



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

20 años

Septiembre 2014 | N°29

RELEVAMIENTO Y MAPEO DE LA FERTILIDAD EN SUELOS AGRICOLAS DE LA REGIÓN PAMPEANA ARGENTINA

FERTILIZACIÓN DE SOJA. ESTRATEGIAS
BASADAS EN DOSIS, LOCALIZACIÓN Y
MOMENTOS DE APLICACIÓN

ENTREVISTA A RICARDO MELGAR



Sumario

REVISTA FERTILIZAR - N° 29 - Septiembre 2014

EDITORIAL

Por María Fernanda González Sanjuan

03



Relevamiento y mapeo de la fertilidad en suelos agrícolas de la región Pampeana Argentina

Por: Hernán R Sainz Rozas, Hernán

E. Echeverría, Pablo A. Barbieri y Mercedes Eyherabide

05

10

¿Fertilización fosforada por suficiencia o mantenimiento en secuencias agrícolas de la Pampa arenosa?

Por: Mirlam Barraco, Martín Díaz-Zorita, Cecilia Justo y Andrea Lardone



Manteniendo la productividad del suelo
Por: Ing. Agr. PhD Ricardo Melgar

12

16

Fertilización de soja. Estrategias basadas en dosis, localización y momentos de aplicación

Por: Gustavo N. Ferraris y Pablo Traficante



Entrevista a Ricardo Melgar

"Hoy por hoy no se concibe la agricultura sin el uso de fertilizantes"

Por Paula Vazquez

22

25

Manejo de la fertilización en rotaciones Soja - Maíz Zafrña en Suelos arenosos de Paraguay

Por: Ricardo Melgar y Ezequiel Gill



Novidades Fertilizar 30

Mi primer artículo

Descomposición y liberación de fósforo desde rastrojos de soja
Por: María Florencia Varela

32





STAFF

FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente

Pablo Pussetto (Profertil S. A)

Vicepresidente 1º

Víctor Accastello (ACA)

Vicepresidente 2º

Jorge Bassi (Bunge Argentina S.A.)

Secretario

Ezequiel Resnicoff (YPF)

Prosecretario

Camila López Colmano (Nidera S.A.)

Tesorero

Diego Antonini (Profertil)

Protesorero

Marco Prenna (ACA Coop. Ltda.)

Vocales Titulares

Federico Daniele (ASP)

Margarita González (YARA)

Pedro Faltthausen (Bunge Argentina S.A.)

Mariano Scaricabarossi (MOSAIC S.A.)

Revisores de Cuentas

Francisco Llambías (Profertil S. A)

Guillermo Pinto (ASP)

Comité Técnico

R. Rotondaro

G. Deza Marín

M. Palese

M. Díaz Zorita

I. Carrey

J. Urrutia

P. Lafuente

D. Germinara

P. Poklepovic

M. F. Missart

M. Toribio

M. Zaro

M. Avellaneda

Gerente Ejecutiva

M. Fernanda González Sanjuan

ACA

ASP

AGRILIQUE SOLUTIONS

AMEROPACONOSUR SRL

BROMETAN

BUNGE

COMPO ARGENTINA

EMERGER

FULLTEC SRL

HELM ARGENTINA

KEYTRADE AG

LOUIS DREYFUS

COMMODITIES

MOLINOSRIODELA PLATA

MOSAIC

NIDERA

NITRON

NOVOZYMES

PHOSCHEM

PROFERTIL

RECUPERAR SRL

RIZOBACTER

STOLLER ARGENTINA

TIMACAGRO ARGENTINA

TRANSAMMONIA

YARA

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 vinculados a la disponibilidad de nutrientes, a la práctica de la fertilización, a la nutrición de soja, y a experiencias de otros países de fertilización en maíz y soja, entre otros.

En esta oportunidad, encontrarán un artículo llamado “Relevamiento y Mapeo de la fertilidad en suelos agrícolas de la región pampeana Argentina”, que surge de un trabajo realizado en conjunto entre Fertilizar y el INTA que apunta a determinar el estado y la distribución de propiedades indicadoras de calidad de suelo como Materia orgánica, reacción (pH) y fósforo asimilable (Bray1) así como también la distribución de la concentración y relaciones entre las bases intercambiables calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) a nivel país.

Como entrevista principal, en este caso compartimos el testimonio del Ing. Agr. Ricardo Melgar, Técnico del INTA Pergamino y uno de los mentores de Fertilizar Asociación Civil, quien cuenta cómo inició su carrera, cómo surgió la asociación, cómo ve a la industria y cuáles son las perspectivas para el sector.

En otros de los artículos, con el título “Manteniendo la productividad del suelo”, compartimos las bases objetivas que sustentan las decisiones de fertilización y que consideramos será de utilidad para definir criterios de manejo.

Además, incluimos un artículo sobre fertilización de soja, estrategias basadas en dosis, localización y momentos de aplicación, en el que se exponen los resultados de cuatro años de experimentación de ensayos que conduce el INTA en la localidad de Ferré (Provincia de Buenos Aires). Completando esta nueva edición hay dos artículos, uno sobre manejo de la fertilización en rotaciones Soja –Maíz Zafriña en suelos arenosos de Paraguay y otro acerca de la fertilización fosfatada en secuencias agrícolas de la pampa arenosa.

