hacer ese trabajo en la Estación Experimental de INTA Pergamino, en la Sección Forrajeras. Fue una experiencia extraordinaria, aprendí mucho. Demoré 1 año en finalizar la tesis. Luego obtuve una beca de INTA para trabajar en el Plan Piloto de Lucha contra el Sorgo de Alepo en la Agencia de Extensión de Salto (Pcia. Bs As). En esa época (año 1977) no existían herbicidas selectivos, por lo tanto su control era un verdadero problema, más allá de la pérdida de rendimiento.

P: ¿Cuál es el balance que realiza de estos años de carrera?

GC: Un balance de esta naturaleza siempre es difícil, pues implica definiciones de vida. Resumir es difícil. Desde lo personal digo que fui feliz, la carrera y su ejercicio me dieron la libertad, el aire libre y el sol que necesito. Ciertamente también sufrí fríos terribles contando densidad de emergencia de plántulas de trigo según dosis de N aplicada y calores terribles tomando mues-

tras de suelo en el entresurco de maíz florecido para ver el consumo hídrico según dosis de N, pero creía y creo en la investigación y eso justificaba los esfuerzos.

Desde lo laboral me siento satisfecha con los aportes realizados, con el énfasis puesto en líneas que pensaba prioritarias para la realidad del sector, ya sea en su experimentación como en la comunicación de sus resultados. He concurrido a cuanto evento se me solicitó a dar charlas y además de los temas biológicos he interactuado con el Colegio de Ciencias Económicas y con el postgrado en Agronegocios inmiscuyéndome en el cálculo de los costos ocultos de este sistema productivo. También tuve la oportunidad de vivir en otros países para estudiar para el postgrado y como investigadora invitada, situación que no sólo enriquece en lo disciplinario, sino en la vida misma. He sido una persona muy dedicada a su profesión, tal vez demasiado. Pero “los años dan experiencia si uno los supo aprovechar”, dice una milonga. Por eso, ahora que me retiré estoy tomando revancha.

P: ¿Cómo cree que influyó la impronta femenina en su carrera?

CG: Influyó a lo largo de toda mi carrera y de variadas formas. La impronta de género guió parte de la entrevista de selección para el ingreso al INTA. Como me postulaba para becas que



implicaban trabajo a campo, me sugirieron que por ser mujer reviera mi elección. El comité de selección me ofrecía integrarme a los equipos que pondrían en marcha los laboratorios de semillas de la institución, posición que consideraban más adecuada. Ante mi negativa y con buen criterio optaron por incorporarme al grupo de extensión que llevaría a cabo el mencionado Plan Piloto de Lucha contra el Sorgo de Alepo.

El trabajar en el servicio de extensión, o sea a campo, se transformó en una actividad “extraña”, pues en la zona no había ninguna mujer (y supongo pocas en el país) trabajando en contacto directo con los productores. Aún había mucha población rural, el INTA me proveyó de un vehículo Rastrojero para visitarlos, sentía que cada vez que ponía un pie en el campo tendría que rendir examen para demostrar qué sabía y para demostrar que aún siendo mujer lo podía hacer bien. Los chacareros eran todos hombres y opinaban sobre mi visita: “qué lindo”, “que raro”, “¿se animó a cruzar el barro?”, etc. Es decir, opiniones sobre la condición de género. En el aspecto técnico la cosa fue más fácil. Realizábamos “lotes demostrativos” para exponer las complejas técnicas de entonces para controlar esa maleza. Trabajábamos en conjunto con el productor, se establecía una relación técnica de mucha confianza con él y con su familia que vivía en el campo. La soja era un cultivo nuevo en la zona, así que había mucho para aprender juntos. Soy nieta de chacareros pequeños, mis padres vivieron en el campo hasta casarse, mi padre era metalúrgico dedicado básicamente a la reparación de maquinaria agrícola y a la fabricación de sinfines para el movimiento de granos, mi infancia transcurrió frente a la Cooperativa Agrícola de Rojas y el entorno de mi familia era de extracción rural. Con este curriculum, desempeñarme técnicamente entre esta gente fue moverme como pez en el agua. Y de este modo, la desconfianza de los productores hacia lo femenino fue desapareciendo y mi confianza aumentando. Por supuesto, que no sólo de comportamiento se trataba, había que responder a las demandas, como cualquier técnico.

P: ¿Cuál es su visión sobre la situación actual del estado de la fertilidad de los suelos de Argentina?

GC: En el área pampeana y de agricultura extensiva, hay una pérdida de fertilidad química actual y potencial. Actual, porque hay disminución continua del stock de nutrientes minerales y orgánicos. Y potencial porque esta tendencia no se está revirtiendo. Por otro lado, no se han atendido debidamente los riesgos de erosión hídrica, que es responsable también de la pérdida de fertilidad de los suelos en áreas con pendiente. Y simultáneamente, hay una pérdida de la fertilidad física por la predominancia de soja con escasa o nula rotación de cultivos. Este monocultivo produce ausencia de rotación de raíces, bajo aporte de Carbono, no sólo sobre sino dentro del suelo, dejándolo más susceptible a la formación de bloques compactados por el tránsito de maquinaria y por las características propias del suelo.

En las regiones extra pampeanas el deterioro del suelo es generalizado, en las áreas áridas se impone la prevención, ya que la recuperación es un proceso difícil. Y la erosión eólica cumple su rol para disminuir aún más la fertilidad conjuntamente con el sobrepastoreo en ganadería extensiva.

En cultivos hortícolas y frutales, suele hacerse un uso inadecuado de fertilizantes (desbalance) en detrimento de la salud del suelo. La horticultura comercial y familiar en áreas suburbanas y valles se realiza frecuentemente en ausencia de prácticas con-

servacionistas. En valles de altura, con suelos muy delgados, el sobrepastoreo ha destruido no sólo la fertilidad, sino el suelo completo.

P: ¿Cuál considera es hoy la situación de la reposición de nutrientes?

GC: La reposición es baja. Hemos hablado del 30% de reposición respecto al total extraído por los granos. Si consideráramos en el cálculo de rentabilidad de la empresa el costo de los nutrientes no repuestos los resultados serían muy distintos y también las cuentas del país.

P: ¿Por qué cree que los productores no fertilizan adecuadamente sus cultivos? ¿Por qué priorizan rendimientos a expensas de la fertilidad del suelo?

GC: El estado de fertilidad del suelo no constituye un parámetro que determine el valor comercial ni el de arrendamiento de un predio. Ello se atribuye a que las innovaciones genéticas y los ajustes en las prácticas de manejo contribuyeron a mantener la productividad. Todo posible en un suelo con una elevada fertilidad natural que ha permitido excelente producción a expensas de su consumo.

La disminución en la superficie de maíz y trigo es una de las causales de la baja reposición de nutrientes. El monocultivo “so-

jero” tiene la habilidad de fijar del aire el principal nutriente y producir sin su agregado. Claro que la concentración proteica ha disminuido y esto no es bueno, dado su utilización en la elaboración de alimentos balanceados. Pero por ahora, esta baja proteica no preocupa demasiado a las plantas procesadoras que cubren la exigencia de calidad de la harina de exportación con corte con soja de mayor concentración. Esto hace que no haya interés en la industria por pagar por mayor proteína en el grano.

“LA REPOSICIÓN ES BAJA. HEMOS HABLADO DEL 30% DE REPOSICIÓN RESPECTO AL TOTAL EXTRAÍDO POR LOS GRANOS.”



Y en la situación actual de baja del precio internacional, se entiende que el productor contratista trate de bajar el costo.

Un trabajo de tesis de posgrado realizado en el Departamento Caseros, área de INTA Casilda, mostró que el productor no percibe la gravedad de la pérdida de fertilidad química y es más susceptible a tener en cuenta aspectos referidos a la disminución de la fertilidad física. Por lo tanto, cuando se le preguntó sobre su disposición a pagar para restituir se mostró más propenso a pagar por ésta última.

Por otro lado, se prioriza la rentabilidad a corto plazo, entonces se relega el mantenimiento de la fertilidad.

P: ¿Cómo evalúa la evolución de la fertilización en sus años de profesión?

GC: Cuando comencé a trabajar el productor medio no usaba fertilizantes. Luego se comenzó con la aplicación de Nitrógeno en trigo y maíz. En ese tiempo se importaba y era muy caro, la producción nacional de urea era mínima. A comienzo de los '80 y ya utilizando siembra directa, la primera fuente de este nutriente que experimenté fue el Nitrógeno anhidro (N82%). También pensábamos en los abonos verdes o cultivos de cobertura leguminosa para aportar N. Posteriormente, se demuestra la interacción del N con Fósforo básicamente en trigo y surge la necesidad de utilizar también P. En 1984-85 la SAGyP impulsó la fertilización de trigo mediante la distribución vía Cooperativas del fertilizante importado por el Estado, cuyo precio era fijado en términos de trigo y cobrado a cosecha. Ocurrió una campaña con baja disponibilidad hídrica, además de no haberse enfatizado lo suficiente en cubrir la demanda de N y P. Los resultados no fueron tan buenos como los esperados. Esta experiencia y los precios determinaron unas campañas de escasa utilización. Pero a partir de los '90 se levantan las barreras arancelarias a la importación de fertilizantes. Comienza una etapa de expansión en la aplicación de NP, que paralelamente va creando por la conocida ley de Liebig o del mínimo el desbalance en la disponibilidad de otro elemento cuyo aporte depende del stock orgánico del suelo como el de N. Aplicando sólo estos dos nutrientes continuamos hasta mediados de los '90, cuando desde INTA Casilda demostramos la respuesta a Azufre, principalmente en soja, cultivo hasta entonces casi sin respuesta a la fertilización. Posteriormente, con la disminución del área con trigo y maíz se produce la caída en el consumo. O sea que la evolución no sigue una lógica de restitución/conservación, sino de oportunidades de mercado.

P: ¿Qué opina del proyecto ley que promueve el uso de fertilizantes?

GC: Me parece una iniciativa muy positiva, se han contemplado aspectos técnicos y económicos abarcando a todos los productores. Se proponen estímulos para la utilización de fertilizantes adaptados a cada estrato de producción. Además, se especifica que humedales y áreas protegidas no están incluidos. No obstante, creo que aquí necesitamos un proyecto de conservación de suelos integral, no sólo de la fertilidad química. Espero que la construcción de un comienzo no invalide la construcción de la autopista completa a futuro.

P: ¿Cuáles considera son los desafíos pendientes?

GC: Planificación territorial del manejo de suelos. Concientización de que un recurso natural es un bien de la Nación y por



IDENTIKIT

Edad: 64

Hobbies: "Ver cine en el cine"

Familia: Esposo, 1 nieto y 2 perros



Graciela junto a Fernando Martínez, Jefe de la Agencia de Extensión Rural Casilda del INTA



Graciela en una reunión para periodistas organizada por Fertilizar junto al productor agropecuario y asesor Ing. Agr. Francisco Farras, y Pablo Pussetto, autoridad de la Asociación.

lo tanto tiene función social, el título de propiedad privada no debería habilitar para no conservarlo. Considerar el impacto de los daños in situ (privados) y los costos fuera del sitio (sociales) que afectan a otros participantes. Estrategias que constituyan puentes de entendimiento entre actores políticos y productores.

Muchas preguntas sobre caminos posibles: ¿subsidios como la propuesta de ley de fertilización?, ¿modificación ley contratos de arrendamiento?, ¿acuerdos entre propietarios y contratistas para hacer posible la rotación de cultivos?, ¿cambio en el valor de los alquileres para que sea rentable para ambos protagonistas de la producción?.

Los investigadores de la ciencia del suelo presentamos resultados de trabajos en los que se evidencia que la pérdida de fertilidad bajo el actual sistema productivo tiene una magnitud significativa. Sin embargo parece haber una falta o error en la comunicación entre investigadores y usuarios. Esto es una restricción para implementar alternativas de manejo conservacionista

P: Para finalizar la charla nos gustaría que comparta alguna anécdota que recuerde de su carrera

GC: Tengo muchas, que 37 años de trabajo en INTA no estuvieron exentos, pero haré referencia a una que no hubiese ocurrido si la cuestión de género no hubiese estado inmiscuyéndose.

Era 1979, creo. Fui al campo de la familia Taddei que tenían un lote demostrativo de control de sorgo de Alepo en el paraje La Invencible, partido de Salto. Estacioné el Rastrojero en el patio,

entre la casa y el galpón y me bajé. Inmediatamente se acercó el productor, tenía el brazo derecho vendado e inmovilizado. Me contó que se había “accidentado con el hidráulico del enganche”. Luego describió la atención médica recibida con detalles que al imaginarlos hicieron que me temblaran las piernas, pero mi ley era no demostrar debilidades. Seguí escuchando parada firme. Para finalizar dijo que la sutura que le habían hecho parecía un matambre atado, que estaba todo hinchado y que pondría el brazo en la piedra de amolar para emparejarlo. Era una piedra redonda grande que estaba en el galpón con otras herramientas, pues en esa época se arreglaban muchas roturas en el campo. Esta piedra rotaba sobre su eje accionada con el pie y se usaba para pulir piezas rellenas con el soldador. Lo último que recuerdo es impresionarme pensando en el brazo apoyado en esa rugosa piedra girando, que para colmo de su rugosidad yo sabía que era nueva. Cuando desperté estaba nuevamente en el Rastrojero, una pesada mano izquierda sostenía mi cabeza hacia abajo y me impedía levantarla. Escuchaba que un niño gritaba diciendo “se murió papá, se murió”. Como tenía que dar señal de que había recobrado el conocimiento, levanté algunos dedos, pues mis brazos también estaban atrapados entre mis piernas y el torso. El papá vio el movimiento y algo le hizo al niño (pellizcón, bofetada, no sé) para que yo no lo escuchara y éste comenzó a llorar a los gritos. Antes de dejarme regresar la mamá me hizo tomar algo y, avergonzada, partí. Una noche, 20 años después, luego de una charla para productores sobre fertilización de soja en Arrecifes, y disfrutando de la habitual cena que normalmente cierra esas reuniones se acerca un joven riendo y me dice que es Walter Taddei, el niño que creía que se me había muerto en su campo.



¿Por qué en la Argentina no se reponen los nutrientes extraídos con las cosechas?

¿Por qué es el uso de fertilizantes en Argentina mucho menor que en otras regiones? Países con agriculturas comparables, como Brasil, EEUU y Canadá poseen ratios de reposición mucho más elevados que los exhibidos por los productores locales. En base al análisis de las estadísticas de Brasil, EEUU y Argentina, limitaremos el análisis sobre los productos y fertilizantes más comunes usados en maíz y soja (Nitrógeno (N) de la Urea y fósforo (P₂O₅) del Fosfato Mono o Diamónico). Evaluaremos las relaciones entre el N/maíz y P/soja para comparar las diferencias de uso entre estos países. Además, apelaremos a las mismas causas para explicar diferencias de uso dentro de la Argentina.



Cotejando nuestras presunciones en el análisis de las estadísticas de Brasil, EEUU y las locales, limitando el análisis sobre los productos y fertilizantes más comunes, a saber maíz y soja, y Nitrógeno (N) de la urea y Fósforo (P_2O_5) del Fosfato mono o diamónico. Evaluaremos las relaciones entre el N/maíz y P/soja para comparar las diferencias de uso en estos países. Dentro de estos paradigmas también apelaremos a las mismas causas para explicar diferencias de uso dentro de la Argentina.

USO DE FERTILIZANTES EN BRASIL, EEUU Y ARGENTINA

La figura 1 compara las dosis medias de uso de cada nutriente en los tres países que evaluamos. Los datos duros confirman nuestra presunción inicial e indican objetivamente que el productor de Argentina usa un tercio del N y la mitad del P usado en maíz y soja respecto del empleado en EEUU, con los mismos niveles de mejoramiento genético en las semillas empleadas de cada cultivo.

Brasil encabeza la dosis aplicada de P en soja, y aunque en maíz la dosis de N empleada está muy por debajo de la de EEUU, deben considerarse dos hechos: La mayor parte del maíz cultivado hoy en Brasil es de segunda, o zafrina, con menor potencial de rinde, y 2) se observa un avance muy importante en la dosis de N aplicado, pasando de una media nacional de 40 kg/ha en 2003 a 70,9 kg de N/ha en 2012 (+ 77 % en diez años); la media de uso en el 2009 era de 54 kg /ha (F. Cunha comunicación personal). Consecuentemente el rendimiento medio nacional aumento más de 1200 kg/ha desde esa época, promediando 5294 en 2012, aunque aún está lejos del potencial de 8 a 9 t/ha con balance negativo.

EEUU. Maíz: 97 % del área fertilizada y 161 kg N/ha de dosis media. **Soja:** 37 % del área fertilizada con fosfatos con una dosis media de 53 kg/ha P_2O_5 . (Solo en el Corn Belt: Iowa, Illinois, Indiana y Nebraska oriental, Kansas oriental, Minnesota meridional y partes de Misuri.) (<http://www.ersa.uds.gov>).

BRASIL. Maíz: 87 % del área fertilizada y 45 kg N/ha de dosis media. **Soja:** 93 % del área fertilizada con fosfatos con una dosis media de 75 kg/ha P_2O_5 . (<http://www.conab.gov.br>) y (<http://anda.org.br>)

ARGENTINA. Maíz: 91 % del área fertilizada y 53 kg N/ha de dosis media. **Soja:** 62 % del área fertilizada con fosfatos con dosis media de 27 kg/ha P_2O_5 . El área fertilizada la reporta www.fertilizar.com.ar y los valores medios de uso de fertilizantes son los del relevamiento de Tecnología Agrícola de la Bolsa de Cereales de Bs.As. (<http://www.bolsadecereales.com/retaa>).

RAZONES ECONÓMICAS

El factor más relevante que explica el uso de fertilizantes es la rentabilidad. Los incentivos financieros para que un productor agropecuario utilice fertilizantes son influidos por tres parámetros:

1. La respuesta técnica al uso de fertilizantes, medida por la unidad de producto (P) que resulta de aplicar una unidad de nutriente ó insumo de producción (I), resulta la relación I/P. Esta relación también es conocida como «Eficiencia de Uso de Nutrientes, (EUN)», e indica la cantidad de grano que obtenemos por unidad de nutriente (i.e. kg de maíz por kg de N-Urea aplicado; la expresión alude a la fuente de N, en este caso la urea para el ejemplo, que puede ser diferente si se usa otra fuente como el UAN o el nitrato de amonio calcáreo (CAN)).
2. La relación entre los precios del producto (Pp) y del fertilizante (PI), expresada en unidades de producto necesarios para la compra de una unidad de nutriente del fertilizante, o relación PI/Pp. La relación es conocida por todos, y se publican habitualmente distintos pares como ser trigo/urea, maíz/gasoil, etc. Puede expresarse como unidad del nutriente o unidad del fertilizante que lo contiene.
3. La relación costo – beneficio, (RCB), que es simplemente la rela-

Figura 1.

Dosis media de Nitrógeno y de fósforo aplicado en maíz y en soja en las principales regiones de producción de cada país.

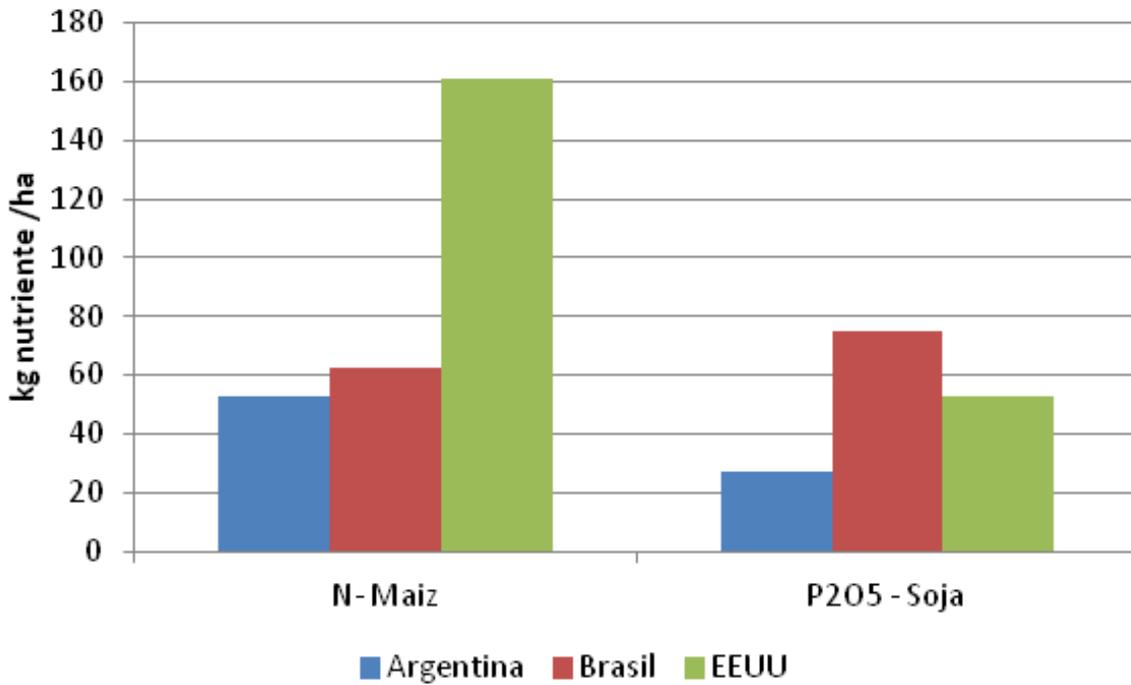
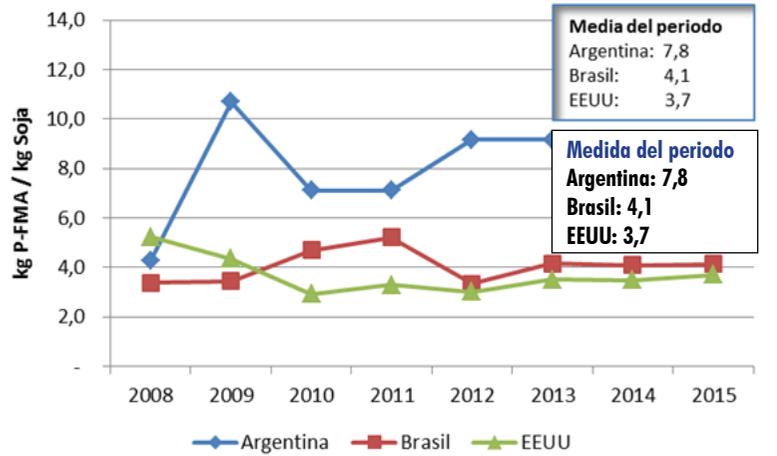
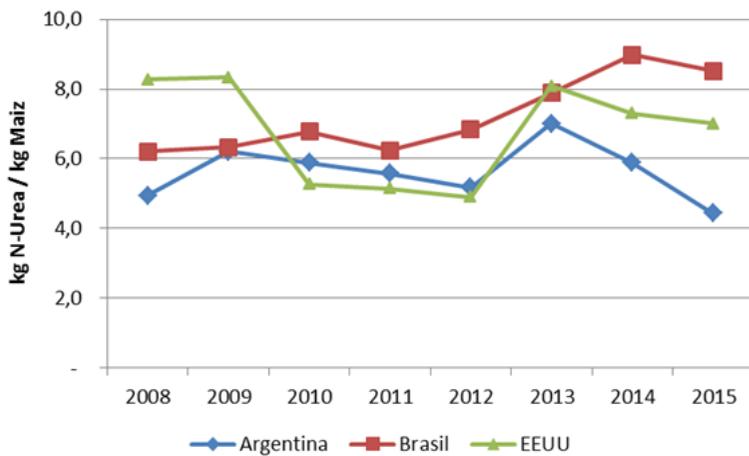


Figura 2.

Relación entre los precios pagados por y al productor del N de la urea y del maíz en Argentina, Brasil y EEUU.

Figura 3.

Relación entre los precios pagados por y al productor del P2O5 del fosfato mono/Diamónico y de la soja en Argentina, Brasil y EEUU.



Datos Calculados a partir de: Argentina: Márgenes Agropecuarios; Brasil: www.conab.gov.br y www.agrolink.com.br ; EEUU: www.ers.usda.gov

ción de la respuesta técnica al uso de fertilizantes (1.) y la relación de precios insumo/producto (2.) [P/I] / [PI/Pp]. En ingles se la conoce como Valor/Costo (Value Cost Relationship, VCR).

Algunas reglas simples pueden ser invocadas en la interpretación de los valores tomados en estos parámetros. En primer lugar los precios pagados y percibidos por los productores indican una relación de precios PI/Pp que ha oscilado en general en los últimos 8 años entre 6 y 8, para la relación entre el nitrógeno (N) y el maíz (Figura 2) y entre 3 y 5 para la relación entre el fosfato (P2O5) y la soja (Figura 3).

En segundo lugar, una convención muy extendida es que el costo-beneficio debería ser mayor a 2, como para incentivar el uso de fertilizantes superando los riesgos y el costo del capital. En situaciones o ambientes de producción más riesgosos, podría ser necesaria una relación costo-beneficio mínima de 3 ó 4 para proporcionar incentivos suficientes para la adopción de una tecnología determinada.

La tercera regla es la relación I/P o respuesta técnica y tendría que estar en el rango de 10 a 20 kg de maíz por kg de Nitrógeno o superior, (5 a 10

kg maíz por kg de urea) para proporcionar incentivos adecuados para hacer atractivo uso del fertilizante nitrogenado y de 6 a 10 kg de soja por kg de fosforo (P2O5) en Brasil y EEUU o 14 y 20 para Argentina (3,5 y 10 por kg de fertilizante).

Por supuesto, estas reglas son simplistas tanto en concepto (que se basan en el promedio antes que en la productividad marginal, por ejemplo esta relación tiene valores decrecientes a medida que aumenta la dosis agregada) como en la práctica (ignoran muchos factores, como las diferencias en los precios en un mismo país resultante de los costos de transporte). Sin embargo, proporcionan ideas útiles sobre por qué el uso de fertilizantes sigue siendo bajo en Argentina.

Examinando exhaustivamente los valores empíricos asumidos por estos parámetros y si bien hay diferencias agroclimáticas entre nuestros sistemas de producción y los de Brasil y EEUU, comparamos los resultados de estos países con los locales apuntando los comentarios más relevantes.

1.Las respuestas medias del maíz y la soja en Argentina al N y al

P₂O₅, medidos por las relaciones I/P o 'Eficiencia de uso' son respuestas comparables a las informadas en Brasil y en EEUU. Esta opinión es discutible cuando se alude frecuentemente a que los suelos en Brasil son inherentemente menos fértiles que los suelos de aquí o los del Corn Belt.