Por último, y como en cada una de nuestras últimas ediciones, incorporamos una nueva tesis, en este caso sobre descomposición y liberación de fósforo desde rastros de soja.

Por otra parte, resumimos algunas de las actividades que realizamos en estos meses como nuestra participación en el XXII Congreso de Aapresid “La Misión”; la organización de las Jornadas Técnicas “Manejo de Fertilización de Cultivos en Suelos Salinos” junto con INTA y SOPIB (Sulphate of Potash Information Board) y el auspicio del Primer Simposio Regional de Defensas Naturales de las Plantas y Micronutrientes, entre otras.

Seguimos celebrando nuestros 20 años. Para quienes formamos parte de Fertilizar es un orgullo poder hacerlo de esta manera: difundiendo conocimientos, generando información y acompañando al sector, por una agricultura más sustentable.

Cordialmente,

Ing. Agr. Ma Fernanda González Sanjuan
Gerente Ejecutivo

Fe de erratas edición N°28

1-Sumario: artículo en pág. 10 corresponde a la edición anterior

2-Pág.24 “Manejo de fósforo en secuencias continuas de soja” Autor: Gustavo Ferraris

OBJETIVOS DEL TRABAJO

- Determinar el estado y la distribución de propiedades indicadoras de calidad de suelo como Materia orgánica, reacción (pH) y fósforo asimilable (Bray1).
- Determinar la distribución de la concentración y relaciones entre las bases intercambiables calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de muestreo abarcó 7 sub-regiones: norte, sur y oeste de Buenos Aires, este de La Pampa, sur de Córdoba y Santa Fe y sur de Entre Ríos, la cual comprendió alrededor de 124 partidos y/o departamentos. Se tomaron muestras de tres a cinco sitios por partido y/o departamento (distantes a 25 o 30 km).

En cada sitio de muestreo se tomó una muestra en situación de manejo agrícola y una muestra de suelo prístino. El suelo bajo manejo agrícola tenía como mínimo 15 años de agricultura continua y el suelo prístino correspondió a uno de parque, pastura o clausura. Las muestras georeferenciadas se tomaron del área más representativa de cada lote y en similar posición de relieve; las sub-muestras se tomaron a no más de 50 m de radio del punto de geo referencia.

A las muestras secas al aire y tamizadas se les determinó el Carbono orgánico para estimar el contenido de MO, pH (relación suelo: agua de 1:2,5) y P extractable siguiendo la metodología propuesta por Bray & Kurtz. Se determinó la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases de cambio (medidos por absorción atómica) mediante la extracción con acetato de amonio 1N a pH 7. Los mapas se realizaron mediante el programa ESRI ArcMap con el valor de cada variable edáfica asociado a su posición geográfica. El método de interpolación utilizado fue el Kriging Ordinario (KO).

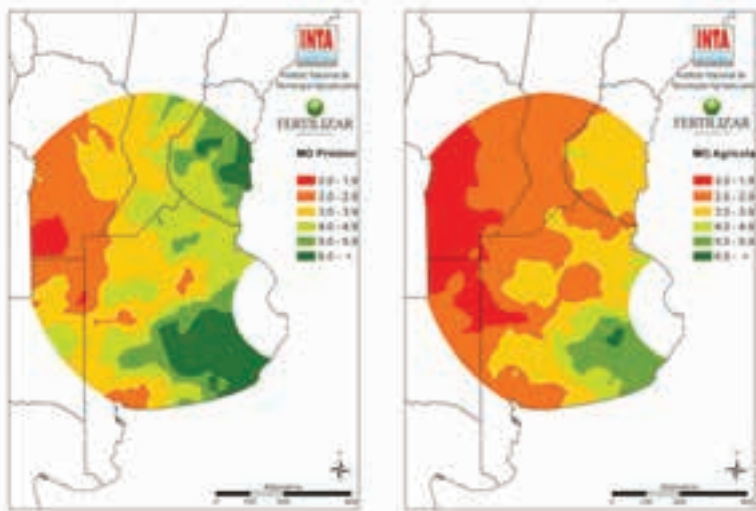
RESULTADOS

»Materia orgánica

Los contenidos de MO disminuyeron de este a oeste y de sur a norte del área relevada, con valores de MO que variaron del 1 al 7 % para suelos agrícolas y del 1 al 9,2% en suelos prístinos, según zonas (Fig. 1). Los valores más bajos se encontraron al O de Buenos Aires, E de la Pampa y SO de Córdoba, intermedios en el SE de Córdoba, S de Santa Fe y N de Buenos Aires, y los más elevados al SE de Buenos Aires. A nivel regional, los niveles de MO de suelos prístinos están regulados por el clima; por lo tanto, la caída de los niveles de MO hacia el oeste de la región se asocia a la disminución de las lluvias,

Figura 1.