2. Para el caso del maíz, dentro del gran rango de estudios evaluados en distintos ambientes en Argentina, donde se equipara el N aplicado con el N disponible, las respuestas oscilan entre 25 a 35 kg de grano por kg de N aplicado (equivalentes a 11 y 16 kg por kg de urea). Otros estudios indican relaciones aún más favorables (37 a 66 kg de maíz por kg de N).

3. Las respuestas de la soja al fósforo son notablemente menores que las informadas del maíz al nitrógeno, pero no tan diferente cuando se plantean respuesta de otros granos. A su vez las respuestas de otros cereales al nitrógeno son más similares entre sí, así como al fosforo. En la red de ensayos del Proyecto Fertilizar-INTA, las respuestas medias en suelos clasificados como pobres (10 ppm de P) las respuestas medias fueron de 6,6 kg de soja por kg de P₂O₅, equivalente a cerca de 3,5 kg por kg de fosfato monoamónico o 1,3 kg por kg de superfosfato simple. La relación fue corroborada con el análisis de una mayor cantidad de datos (García 2005).

4. La respuesta de los cultivos varía considerablemente entre las diferentes regiones de cada país y entre épocas de cultivo. Hablando más específicamente, las respuestas varían frente a los factores de sitio, y en particular según la disponibilidad del nutriente en el suelo. Este punto no sólo enfatiza el riesgo inherente del uso de fertilizantes sino que también muestra que el uso de fertilizantes debe adaptarse a las condiciones locales. Esto es especialmente cierto para el maíz zafra y zafriña en Brasil, o la soja de primavera y de segunda en Argentina.

5. La respuesta de cultivos con frecuencia mejora por mejor nivel tecnológico. Mejores híbridos, con mayor potencial de rinde, mejor control de plagas, malezas y enfermedades, buen manejo del agua y la erosión, y con el riego. Este es especialmente el caso en las regiones más secas, en donde la restricción principal de los rendimientos es por la falta de agua y no por la menor fertilidad del suelo per se. Dentro del viejo paradigma de la 'Ley del mínimo', cuanto mayor es el potencial de rinde, mayores son las respuestas a los fertilizantes.

6. No se observan grandes diferencias entre los tres países para la relación de precios Nitrógeno de urea y Maíz. Resultando entonces evidente que el uso del N sería muy ineficiente en EEUU, dado que los niveles de uso son exageradamente altos en relación a los rindes obtenidos (Fertilizar # 5 - Octubre 2006). Sí en cambio, hay mayores y significativas diferencias para Argentina en la relación soja-fosfato, que debe pagar bastante más por el fertilizante fosfatado que en Brasil o en EEUU usando a la soja como moneda.

7. Para la soja en cambio, las relaciones PI/Pp observadas en Argentina son en general más altos que los ratios PI/Pp observadas en los otros dos países, a menudo el doble o más alto. Estas relaciones desfavorables observadas en Argentina refleja claramente el efecto de las retenciones que provoca un precio percibido por el grano ostensiblemente menor. Además de otros factores, especialmente los gastos de transporte de los fertilizantes.

8. Es interesante notar sin embargo, que el P aplicado a la soja en EEUU si bien es el doble en cantidad que lo que emplea un productor de Argentina, este cultivo se fertiliza en algo más de la mitad del área en aquel país respecto al nuestro. Gran parte se hace en rotación con maíz y el productor conscientemente aplica algo más en maíz, así como el productor brasileño lo hace a la inversa, fertiliza en menor proporción el maíz zafriña siguiente a la soja, o el argentino que casi no fertiliza la soja de segunda siguiendo al trigo.

RIESGO ASOCIADO AL USO DE FERTILIZANTES

Dado el predominio de la agricultura de secano en Argentina, las variaciones y perturbaciones climáticas son las fuentes de incertidumbre más frecuentes relacionada con el uso de fertilizantes. La 'seca' tiene un fuerte impacto negativo sobre los incentivos de los agricultores para utilizar insumos que mejoran el rendimiento (o para utilizarlos en niveles recomendados), ya que pueden no ser rentable en años de escasez

de lluvias.

La variabilidad interanual de los rendimientos es con frecuencia muy alta, sobre todo en el norte y en el oeste de la región pampeana, donde los coeficientes de variación (CV) a menudo superan el 20 por ciento para muchos cultivos, en comparación con un CV menor al 10 por ciento en EEUU (Tabla 1). Es posible también relacionar el riesgo a la averción al uso de fertilizantes, en especial en las regiones extra pampeanas. El riesgo vinculado al rendimiento se ve agravado por la volatilidad y la incertidumbre en los precios recibidos por el productor, tanto para los cultivos de grano, como para otros cultivos con mercados menos transparentes, como el girasol, el sorgo, el arroz, la cebada y el algodón.

Tabla 1.

Coeficiente de variación entre los rendimientos anuales de un periodo de 12 años

	Maíz	Soja	
EEUU	9%	8%	
Brasil	16%	10%	
Argentina	Bs.As., Sta. Fe, Córdoba y E. Ríos	13%	12%
	Sgo. del Estero, Salta, Tucumán y La Pampa	19%	19%

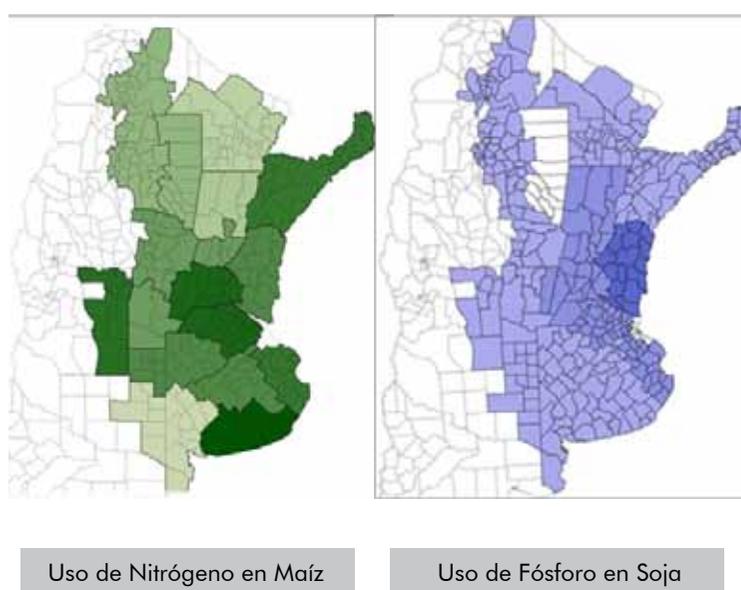
Fuentes: www.ersda.usda.gov; www.conab.gov.br y www.siiia.gov.ar

¿POR QUÉ EL USO DE FERTILIZANTES EN LAS REGIONES EXTRA PAMPEANAS SON MENORES QUE EN LAS PROVINCIAS CENTRALES?

En base a la fuerte evidencia presentada anteriormente, este informe sugiere que los factores económicos tienen influencia directa en la intención de uso de fertilizantes y que éstos son generalmente algo más

Figura 4.

Distribución geográfica de la intensidad de uso de N en maíz y de P en soja en las distintas regiones productivas según el relevamiento de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires



Uso de Nitrógeno en Maíz

Uso de Fósforo en Soja

desfavorables en Argentina que en otras regiones. Más aun, los mismos factores son los que producen diferencias importantes entre las regiones pampeanas y las extra pampeanas. La figura 4 muestra las dosis de aplicación de N en maíz y de P en soja según el relevamiento antes citado de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Por qué es esto? Varios factores parecen explicar por qué los precios de fertilizantes en el interior de Argentina son más altos en relación con las provincias centrales.

SUELOS MÁS FÉRTILES

La respuesta a un nutriente como el fósforo, es decir cuántos kg de grano se obtienen por kg de P aplicado, esta fuertemente vinculada a la dotación de este nutriente en el suelo. En la figura 5 se muestran a la izquierda como varía esta cantidad de grano para una calibración realizada según una recopilación de 53 y 56 ensayos de trigo y de maíz (Dr. Fernando García, inéditos). A la derecha se muestra la distribución geográfica de los niveles de P y claramente las áreas más deficientes de Entre Ríos, Norte de Buenos Aires y Sur de Santa Fe indican los niveles más bajos que se comparan con las dosis medias más altas de P aplicados a cultivos de soja.

No habría justificación agronómica o económica de la aplicación de fertilizantes fosfatados en zonas cuyo nivel de análisis de suelo se asocie a la ausencia o a una probabilidad muy baja de obtener un retorno económico. Situación que se da en regiones con altos contenidos de P en el material originario o por la escasa antigüedad de la agricultura en esas regiones, que se desarrollaron hace no más de 20 años.

EL COSTO DEL TRANSPORTE

Prácticamente todo el país agrícola, excepto Buenos Aires y Santa Fe, no tiene litoral. No tienen puertos a través del cual pueden importarse fertilizantes enviados por mar desde los distantes centros de fabricación. Cualquier productor sabe cómo erosiona sus márgenes los costos del transporte, a razón de U\$S 10 por cada 100 km por tonelada, afecta tanto al fertilizantes que paga como al grano que vende normalmente en los puertos y las fábricas, con la excepción de los granos demandados in situ por la producción animal (feed lot, producción de pollos o cerdos o alguna fábrica de alimentos balanceados).

Las provincias del norte normalmente deben absorber entre U\$S 50 y

U\$S 90 por tonelada en los costos de transporte adicionales para tener bienes entregados desde el puerto más cercano hasta su propio establecimiento, y viceversa. Adicionalmente, las rutas en mal estado y se suman a los costos de transporte, que pueden constituir hasta un 20% del precio normal del transporte hasta el establecimiento, o el llamado flete corto, en comparación con menos de 5 por ciento en Estados Unidos.

En general los productores de los países o regiones lejos de los puertos son fuertemente afectados por la geografía, ya que no sólo terminan pagando altos precios de los bienes importados, como los fertilizantes, sino también reciben precios más bajos por las exportaciones de los productos agrícolas. En Argentina este factor se potencia y resultan en un mayor impacto para un productor del interior que para un productor de Brasil. Como se muestra en la tabla 2, estos costos adicionales implican un deterioro del 44 % de la relación N-Urea /maíz para un productor del estado de Paraná respecto de uno de Mato Grosso, mientras que para un productor de Tucumán respecto de uno cerca del puerto de Rosario este deterioro es del 142 %. Vale destacar que comparamos una distancia media del doble en el caso brasileño. Datos similares para la relación fósforo – soja son igualmente recargados (21 vs 62 %).

MERCADOS LOCALES PEQUEÑOS Y LIMITADA RED DE DISTRIBUIDORES

Los consumos de fertilizantes por los principales cultivos en las provincias del norte, aun con una importante concentración de cultivos regionales que demandan especialidades, representa menos del 9 por ciento del mercado nacional de fertilizantes, (NOA, 2,8%; NEA, 6,9 %) y en cada provincia el mercado de fertilizantes es generalmente muy pequeño. Sólo en Tucumán la cantidad de fertilizante comercializado es suficientemente grande ya que se incluye a la caña de azúcar que demanda alrededor de 30.000 toneladas por año de urea. Debido a las economías de escala en las adquisiciones, localidades que usan cantidades bajas

Figura 5.

Relación de respuesta del trigo y del maíz al fósforo según recopilación de 53 ensayos de trigo y 56 de maíz (1997 a 2008) (F. García, inéditos)

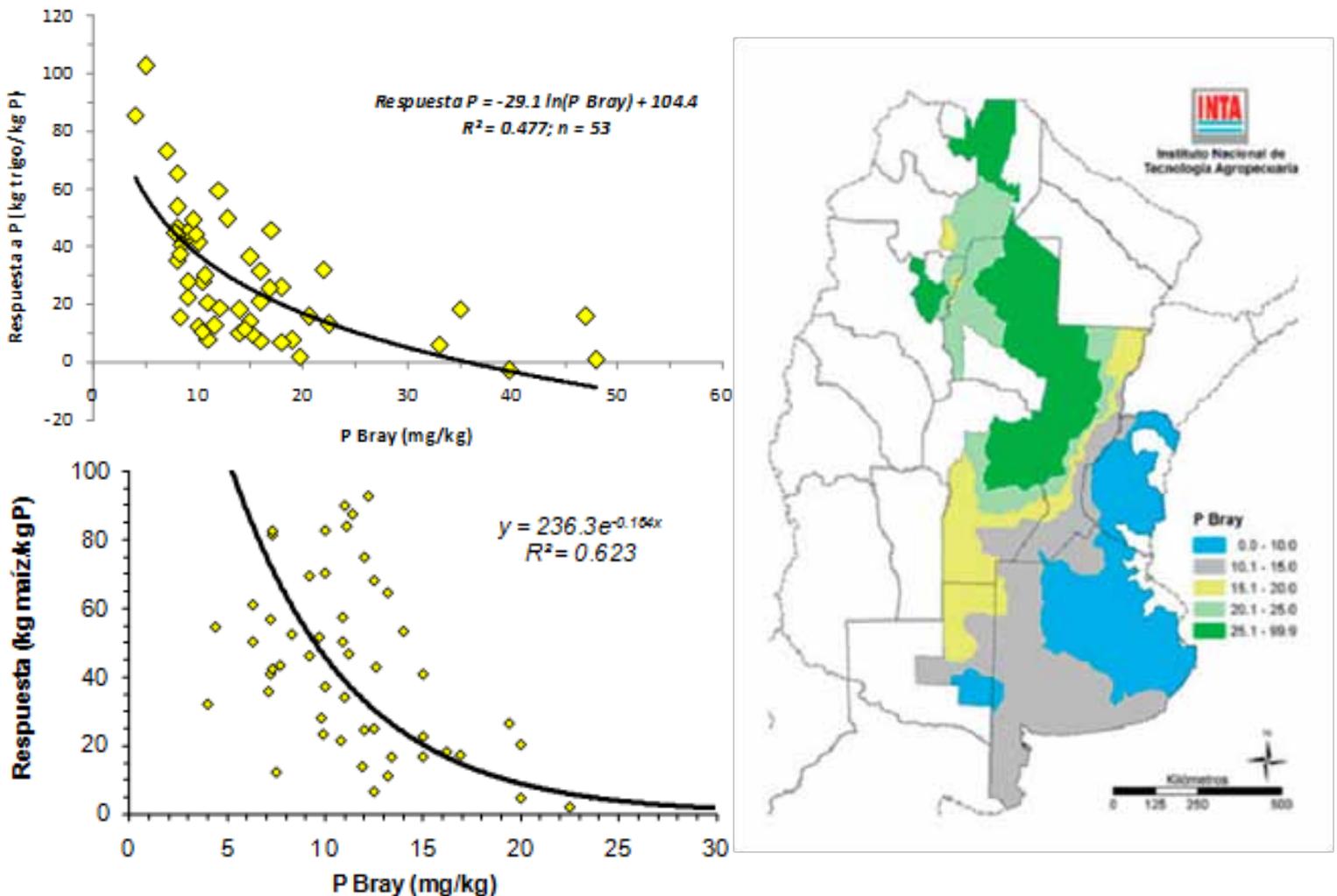


Tabla 2.

Valores comparativos de precios de granos y fertilizantes, y sus relaciones, entre una localidad portuaria y otra del interior en Brasil y en Argentina.

	Argentina					
	Paranagua (PR)	Cuiabá (MT)	Diferencia	Rosario	Tucumán	Diferencia
Maíz	153	115	-25%	142	67	-53%
Soja	446	414	-7%	304	229	-25%
Urea	571	617	8%	535	610	14%
Superfosfato Simple	376	424	13%	345	420	22%
Kg N-Urea/Maíz	1,72	2,47	44%	1,73	4,19	142%
Kg P-SSP/Soja	0,17	0,20	21%	0,23	0,37	62%

Distancia Cuiabá – Paranaguá: 1803 km; Distancia Tucumán - San Lorenzo: 908 km
Fuente: Agrolink y CONAB (Br) y Márgenes Agropecuarios (Ar).


de varios productos, pagan precios más altos por los fertilizantes, su despacho y flete.

El alto costo de los fertilizantes en el interior contribuye al bajo uso, y a su vez el poco uso también contribuye a costos más altos por lo que es difícil capturar las economías de escala asociadas con la distribución de fertilizantes. Si se agrega el aspecto del riesgo, ya planteado en el párrafo anterior (Tabla 2) el incentivo aun es más bajo.

Por otra parte, con raras excepciones el número distribuidores de insumos agropecuarios en áreas extra pampeana es bastante limitado. Los altos precios de los fertilizantes en muchas localidades del interior reflejan la falta de un comercio dinámico y competitivo. Muchos comerciantes se concentran en las zonas urbanas o áreas suburbanas, y muy pocos se encuentran en el interior rural cerca de los productores más pequeños. Los productores normalmente deben viajar 200 a 300 kilómetros para la compra de fertilizantes, semillas y otros agroquímicos, que incrementan el costo de los insumos a los productores, o bien limitando las cantidades que se permiten comprar.

El negocio de fertilizantes es capital intensivo, y el acceso a la financiación es un importante determinante de la capacidad de los distribuidores para llevar a cabo sus negocios. Un distribuidor o punto de venta de alrededor de 1.000 toneladas de fertilizantes por campaña pueden necesitar U\$S 500.000 o más de inventario que muchas veces debe financiar a sus clientes. El sector bancario en la mayoría de las localidades del interior tiene una limitada presencia en las zonas rurales, y requisitos de garantía y colaterales estrictos que hacen difícil financiar el desarrollo de negocios.

Los distribuidores normalmente encuentran términos poco atractivos entre las garantías solicitadas por los importadores para la financiación de fertilizantes, dada la estacionalidad del negocio agrícola, los márgenes relativamente bajos del negocio de fertilizantes, y el alto nivel de riesgo resultante del clima y los mercados.

Por estas razones, en muchas partes del interior, con mucha frecuencia los fertilizantes no están disponibles cuando se los necesita, donde se

los necesita, y del tipo que son necesarios. Incluso cuando los productores conocen sobre los beneficios de los fertilizantes, saben cómo usarlos de manera eficaz, y tienen los recursos para comprarlo, pueden no ser capaces de encontrarlo en los mercados locales.

CLIMA INSTITUCIONAL

Además de los factores que inciden directamente en los costos de los fertilizantes, discutidos anteriormente, varias características del clima de negocios del sector han impedido una dinamización del sector distribuidor, incluso en períodos de crecimiento del mercado.

En los años recientes se alude a un clima de negocios desfavorable, por el que muchas empresas se han mostrado renuentes a invertir en la comercialización de fertilizantes porque creen que no se puede obtener un rendimiento atractivo de su inversión. Los eslabones inferiores de la cadena comercial son apenas 'levanta pedidos' en que solo se hacen negocios que involucran al menos una carga completa de un camión (25-30 toneladas) y pagos prácticamente de contado. Otros problemas más comunes citados por las empresas que tratan de hacer negocios con importadores o distribuidores mayoristas incluyen reglas de juego mal definidas, aplicación laxa de penalidades, una gran proliferación de impuestos y tasas, engorrosos procedimientos burocráticos, falta general de seguridad por robos, y la generalizada incidencia de la corrupción.

CONCLUSIONES

Muchas de las razones que explican la limitada tasa de reposición de fertilizantes por los productores de nuestro país tienen una raíz económica cuando se las compara con otros países de mayores niveles de uso.

No obstante, hay otras razones subyacentes, también de raíz económica, que sobrepasan la explicación simplista de atribuir a la alta carga impositiva, las retenciones y otras salidas rápidas. Conceptos muchas veces englobados en los llamados 'costos de transacción' de la teoría de la Nueva Economía Institucional.

Estas razones se potencian cuando se observan los mercados más lejanos, fuera del área núcleo maicera, triguera o sojera.

ÁMBITO DE RECOMENDACIÓN

DE ADITIVOS

30 O COADYUVANTES EN PULVERIZACIONES AGRÍCOLAS

Ing. Agr. Pedro Daniel Leiva
Especialista en Protección Vegetal

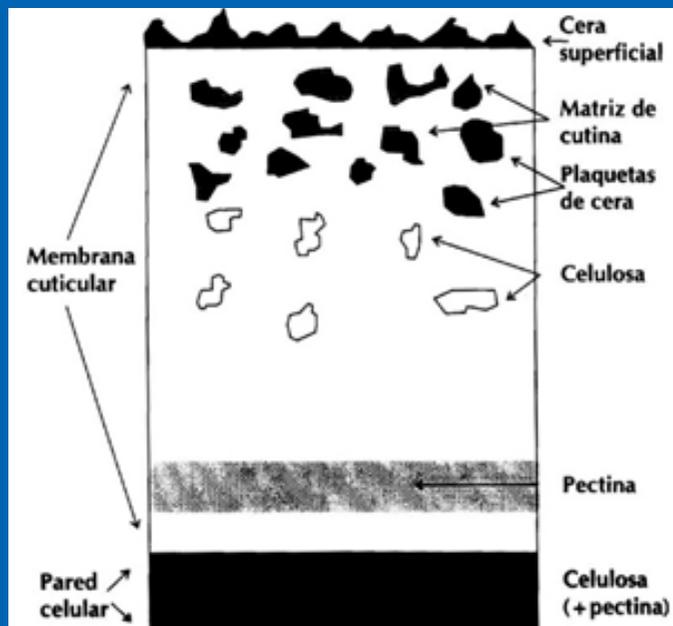
Un coadyuvante es todo producto que agregado al tanque del pulverizador ayuda al pesticida en su aplicación. En el proceso de Calidad de Aplicación los coadyuvantes contribuyen a vencer la barrera de la aplicación (antiderivas y antievaporantes), de la absorción (tensioactivos y penetrantes), de la degradación (correctores de pH, secuestrante de cationes y carriers), entre otros procesos.

Es frecuente observar la confusión que existe a la hora de seleccionar estos aditivos. Comercialmente existen 10 tipos de coadyuvantes: tensioactivo (también conocido como humectante o surfactante), emulsionante, adherente, penetrante, antievaporante, antideriva, antiespumante, secuestrante, acidificante y limpiador desincrustante.

Antes de alcanzar la membrana celular de los tejidos de la hoja de una planta, el caldo de aspersión debe superar la membrana y pared celular. El primer obstáculo a la penetración lo constituye la cera epicuticular, luego la membrana compuesta por una matriz de cutina (ácidos grasos de cadena larga, liposolubles) con insertos compuestos por plaquetas de cera y celulosa (polímero de β-glucosa, hidrosoluble). Entre la membrana y pared hay un espesor que las enlaza, formado por pectina (polisacárido hidrosoluble).

La dificultad para absorber el caldo de aspersión está ligada tanto al espesor de la capa cerosa como al correspondiente de la membrana cuticular. Es decir que existen tanto condicionantes estructurales como fisiológicos. Bajo condiciones prolongadas de sequía el espesor de la capa de cera se incrementa; como así también se reduce el espesor de la membrana cuticular, y por ende la circulación del caldo de aspersión se ve dificultada por la proximidad de las plaquetas de cera. Bajo buenas condiciones de humedad de suelo, la evapotranspiración permite un flujo xilemático que garantiza un gradiente de absorción constante (permite la continuidad del fenómeno pasivo de la absorción), dado que recircula removiendo los ingresos de caldo de aspersión. Con buena humedad de suelo, se incrementa el espesor de la membrana celular separando las plaquetas, y por ende también se facilita el tránsito del caldo de aspersión hacia la parte viva de la hoja.

Los distintos tipos de coadyuvantes admiten ser clasificados según su carga eléctrica. Los hay aniónicos (carga positiva), catiónicos (e.g. alquilaril polietilenglicol, nc High Point, Frigate y Lémur), y anfóteros (a veces con carga positiva y otras negativa, según condición de pH). La clasificación por estructura físico-química permite separar tres grandes grupos: alcoholes etoxilados (e.g. alquilaril polietilenglicol), nonil fenol (la mayoría de los coadyuvantes) y órgano siliconado (e.g. trixiloxano, nc Silwet). Los nonilfenoles están prohibidos en la UE dado que se ha comprobado que afectan la salud, por modificar el sistema inmunológico en humanos (disruptores endógenos).

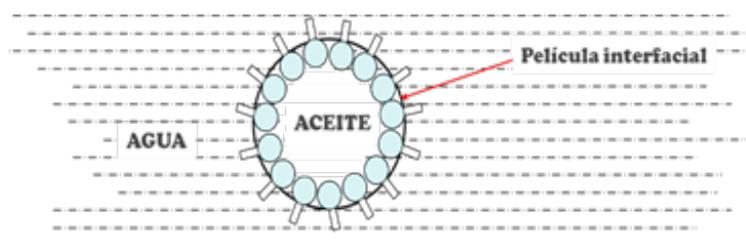
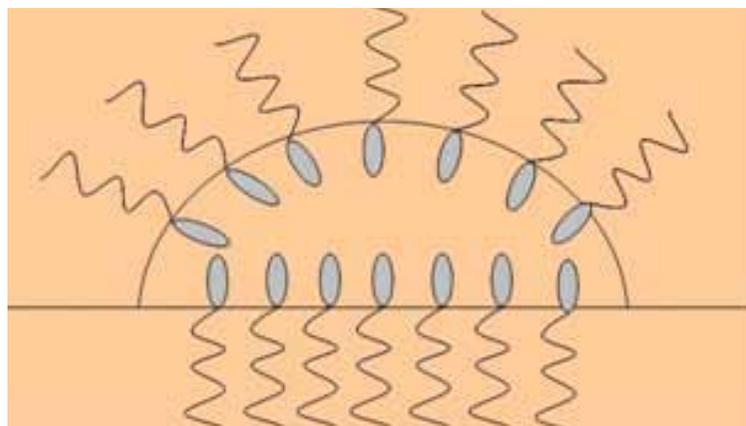
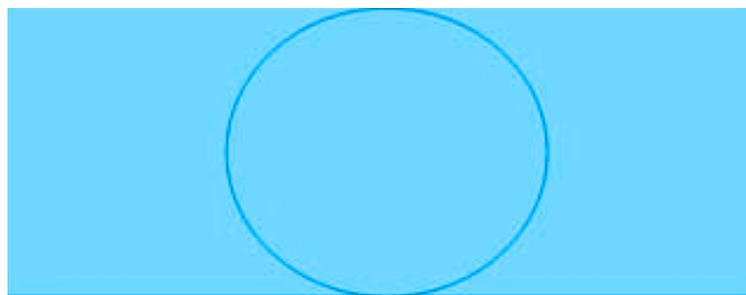


TENSIOACTIVO, HUMECTANTE Y SURFACTANTE

La gota con su máxima tensión superficial es esférica, con la mínima relación superficie/volumen, y con una superficie de apoyo mínima. La segunda consideración determina una baja absorción del caldo de aspersión, mientras que la primera, un bajo índice de evaporación. El tensioactivo, localizado en la interface agua – hoja, coloca su parte hidrofílica dentro de la gota, y su parte lipofílica sobre la superficie de apoyo. Dicho posicionamiento incrementa varias veces la superficie de contacto y por ende la absorción del caldo de aspersión. De esta circunstancia deriva el calificativo de humectante, porque moja. El de surfactante es un anglicismo que surge de la combinación de palabras: surface active agent (ingrediente modificador de la tensión superficial).

La intensidad de reducción de tensión superficial varía con el tipo de coadyuvante; es máximo con órgano siliconados (22 dinas/cm) y menor con nonil fenol (32 dinas/cm), según detalla la imagen inferior; la imagen superior izquierda representa el efecto de un órgano siliconado respecto al agua (72 dinas/cm).

Una diferencia importante entre ambos tipos de coadyuvantes es la afinidad con la cutícula, muy superior en los órgano siliconados, y por ende la doble ventaja de éstos explica el notable eficiencia de control que se produce, consecuencia de una mayor absorción de dosis por unidad de tiempo.



Otro efecto de los coadyuvantes es la compatibilización de fases. Para el caso del aceite de uso agrícola, el efecto del tensioactivo permite la formación de una emulsión estable. En ciertos casos de mezclas de formulaciones de plaguicidas, el coadyuvante contribuye a estabilizarla.

ADHERENTES

Están compuestos de resinas, látex o ligninas que promueven que la gota se haga más pegajosa.



PENETRANTES

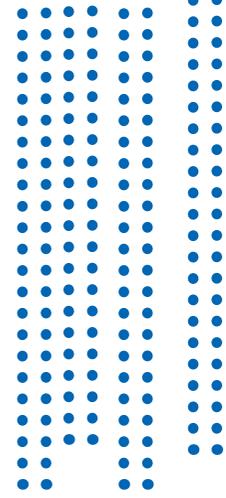
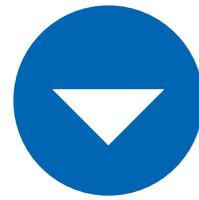
Eliminan o reducen las barreras que dificultan la penetración. Como ejemplos de mercado tenemos lecitina de soja, sulfato de amonio y aceites. La capa de cutina que recubre las hojas se disuelve y achata, favoreciendo la penetración del caldo. Esta propiedad para la sal mencionada en segundo término, la provee el ion amonio (NH₃⁺).

ANTIEVAPORANTES

Pueden ser alcoholes de cadena larga (polar y no polar) y los aceites (mineral y vegetal). Producen el efecto de recubrimiento exterior de la gota con un anillo protector. Para el caso de los aceites emulsionables, ocurre una paradoja importante. Tal como ilustra el gráfico, que representa la reducción de tamaño de la gota en función del tiempo de caída y uso o no de aceite (cuando hay baja humedad relativa). La gota al salir del pico aspersor presenta un tamaño menor cuando el caldo contiene aceite (línea roja), esto a consecuencia que el líquido está sometido a presión (40-60 lb/pg²) dentro del pico aspersor, y cuando sale al exterior se encuentra nuevamente con la presión atmosférica (14.7 lb/pg²); dicho cambio hace estallar en mayor medida la gota con aceite, comparada al agua sola (línea azul), por efecto de la baja de tensión superficial que provee el emulsionante.

En resumen, la gota con aceite es más pequeña, y como el caudal no varía, dicha reducción implica una mayor cantidad de impactos. El gráfico también ilustra una menor tasa de evaporación de la gota por el uso de aceite, es decir que gotas más pequeñas reducen, en función del tiempo, en menor medida su tamaño que aquellas formadas sólo por agua. Agronómicamente el fenómeno descrito reviste gran importancia ya que las gotas más pequeñas y en mayor cantidad ofrecen una mejor cobertura de hojas y una mayor penetración del canopeo. En forma adicional, el efecto antievaporante se mantiene luego de impactar sobre la hoja, factor que favorece la continuidad de la penetración del caldo; y en la medida que se evapora el agua, el plaguicida se disuelve en aceite.

32



- **Antievaporante**
 - tanto el mineral como vegetal son efectivos
 - el vegetal protege mejor las gotas chicas
- **Penetrante**
 - mineral
 - vegetal metilado (para graminicidas selectivos)
 - Optimizer (Bayer Crop Science)
 - MSO o DIS (BASF)
 - Uptake (Dow Chemical Co)
 - Extremo (Rizobacter, mezcla con Silwet)

herbicidas selectivos post emergentes, y en ese caso se debe optar por el mineral o vegetal metilado. La esterificación del aceite aumenta su agresividad, aproximando este coadyuvante a un biocombustible.

Efecto del Aceite en la Mezcla



1-TIPO DE ACEITE

Queda claro entonces que los aceites tienen propiedades antievaporantes y penetrantes (por su afinidad lipofílica con la matriz de cutina). Para una correcta elección del tipo de aceite, primero necesito establecer cuál de sus propiedades es la requerida. Existen en el mercado dos tipos de aceite, el mineral y el vegetal; para este último dos variantes: degomado y metilado. El siguiente cuadro ilustra las propiedades, diferencias y algunas marcas comerciales disponibles en Argentina.

Dado que el aceite vegetal protege mejor las gotas chicas, resulta conveniente elegirlo ante un follaje denso. Cuando la acción requerida es la penetración en hojas de gramíneas (con alto contenido en sílice) el aceite vegetal degomado no funciona para

2-DOSIS DE ACEITE COMO ANTIEVAPORANTE

Según nuestra experiencia el uso de aceite como antievaporante funciona a dosis fija (no por hectárea), pero diferenciamos tratamientos terrestres de aéreos. Para ambas situaciones, cuando la humedad relativa ambiente (HR%) es igual o mayor al 60% no recomendamos el uso de aceite, cuando es inferior a 35-40% recomendamos suspender los tratamientos ya que no resulta posible remediar la evaporación de las gotas chicas, más aun trabajando con avión.

En trabajos terrestres recomendamos una dosis de 1 lt/ha cuando la HR= 40-50%, y preferentemente vegetal; para trabajos aéreos la dosis varía en función de la HR: 1 lt/ha para HR= 50-60%, y 2 lt/ha para HR= 40-50%. Dado que el avión asperja un caldo estimativamente 10 veces más concentrado, también recomendamos el uso de aceite mineral por su menor propensión a separarse en fases, ya que hemos detectado que para aceites de origen vegetal tanto el tipo como la dosis de emulsionante afectan su desempeño. Como valor de referencia el emulsionante debe participar en un 15%.

Como penetrante, distintos plaguicidas responder de manera diferente al uso de aceite. Los graminicidas (e.g. haloxyfop metil, nc Galant; cletidim, nc Select) no funcionan si no se usa aceite, por dicho motivo las empresas lo formulan como LPU (listo para usar). Los funguicidas responden muy poco al uso de aceite; pero si se los pulveriza con una HR ≤ 60% y con avión, resulta prioritario el efecto antievaporante, ya que si no alcanzan el tercio medio del follaje, no funcionan (al menos en soja para EFC).

La dosis variable de antievaporante se recomienda cuando no se logran en el sitio de aplicación el número de gotas pretendido, por ejemplo ante follaje muy denso, por cobertura de entresurcos y/o altura del cultivo.

3-FITOTOXICIDAD

• Condiciones ambientales

- altas temperaturas
- alta radiación solar



• Calidad de aplicación

- gotas gruesas
- tensioactivo del aceite c/ poco poder dispersante
 - mucho aceite que no se esparce, punto crítico

• Calidad de aceite y plaguicidas

- residuo no sulfonable > 90% (hidroc. aromáticos)
- plaguicidas con azufre (e.g. tebuconazole)
 - mezclas, aplicaciones secuenciales o muy cercanas

El cuadro adjunto explicita las condiciones predisponentes para generar un efecto fitotóxico por uso de aceite. Es frecuente de observar sólo en tratamientos funguicidas en trigo con tebuconazole.

5- ANTIEVAPORANTE A BAJA DOSIS

Como alternativa de antievalorantes, existen algunas formulaciones de coadyuvantes que cumplen satisfactoriamente con dicha función a baja dosis. A riesgo de omitir algunas de éstas, las probadas por nosotros con resultados equivalentes al del aceite, y evaluadas en respuesta a incrementos de rendimiento por uso de funguicidas en trigo y soja, bajo condiciones meteorológicas críticas y aplicación aérea, se detallan en el siguiente cuadro.

La dosis es 20 veces menor a la recomendada para aceite. Para la condición más crítica por humedad relativa, el blanco del tratamiento se ubicó expuesto (hoja bandera, lo que implica gota más grande); mientras que para una condición más favorable, el blanco se ubicó en la base del tercio medio del follaje (lo que implica gota más chica). Estos resultados indican la conveniencia de ensayar otras alternativas que ofrece el mercado, y que facilitarían la logística de carga de equipos pulverizadores por el manejo de un menor volumen de plaguicidas.

No obstante, muchos otros productos ensayados no mostraron el efecto buscado, y algunos otros, por el contrario, resultaron en respuestas de rendimiento inferiores al caldo sin antievalorante (solamente agua). La baja disponibilidad de resultados comprobados para antievalorantes a baja dosis resalta la vigencia del uso de aceite a dosis fija (punto 2).

4-MEZCLAS DE ACEITE CON TENSIOACTIVO

Para los casos de requerirse una penetración efectiva se recomienda reforzar el aceite con un tensioactivo órgano siliconado. La industria lo vende previamente formulado como Rizospray Extremo (Rizobacter Argentina SA). Este incluye un aceite vegetal metilado más una dosis doble (30%) de Silwet.

Criterio para el uso de coadyuvantes

**TENSIOACTIVO
(órgano siliconado)**

- Alta HR (>60%).....utilizarlo siempre
- Baja HR (60>=HR>40)
 - Sin aceite.....nunca por evaporación
 - Con aceite.....siempre mezclado
- Con rocío.....nunca por escurrimiento

El tensioactivo resulta importante para los casos donde se requiere penetrar superficies pilosas (e.g. gramón Cynodon dactylon, gata peluda Spilosoma virginica, isoca bolillera Heliothis gelotopoeon en soja); tratar con insecticidas a insectos de reducido tamaño o que generen tela (e.g. chinche diminuta Nysus simulans, trips, arañuela Tetranychus telarius), lograr adherencia en superficies serosas (e.g. estigmas de maíz para el control de isoca bolillera Heliothis zea, control de quinoa Chenopodium album), incrementar la penetración de funguicidas en cultivos de soja y maíz (validado para mezclas de estrobirulinas y triazoles), el control de malezas resistentes (e.g. rama negra Conyza spp.), cuando se requiere penetrar profundamente un canopeo denso (barrenador del tallo en maíz Diatraea saccharalis, control de larvas por uso de piretroides y chinches en soja con fosforados o mezclas), y finalmente para el control de isocas cortadoras. En este último caso, el tratamiento se realiza de noche para una mayor exposición de la plaga y con insecticidas de contacto (piretroides), donde se requiere llegar a muchas gotas chicas a individuos refugiados en el rastrojo.

Si bien los casos detallados responden significativamente al uso de coadyuvante órgano siliconado, éste es un evaporante. Por tanto, bajo condiciones de baja HR se lo debe mezclar con aceite. Las dosis de aceite son las mismas ya detalladas en el punto 2 (valor fijo por hectárea). La dosis del órgano siliconado, en cambio, es volumétrica (%v/v), y variable según concentración de formulación del trixiloxano.

Antievalorantes a bajas dosis

AgroSpray	Speed Agro
<ul style="list-style-type: none"> • Maxidrop - 1,5 cc X 10 lt (0.01%) • Harrier Sentry - 100 cc X 10 lt (1%) • Mezcla de ambos • p/ funguicidas 10-15 lt/ha • cultivo TRIGO (ROYA) • 17°C y 35% HR 	<ul style="list-style-type: none"> • Speedwet Xion Silicon Gel - 50 cc/ha X 10 lt (0.5%) • p/ funguicidas 15 lt/ha • cultivo SOJA (EFC) • 30° C y 50% HR

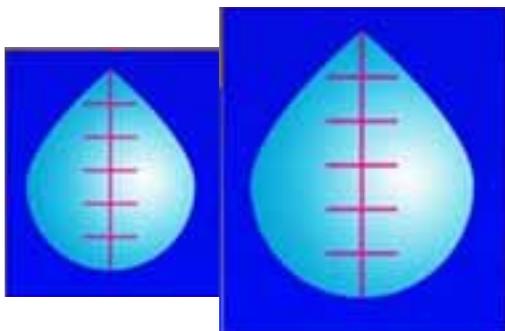


ANTIDERIVANTES

Se trata de poliacrilamidas, con su uso la gota se hace más viscosa y grande. La deriva es una composición de movimiento entre el viento y el peso de la gota. Una manera de incrementar el peso de la gota es con coadyuvante antideriva. Con solamente aumentar un 25% el diámetro, duplicamos el peso de la gota, según puede observar en el gráfico adjunto. No obstante cabe señalar que la consecuencia es una reducción de la cobertura, y por lo tanto, si esta es ya escasa, el antiderivante la reduce aún más. En consecuencia su empleo estaría más indicado para tratamientos terrestres.

Otra alternativa que conduce a agrandar la gota es el uso de pastillas de mayor tamaño, con o sin incremento en el volumen de pulverización. Como ejemplo podemos citar que si estamos asperjando con pastilla 110 015 (verde) y una configuración del botalón a 35 cm, el cambio de configuración a 70 cm (portapicos por medio) y el cambio de pastillas a 110 03 (azul) no modifica el volumen de aspersión (y por ende la dosis por hectárea), pero si incrementa el tamaño de la gota (e.g. de 230 a 300 μ a 40 PSI). Dicho procedimiento reduce la deriva, mejora que debe constatarse mediante el uso de tarjetas sensibles colocadas verticalmente en la dirección hacia donde sopla el viento.

Otra opción para incrementar el tamaño de la gota es reducir la presión de trabajo, con lo cual baja el volumen de aspersión (y también la dosis por hectárea) que debería ser compensada con una reducción en la velocidad de trabajo. Este procedimiento es factible de realizar con pastillas abanico plano de rango extendido (XR= extend range). Finalmente, existen pastillas inducidas por aire (AI= air injection) con excelente comportamiento para mitigar deriva.



Un 25% más de diámetro significa el doble de peso

ANTIESPUMANTE

Se trata de fluorocarbonados, polixiloxanos, siliconas, aceites minerales o ácidos grasos. Todos ellos evitan que el caldo retenga aire. Ciertas formulaciones o mezclas producen espuma (e.g. algunas formulaciones de glifosato como por ejemplo Sulfosato), el agregado de antiespumante al agua soluciona el problema. Las consecuencias de la espuma son básicamente tres: contamina el ambiente porque la espuma rebalsa el tanque durante el llenado, no permite completar la carga y, dado que el aire es compresible, produce un flujo pulsante a nivel de pastillas.

El antiespumante también elimina la espuma una vez producida, pero resulta conveniente detectar el problema en una muestra piloto y agregarlo siempre al agua como paso previo a la incorporación de plaguicidas.

ACIDIFICANTE Y SECUESTRANTE

Dentro de este grupo de coadyuvantes, tanto el ácido fosfórico como los derivados del ácido EDTA (etilen diamina tetracético) tienen la propiedad de corregir el agua (efecto tampón o buffer), regulando los valores de pH de la solución. Cabe recordar que las aguas en la Región Pampeana de Argentina tienden a valores neutros a levemente alcalinos (7 a 8.2), y que los plaguicidas tienen su mayor vida media a pH ácido (aprox. 5); por lo tanto resulta conveniente acidificar previamente el agua para prolongar la residualidad de los tratamientos fitosanitarios.

Para aguas duras (altas concentraciones de iones alcalino térreos, e.g. calcio y magnesio), resulta necesario secuestrarlos o transformarlos en quelatos (anularles la carga eléctrica) de manera tal que no puedan reaccionar químicamente con los plaguicidas. Un ejemplo de secues-

trante de cationes es el sulfato de amonio, cuyo anión sulfato (SO_4^{2-}) se combina con calcio y magnesio produciendo sales insolubles ($CaSO_4$ y $MgSO_4$). El sulfato de amonio es una sal color ámbar y de muy difícil solubilización, por lo tanto la industria la comercializa diluida al 40% (Complex de Buffon SA). La corrección del agua con sulfato de amonio deber anticiparse 30 minutos a la carga y con el sistema de retorno en marcha, para garantizar una buena solubilización de la sal y evitar luego cortes en las mezclas de tanque.

Los herbicidas que responden positiva y significativamente a la corrección de dureza son: glifosato (no Premium), 2,4-D y gramoxone.

DESCONTAMINACIÓN DE EQUIPOS Y DESINCRUSTANTES

Otra consideración al respecto del pH del agua es la descontaminación de equipos para evitar residuos fitotóxicos. Para ello resulta necesario subir el pH a valores entre 10-11 utilizando lavandina (hipoclorito de sodio), cuya dosis depende de la concentración del producto y la cantidad de agua. La dosis se determina con un pehachímetro en una alícuota de agua. Los problemas de fitotoxicidad se observan frecuentemente en equipos que previamente han usado herbicidas hormonales.

Como ejemplo de limpiador desincrustante tenemos amonio cuaternario que ablanda las incrustaciones en tanque, filtros, bomba y pastillas.

1-Los pasos a seguir para el lavado en general son

- lavar el equipo con abundante agua. Haciendo salir líquido por los picos
- agregar agua (200 lt) más la lavandina necesaria, y hacer funcionar el retorno por 10 minutos
- dejar unas 4 horas con la bomba apagada (mejor toda la noche)
- asperjar con el equipo abierto sobre un camino de tierra
- lavar nuevamente con tensioactivo

2-Por fitotoxicidad residual

Para eliminar residuos de herbicidas, principalmente combinaciones que contengan hormonales, quitar todos los filtros (de la bomba, de línea y filtros de picos) y lavarlos bien. Llenar el tanque $\frac{3}{4}$ partes con agua y asperjar una parte para arrastrar los residuos más gruesos. Luego armar filtros y picos, y prender el retorno por 20 minutos, luego desagotar el contenido asperjando por la parte baja del tanque con el equipo circulando a baja velocidad. Asegurarse que la batea del fondo quede limpia.

Posteriormente llenar el tanque nuevamente $\frac{3}{4}$ de su capacidad y agregar lavandina hasta bajar el pH a un valor 10. Realizar una prueba previa en un frasco de 200 cc añadiendo lavandina y revolviendo, chequeando la alcalinidad con un pehachímetro o papel de tornasol. Calcular la cantidad de lavandina para la cantidad de agua en el tanque. Encender la bomba y asperjar una porción a los efectos de asegurar que cargue el botalón; luego dejar encendido el retorno por 15 minutos. Dejar en reposo por 4 horas.

Luego desagotar el tanque por la descarga con el equipo cerrado, y circulando por un camino de tierra. Posteriormente efectuar 2 enjuagues con agua, ayudándose con una manguera a presión para lavar las paredes del tanque. Finalmente, y antes de añadir plaguicida, asperjar una parte del agua por el botalón a los efectos de asegurar el desagote del remanente. Para chequear que el agua está libre de lavandina, tomar el valor de pH, que debe ser igual al agua del pozo.

3-Por incrustaciones y residuos

Los limpiadores pueden apuntar a inactivar plaguicidas por problemas de fitotoxicidad, para equipos que van a tratar otros cultivos, o simplemente para descontaminar. Otras veces se busca un efecto desengrasante o desincrustante.

Como ejemplos comerciales que cumple las tres funciones (descontaminante, desengrasante y desincrustante) citamos los siguientes: Deep Cleaner de Agrospray, www.agrospray.com.ar/sitio/producto_detalle.php?id=12&lang=; Rizobacter Cleaner, www.rizobacter.com.ar/assets/files/Instructivos/instructivo_rizospray_cleaner.pdf

y Limpiador Desengrasante LD de Facyt, www.facyt.com/home.html.

Cabe mencionar también que, si sólo quiero descontaminar un pulve-

rizador, que va a trabajar en un cultivo sensible al herbicida aplicado con anterioridad, la lavandina (en dilución que permita subir el pH a valores entre 10 y 11) es una buena alternativa y de bajo costo. Con la aclaración que no es desincrustante ni desengrasante. El amonio cuaternario es un excelente desincrustante.

Cuando se trata del material de descarte como por ejemplo bidones, los Laboratorios recomiendan lavar el envase con agua limpia y sin ningún aditivo, utilizando la técnica del “triple enjuague”. Las aguas del lavado de envases se vierten al tanque del pulverizador permitiendo recuperar el plaguicida residual del envase previamente escurrido.

Las aguas residuales por uso de productos limpiadores se asperjan a baja concentración sobre un camino vecinal, donde la capacidad digestora del suelo (bacterias) se encarga de su descomposición biológica. Lo que no debe hacerse es descargar el caldo residual de manera concentrada, sobre la banquina de un camino u otro sitio.

CONSIDERACIONES FINALES

Las recomendaciones de esta publicación son de carácter conceptual y general. Cada especie plaga y plaguicida tiene una combinación óptima de tipo y dosis de coadyuvante, sobre todo para la relación maleza-herbicida. El lector deberá consultar con especialistas cada caso en particular.

El concepto Calidad de Aplicación pone de manifiesto la importancia del uso de coadyuvantes para vencer las diferentes barreras: de la aplicación, de la absorción y la degradación; detallados en el siguiente artículo:

Leiva, P.D. 2010. Concepto de calidad de aplicación. Grupo Protección Vegetal- INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 5 pg:il.

<http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/aplicacion-de-plaguicidas-t3238/078-po.htm>

Para una ampliación de conceptos sobre calidad de agua, puede consultarse:

*Leiva, P.D. 2010. Consideraciones generales sobre **calidad de agua** para pulverización agrícola. Grupo Protección Vegetal - INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 6 pg: il.*

http://www.inta.gov.ar/pergamino/info/documentos/2010/Calidad_Aguas_para_pulverizacion.pdf

<http://www.pregonagropecuario.com.ar/cat.php?txt=1947>

La compatibilidad de las mezclas de plaguicidas y el orden de incorporación de los productos al tanque, pueden consultarse en:

Leiva, P.D. 2011. Mezcla de tanque y prueba de compatibilidad. Grupo Protección Vegetal - INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 1 pg:il.

<http://www.nuevoabcrural.com.ar/vertext.php?id=4022>

http://www.francomanopicardi.com.ar/news/2011/08_Agosto/03_15a19/03_agricultura_INTA- Pergamino_Mezcla-deTanque-y-Prueba-de-compatibilidad.htm

Leiva, P.D. & Picapietra, P. 2012. Compatibilidad para mezclas de tanque de tres herbicidas utilizados en barbecho químico. Grupo Protección Vegetal - INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 11 pg.:il

<http://inta.gov.ar/documentos/compatibilidad-para-mezclas-de-tanque-de-tres-herbicidas-utilizados-en-barbecho-quimico/>

<http://www.pregonagropecuario.com.ar/cat.php?txt=3780>

<http://www.aianba.org.ar/pdf/Ensayo-de-mezclas-de-tanque-agosto2012.pdf>

DEFICIENCIA DE AZUFRE *EN SOJA EN EL SUDESTE BONAERENSE:* DIAGNÓSTICO CON INDICES OPTICOS

Guillermo Divito, J.P. Martínez y Hernán Echeverría.
guillermodivito@yahoo.com.ar

Sacándole el jugo a la investigación I

Muchos trabajos científicos son presentados a los congresos y publicados en revistas especializadas, a los que no todos los técnicos asesores que lidian el día a día con temas prácticos y exigen decisiones prontas basadas en la mejor información disponible. Por otra parte muchas veces la metodología científica exige solidez en las conclusiones que motivaron la "publicación del trabajo", lo que limita las aseveraciones a aspectos muy puntuales omitiendo respuestas a preguntas aplicadas pertinentes al marco tecnológico en que se desenvuelve la investigación.

En la región pampeana norte varios autores han reportado incrementos en el rendimiento de soja en respuesta a la fertilización con azufre (S). En el sudeste bonaerense la deficiencia del nutriente aún no es tan marcada, por lo que la respuesta es más errática. Esto obedece principalmente al mayor contenido de materia orgánica de sus suelos, principal reservorio de S, y a la menor historia bajo agricultura continua.

El diagnóstico de deficiencias nutricionales es clave, dado que sustenta la toma de decisiones de fertilización. Para otros nutrientes como nitrógeno (N) o fósforo (P) las metodologías más difundidas para la determinación de la probabilidad o magnitud de la respuesta a la fertilización involucran el análisis de suelo. Sin embargo, para S aún no se dispone de un método generalizado y adoptado de análisis de suelo.

Surge entonces la necesidad de explorar métodos de diagnóstico alternativos entre ellos, el empleo de medidores de la transmi-

tancia foliar (Minolta SPAD) y de reflectancia del follaje (Green seeker), que darían un diagnóstico instantáneo, no destructivo y cuantitativo de la intensidad de verdor, indicador del contenido de N de las hojas, para el primero y de la capacidad del cultivo de interceptar la radiación solar en el segundo caso. De manera análoga al N, el síntoma más común de deficiencia de S es la disminución en la intensidad del color verde (IV) debido a una menor concentración de clorofila. Por otra parte, el empleo de sensores remotos multiespectrales surge como alternativa superior puesto que integra distintas características del follaje, como el grado de cobertura del suelo además del índice de verdor. Teniendo en cuenta estos antecedentes el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) podría ser de utilidad para la caracterización del estatus azufrado del cultivo.

¿CÓMO SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN?

En la campaña 2012/13 se realizaron tres experimentos en soja





EL ÍNDICE DE SUFICIENCIA DE S AUMENTÓ EN GENERAL EN FUNCIÓN DE LA DOSIS DE S APLICADA EN TODOS LOS ENSAYOS

38

de primera y uno en soja de segunda en lotes con prolongada historia agrícola. Los mismos se ubicaron en el INTA de Balcarce y en el establecimiento La Primavera de la misma localidad; los cultivos se inocularon y recibieron 16 kg de P/ha a la siembra. En cada ensayo se estableció un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Se realizó muestreo de suelo previo al establecimiento de los ensayos en estratos cada 20 cm hasta 60 cm. Se determinó la materia orgánica (0-20 cm) y el contenido de S-SO₄-2 (0-60 cm). En la EEA INTA se evaluaron 3 dosis de S (0, 10 y 40 kg de S ha⁻¹) y en La Primavera 5 dosis (0, 10, 20, 30 y 40 kg de S ha⁻¹) aplicadas al voleo como yeso (16% S) en cobertura total en V2.

Las determinaciones del IV se realizaron con el clorofilómetro Minolta SPAD 502 en R1 en 20 hojas por parcela. A partir de esta lectura se calculó el índice de suficiencia de S (ISS) como la

relación entre este valor y el IV de las parcelas que recibieron la dosis máxima de S. Las determinaciones de NDVI se realizaron con el Green Seeker en R1 en los cultivos de primera y en R3 en la soja de segunda, desplazándolo a 1 m por encima del cultivo. Estos valores se relacionaron con el rendimiento del cultivo a la cosecha.

¿SE PUEDEN USAR EL SPAD O EL GREEN SEEKER PARA DIAGNOSTICAR EL ESTADO DE NUTRICIÓN AZUFRADO DE LA SOJA?

El índice de suficiencia de S aumentó en general en función de la dosis de S aplicada en todos los ensayos. Por el contrario, el NDVI manifestó menos sensibilidad para detectar diferencias entre tratamientos (Figura 1), siendo esto evidente sólo en la soja de segunda. En este sentido, se destaca que en todos los

Figura 1.

Índice de suficiencia de azufre (ISS) e índice normalizado de vegetación (NDVI) según la dosis de azufre (S) aplicada.

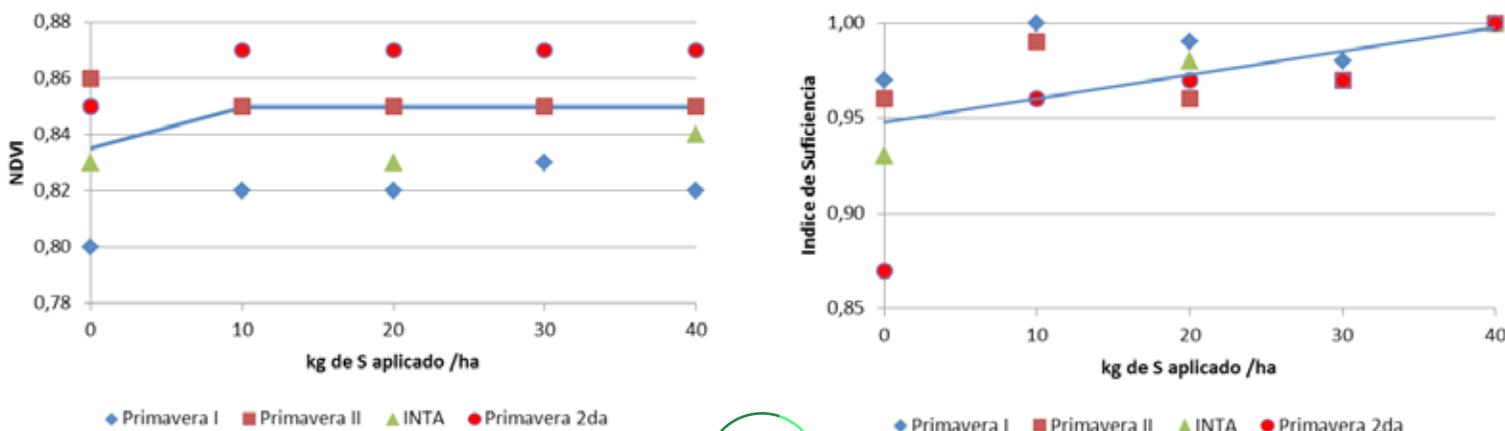


Tabla 1.

Rendimiento de los cultivos de soja en función del azufre aplicado.

S aplicado	Primavera I	Primavera II	INTA	Primavera 2da
	kg /ha			
0	2700	3150	3600	2050
10	3400	3650	3750	2450
20	3000	3750		2180
30	3400	3500		2200
40	3100	3520	3600	2200
S-SO4 disponible ppm	25	25	32	25

casos la determinación del NDVI se realizó cuando el cultivo ya había alcanzado cobertura plena del suelo (R1 para la soja de primera y R3 para la soja de segunda), por lo que las variaciones en dicho índice obedecerían solo a la capacidad de los pigmentos de absorber la radiación.

¿CUÁL FUE LA RESPUESTA AL AZUFRE DE LA SOJA EN LA ZONA DEL SUDESTE DE BUENOS AIRES?

La soja de primera manifestó incrementos en el rendimiento debido a la aplicación S en los ensayos de soja de primera en La Primavera I y II, y la soja de segunda; estos incremento fueron de 519, 536 y 174 kg/ha, en promedio para todas las dosis de S, respectivamente. Por el contrario, el rendimiento no difirió de manera significativa entre dosis en el ensayo realizado en INTA Balcarce, probablemente por el mayor contenido de S -SO4 en

el suelo (Tabla 1). Tomando solo la respuesta al primer nivel de 10 kg/ha de S, evaluado en los 4 experimentos y dosis habitual en los planteos pampeanos, la respuesta promedio de los cuatro sitios es de 437 kg/ha (+15 %) respecto al testigo.

¿CUÁL ES LA RELACIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO FINAL DE LA SOJA Y EL ÍNDICE DE SUFICIENCIA Y LAS LECTURAS DEL GREEN SEEKER?

Los Índices de Suficiencia de S tuvieron relación con el rendimiento de grano (Figura 1), en particular donde hubo respuestas significativas al agregado de S. Contrariamente, en el ensayo del INTA, los valores del ISS no se correspondieron con el rendimiento. En resumen, los resultados demuestran que el uso del ISS es promisorio para el diagnóstico del estatus azufrado mientras que el Green Seeker (NDVI) sería una herramienta menos sensible para detectar deficiencia de este nutriente.



Pedro Barbagelata, J.M. Pautasso, y Ricardo Melchiori
pbarbagelata.pedro@inta.gob.ar

DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA PARA SORGO EN ENTRE RÍOS

40

Sacándole el jugo a la investigación II

El sorgo es un importante recurso forrajero de gran flexibilidad de uso, ya que existen híbridos de doble propósito (producción de granos y forrajero), para la producción de grano comercial. Inclusive puede pastorearse directamente en grano lechoso o su rebrote luego de la cosecha. Se cultiva hoy en todo el país más de 1 millón de hectáreas, no obstante sólo se declara la superficie cosechada que entra en el circuito comercial por lo que si se sumaran las áreas pastoreadas o cultivadas para consumo propio, el área sembrada serían significativamente mayor. Dado el carácter de la amplia extensión cultivada, esta investigación llevada a cabo en Entre ríos, debería poder utilizarse en todas las áreas sorgueras del país. Las dosis medias usadas en sorgo varían entre 26 y 47 kg de N/ha según el nivel tecnológico.

El sorgo granífero constituye una alternativa de manejo importante para mejorar el balance de carbono del suelo y la productividad del sistema, al permitir un mejor aprovechamiento de los recursos del ambiente y diversificar la producción, comparado a sistemas con predominancia de cultivos de soja de primera (monocultivo).

En la Región Pampeana Norte, el sorgo compete en la rotación con otros cultivos estivales y, por lo general, es implantado en suelos de menor aptitud agrícola o en zonas donde el maíz no es rentable debido a la ocurrencia de sequías durante el período crítico del cultivo, que limitan el rendimiento o le confieren alta inestabilidad al cultivo. Una ventaja importante del sorgo en relación a la soja es su menor exportación de nutrientes del sistema y su mayor aporte de rastrojos. Sin embargo, las bajas producciones obtenidas habitualmente, debidas principalmente a serias limitantes de índole nutricional, no permiten obtener rentabilidad suficientemente para mantener al sorgo en la rotación.

Es necesario conocer los requerimientos nutricionales del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización. El nitrógeno (N) es el nutriente cuya deficiencia es más frecuente en las regiones sorgueras, lo sigue en orden de importancia el fósforo (P) y en los últimos años se han comprobado deficiencias de azufre (S) en algunas áreas agrícolas del país.

La decisión acerca del manejo de la fertilización debe tomarse a partir de metodologías de diagnóstico locales actualizadas. Esto implica conocer las necesidades nutricionales para alcanzar un rendimiento objetivo y la capacidad del suelo de proveer esos nutrientes en la cantidad y el momento adecuado. En nuestro país existe información actualizada sobre los requerimientos y extracción en grano de los macronutrientes N, P y S. Utilizando esta información generada en los últimos años, estos autores establecieron valores de referencia de absorción de 30 kg de N y de extracción de 20 kg de N por tonelada de grano producida, respectivamente.

En nuestro país existen antecedentes donde se han registrado respuestas positivas al agregado de N en algunas regiones. A pesar de ello, la información local acerca de métodos de diagnóstico de fertilidad nitrogenada es aún escasa. En experiencias en la zona central de Santa Fe se evaluó el nivel de N disponible a la siembra (suelo + fertilizante) hasta los 0,6 m de profundidad, encontrando una buena asociación entre la oferta inicial de N y el nivel de rendimiento logrado. Sin embargo, dicha herramienta no ha sido validada en otras zonas productivas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta del cultivo de sorgo a la fertilización con N en distintos ambientes de Entre Ríos y establecer la relación entre el rendimiento de sorgo y el N disponible (N del suelo + N del fertilizante).

¿Cómo se condujo esta investigación?

En el 2011 se condujeron 14 ensayos de fertilización nitrogenada en lotes de producción de sorgo en siembra directa, en los departamentos La Paz, Federal, Paraná, Diamante, Victoria y Gualeguaychú, con diferentes situaciones de historias de manejo previo y cultivos antecesores.

Luego de la emergencia de los cultivos sorgo, antes la aplicación del nitrógeno, se determinó en cada sitio, el contenido de nitratos (N-NO₃) en el suelo hasta 0,6 m de profundidad en capas de 0,2 m.

Los tratamientos evaluados fueron cinco niveles de N (0, 40, 80, 120 y 160 kg N /ha), aplicados como urea en cobertura en estadios tempranos, entre V3 y V6. El fósforo no fue limitante porque el suelo tenía suficiente o se fertilizó cuando fue necesario.

Se computó el N disponible (Nd) como la suma del contenido de N-NO₃- en el suelo hasta 0,6 m de profundidad (Ns) más el N de fertilizante (Nf) aplicado (Nd = Ns + Nf). Para el cálculo del contenido en kg/ha de N-NO₃- en todos los casos se utilizaron valores medios de densidad aparente del suelo de 1,20 g /cm³ para las tres profundidades analizadas.

Los rendimientos de grano fueron evaluados mediante cosecha manual de 10 m de dos surcos centrales de cada parcela, desgranándose las panojas con trilladora fija ajustando el rendimiento a 13,5% de humedad. Los rendimientos relativos (RR), se calcularon con referencia al rendimiento alcanzado con la dosis mayor de N de cada ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

42 ¿Cuáles fueron los resultados de rendimientos, niveles de N en el suelo y respuestas al N aplicado

en la red de ensayos?

El rendimiento de sorgo sin fertilizar varió entre 34 y 83 q/ha, mientras que el promedio alcanzado con la máxima dosis de N fue de 66q/ha, (44 a 100 q/ha).

Los niveles de N-NO₃- al momento del muestreo (V3-V6) fueron de 79 kg/ha, (41-109 kg /ha) en el perfil 0-60 cm, y de 34 kg /ha (16-53 kg/ha) en la capa superior (0-20 cm).

En el análisis conjunto de los sitios evaluados se determinaron respuestas significativas a la aplicación de N. Las respuestas medias fueron de 611, 985, 1227 y 1338 kg ha⁻¹ para las dosis de 40, 80, 120 y 160 kg de N/ha, respectivamente.

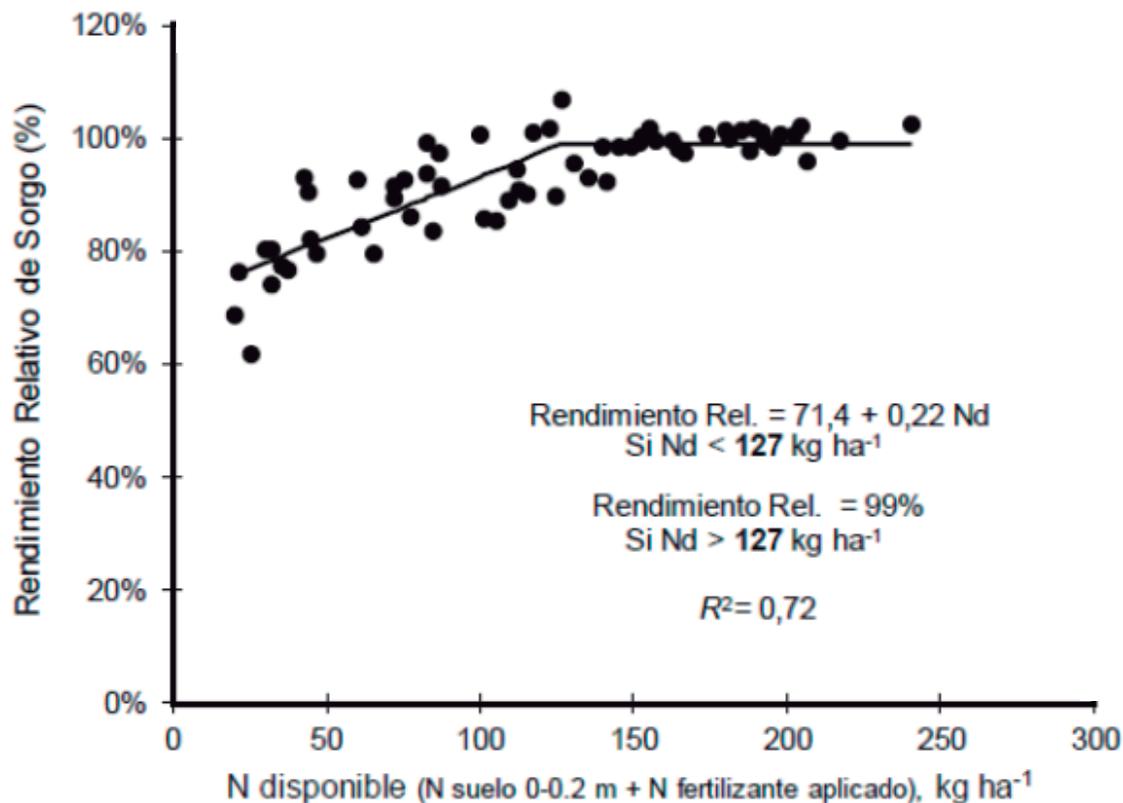
Las eficiencias agronómicas del uso del N (EUN) fueron de 15, 12, 10 y 8 kg de grano /kg de N para las dosis de 40, 80, 120 y 160 kg de N /ha, respectivamente. Considerando estas respuestas promedio y los valores actuales de grano (US \$ 0,12) y de N-urea (\$ 1,13) solo las dosis de 40 y 80 kg/ha serian rentables (\$ 0,12 * 15 = \$ 1,8; \$ 0,12* 12 = \$ 1,2 > \$ 1,13), destacándose por lo tanto el valor de la investigación que indica la necesidad de tener el análisis de suelo para decidir una fertilización.

¿Qué relación hubo entre las respuestas y los niveles de nitratos en el suelo?

El Rendimiento Relativo (RR) se relacionó significativamente con el Nd en V3-V6 (Ns + Nf). Esta relación se ajustó a un modelo que estableció un límite de 154 kg de Nd /ha, por encima del cual no se registrarían aumentos del RR (Figura 1). Este umbral de respuesta establecido en el conjunto de las observaciones está dentro del rango de 114 a 174 kg Nd ha⁻¹, informado para el norte bonaerense y es algo superior a los 130 kg/ha Nd que po-

Figura 1.

Relación entre el rendimiento relativo del sorgo y el nitrógeno disponible (N-NO₃ - (0-20 cm) + N de fertilizante) en Entre Ríos.





sibilitó alcanzar rendimientos de sorgo de 8-10 t /ha en la zona central de Santa Fe.

Dado los valores promedio de N-NO₃ en el perfil 0-60 cm de 79 kg /ha el máximo rendimiento estaría en los 75 kg de N/ha aplicado (75+79 = 154 kg/ha). Sin embargo, un cultivo que tenga 100 kg/ha de N-NO₃ entre V3 y V6 solo sería rentable una dosis de 54 kg/ha.

¿Pueden inferirse conclusiones similares muestreándose solamente los primeros 20 cm?

La determinación del contenido de N-NO₃- hasta 0,6 m de profundidad no es una práctica habitual en la región, y significa un esfuerzo adicional importante debido a la presencia de frecuente de capas densas en el subsuelo. Los niveles de N-NO₃- determinados en el perfil hasta 60 cm, se asociaron estrechamente con los contenidos de la capa superior (0 a 20 cm), siendo la relación igual a 1,74 veces el valor de la capa superior, o bien el 57 % del valor de la capa superior.

Esta relación es algo diferente de la encontrada por Roberto Alvarez para los suelos pampeanos de la región norte igual al 63 %, o del 42 % para suelos de la región semiárida, indicativa de los distintos suelos considerados en los muestreos.

La existencia de esta estrecha relación entre el contenido de nitratos en los estratos superior (0-20 cm) y del perfil completo (0-60 cm) sugiere la conveniencia de hacer el diagnóstico considerando una profundidad de muestreo de solo 20 cm.

¿Cuándo sería conveniente fertilizar el sorgo basándose en el análisis de suelo?

El análisis de la relación entre los rendimientos relativos y el N disponible en los primeros 20 cm del conjunto de observacio-

nes, permitió ajustar un modelo similar al descrito anteriormente (Figura 1), indicándose la recomendación de fertilización a partir de los 127 kg de Nd/ha.

Dado la media de N-NO₃ en los primeros 20 cm, de 34 kg/ha en este conjunto de ensayos, indicaría sin embargo una respuesta a una dosis mayor a la encontrada con el modelo anterior. En efecto, los 93 kg/ha (127 = 93 + 34), no serían rentable a los precios actuales. No obstante la simplificación operativa del método al muestrear una menor profundidad y el ajuste similar al obtenido anteriormente, la recomendación de fertilización debería ser algo más conservadora, pero considerando los niveles de N usado en sorgo en Entre Ríos, que varían entre 29 y 63 kg de N para los niveles tecnológicos medio y alto, serían muy pocos los casos que orillen situaciones no rentables.

Los resultados obtenidos contribuyen al objetivo de incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados, reduciendo el riesgo de contaminación de aguas superficiales y sub-superficiales y mejorando la rentabilidad del cultivo de sorgo. Si bien las condiciones productivas en las que se evaluaron estos ensayos fueron diversas, es necesario validar la generalización y robustez de este modelo en años climáticos contrastantes.

CONCLUSIÓN

El trabajo confirma la respuesta generalizada del sorgo a la fertilización nitrogenada, que varía sin embargo con el nivel de N disponible en el suelo. Los datos indican que se debería recomendar efectivamente con respuestas rentables hasta los 127 kg/ha de N si se consideran muestreos de suelo de los primeros 20 cm o de 154 kg/ha si se toman el perfil explorado por las raíces de 60 cm de profundidad. A partir de los cuales no se obtendrían aumentos adicionales de rendimientos.

Novedades bibliográficas

MANUAL FERTILIZANTES FLUIDOS

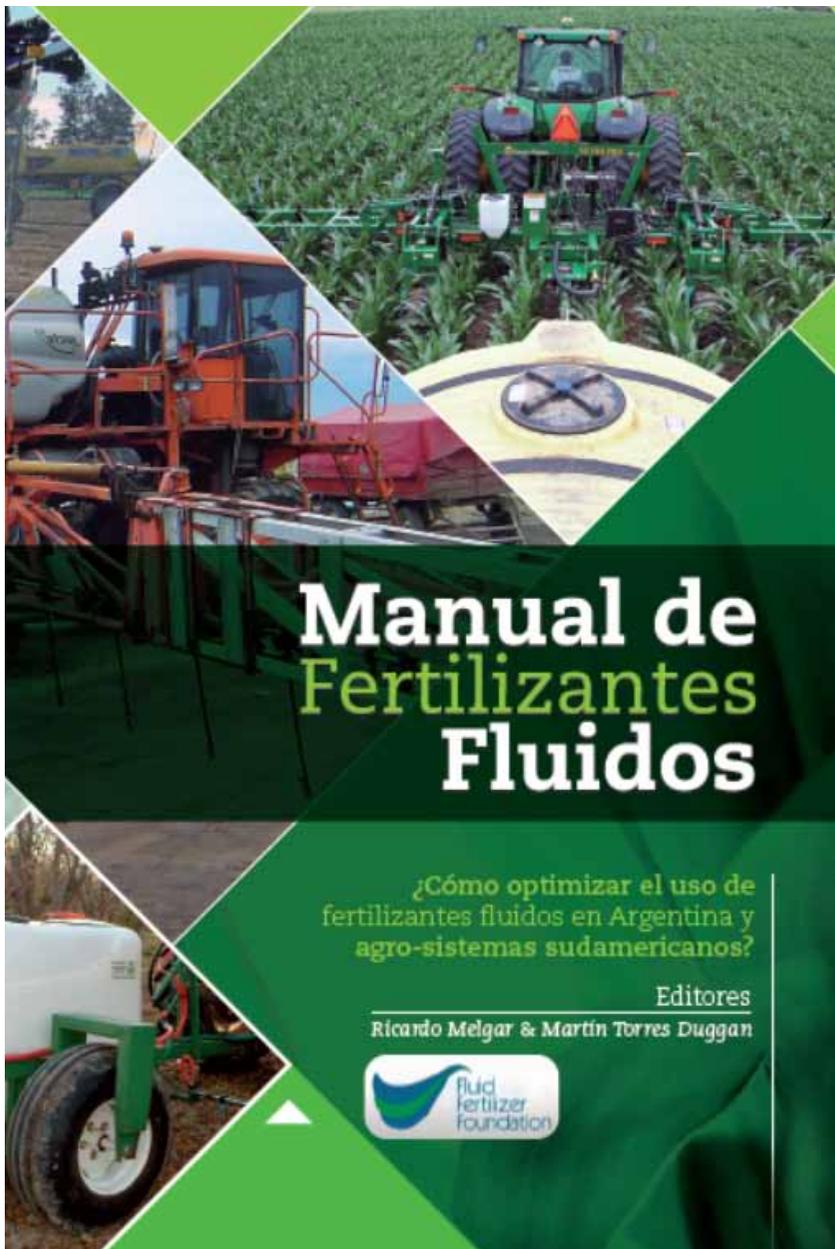
Autores: Dr. Larry Murphy*1 y Dr. Dale Leikam*2

*1*Presidente Fundación Fertilizantes Fluidos Fluidos 1998-2008*

*2*Presidente Fundación Fertilizantes Fluidos Fluidos 2003-Presente*



44



A medida que la popularidad de los fertilizantes líquidos sigue aumentando en todo el mundo, la necesidad de información técnica sobre productos fertilizantes fluidos, sus características, almacenamiento, procedimientos de mezclado, compatibilidades, técnicas de aplicación y capacidades agronómicas aumenta también. La Fundación Fertilizantes Fluidos (FFF) se complace en ofrecer esta obra a la industria de fertilizantes en Argentina y comunidad de investigadores.

Este Manual de Fertilizantes Fluidos, con el apoyo de la Fundación y de la industria de fertilizantes, reúne una gran cantidad de información de muchas fuentes, tanto de América del Norte y del Sur. Proporcionando a fabricantes, distribuidores y productores agrícolas gran parte de la información necesaria para sacar el máximo provecho de los muchos beneficios y ventajas de los fertilizantes fluidos.

La Fundación también edita el 'Fluid Journal', una interesante publicación en línea que incluye una amplia gama de temas relacionados con la tecnología de fertilizantes líquidos y la agronomía. Además, la Fundación proporciona continuo apoyo a la investigación en fertilizantes fluidos, así como oportunidades de educación respecto al uso de las fuentes fluidas de nutrientes a través de varios programas educativos.

Destacamos el esfuerzo de los autores, a quienes queremos agradecer el trabajo, la dedicación y la profesionalidad de sus conceptos. Esperamos con interés el avance del desarrollo del mercado de fertilizantes líquidos así como el aumento de la participación de la Fundación Fertilizantes Fluidos en los proyectos de investigación y educación.

El libro puede bajarse libremente del sitio de Fertilizar www.fertilizar.org.ar, de IPNI, <http://lacs.ipni.net/> y de Fertilizando www.fertilizando.com.

Fertilizar en el XXIII Congreso de Aapresid Biosapiens



Fertilizar participó del XXIII° Congreso Aapresid Biosapiens, que se realizó del 5 al 7 de agosto en el Centro Metropolitano de Convenciones, Rosario.

En este marco, la entidad contó con un stand institucional donde atendió consultas de los asistentes y ofreció sus publicaciones. Estas son: Actas de los Simposio de Fertilidad 2013, 2011 y 2009, la Guía 2012 Fertilizantes, Enmiendas y Productos Nutricionales y los libros "Fertilización de Cultivos y Pasturas 2012" y "Mercado de Fertilizantes, La Argentina y el mundo".

Por otra parte, miembros de la entidad, participaron de los Debates Agenda CQ, vinculados a Ley de Arrendamiento y Ley de Suelos que se llevó a cabo en la primera jornada y del que formaron parte distintos referentes del sector (productores e instituciones del sector público y privado).

Además, autoridades de Fertilizar participaron de varios talleres vinculados a la nutrición de cultivos en los que especialistas

trataron temas como respuestas en rendimiento al fósforo, azufre y zinc en maíz tardío en la Región Pampeana Norte; micronutrientes por cultivo; interpretación de análisis de suelos y calidad de fertilizantes y enmiendas.

"Este Congreso es uno de los principales eventos del sector y para nosotros representa un espacio para intercambiar visiones sobre la industria y reforzar nuestros vínculos con los distintos actores con los que interactuamos cotidianamente", comentó María Fernanda González Sanjuan, Gerente Ejecutiva de Fertilizar.

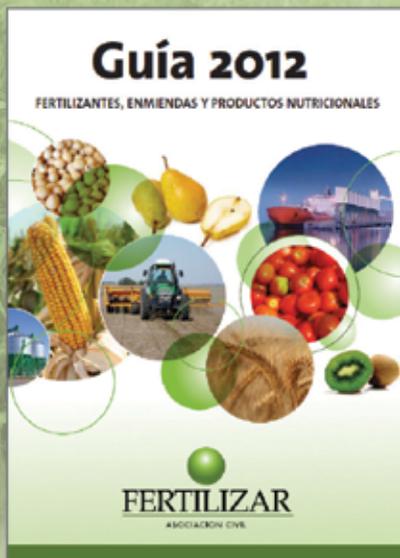
Una Ley para Mejorar la Fertilidad de los Suelos

A mediados de julio, el proyecto del diputado del FpV Luis Bastera que promueve la conservación de la fertilidad de los suelos a través del uso de fertilizantes obtuvo dictamen en la Comisión de Agricultura de la Cámara de Diputados de la Nación.

Este proyecto busca, mediante un incentivo al uso de buenas prácticas, establecer la integridad, el balance orgánico y la mejora de los nutrientes. Contó con la participación en su elaboración de entidades como Fertilizar AC, CIAFA, FADIA, CREA, AAPRESID y Fundación Vida Silvestre, entre otras.

En este sentido, en el proyecto se concibe al suelo como un capital social que hay que preservar y un recurso natural y agotable donde su falta de conservación es asimilable a una depreciación de un bien de uso.





Venta de publicaciones especializadas
consulte



Más información en: www.fertilizar.org.ar o info@fertilizar.org.ar