Contenido de materia orgánica en % en muestras superficiales (0-20 cm) de suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana Argentina.



mientras que la disminución de los niveles de MO hacia el norte se relaciona con el aumento de la temperatura. Además, la MO también aumenta con el contenido de arcilla y por lo tanto, la variación de textura del horizonte superficial contribuye también a explicar la disminución de MO este-oeste.

La agricultura redujo en promedio el 24% de la MO respecto de los suelos prístinos, pero en algunas zonas la disminución fue del 30 al 50%. Los niveles de MO también disminuyeron en el horizonte sub-superficial del suelo con reducciones similares e inclusive superiores a las determinadas en los 0-20 cm (Fig. 1). La gran magnitud de la caída de MO en el norte de Buenos Aires, Sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba se podrían asociar a la prolongada historia agrícola de los suelos de esta área y a la elevada frecuencia de la soja en la rotación. Para el horizonte superficial de un suelo franco la disminución de un 1% de MO implica la pérdida de 1000 a 1400 kg de N/ha y de 80 a 120 kg de P y S/ha, lo que pone de manifiesto la incidencia de la pérdida de MO sobre las reservas de nutrientes en el suelo. Esto ha provocado deficiencias generalizadas de N y P y en menor medida de S. Además, la caída de los niveles de MO disminuye la disponibilidad de micronutrientes.

REACCIÓN DEL SUELO

Figura 2.

Rangos de valores de pH del horizonte superficial (0-20 cm) de suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana Argentina



La agricultura redujo en promedio alrededor de 0,27 unidades de pH en promedio. Como puede observarse en la Fig. 2 una gran parte de los suelos relevados en Santa Fe, una pequeña área del sudeste de Córdoba, gran parte del norte y sudeste de Bs As pasaron de un rango de 6,5-7,4 al rango de 6,0-6,4. La acidificación es un proceso natural en regiones húmedas pero puede ser acelerada por la agricultura, siendo de mayor intensidad en la capa superficial del suelo. La disminución del pH puede explicarse por la baja reposición de bases y por la aplicación continua de fertilizantes fosfatados y nitrógenados. Con aplicaciones anuales de 120 kg N/ha en el sudeste de Buenos Aires se encontraron descensos de 0,3 unidades de pH.

Sin embargo, a pesar de la caída de pH observada, la mayor parte de los suelos del área relevada muestra rangos de pH considerado óptimos para la mayoría de los cultivos, salvo para alfalfa que tiene requerimientos de pH más elevados.

FÓSFORO DISPONIBLE

La agricultura redujo en promedio 44 la disponibilidad de P-Bray. Esta reducción en la disponibilidad de P resulta del balance negativo de P, dado que la reposición promedio de este nutriente para el período 1993-2011 ha sido del 50%, aunque con tendencia a incrementarse en los últimos años. La mayor parte del área relevada

Hernán R Sainz Rozas, Hernán E. Echeverría,
Pablo A. Barbieri y Mercedes Eyherabide

RELEVAMIENTO Y MAPEO

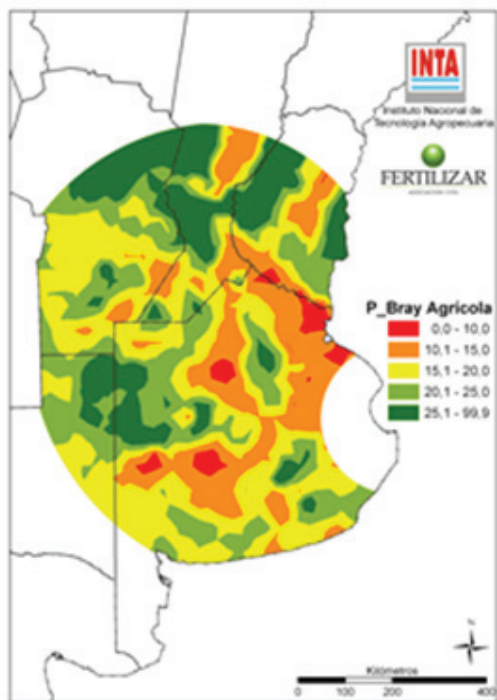
de la fertilidad en suelos agrícolas de la región PAMPEANA ARGENTINA

A raíz del sustancial aumento de la producción de granos durante los últimos años en Argentina, debido básicamente a la expansión del área sembrada con soja, se produjo un importante aumento en la extracción de nutrientes que no ha sido compensada por la adición de fertilizantes. La Asociación Civil Fertilizar resolvió apoyar un trabajo de investigación destinado a cuantificar el impacto de esta situación sobre el estado de fertilidad de los suelos de la región productora de granos más importante del país. La revista ya publicó algún anticipo sobre el estado de los micronutrientes y ahora completamos la información con los macronutrientes. Algunos anticipos han sido publicados en los congresos de la Asociación de Ciencia del Suelo y en el simposio IPNI-FERTILIZAR. Los coordinadores de esta actividad fueron Hernán Sainz Rozas por el INTA y María Fernanda González Sanjuan por Fertilizar. El trabajo completo puede verse en www.fertilizar.org.ar.



Figura 3.

Distribución de los niveles de P-Bray (ppm) del horizonte superficial en suelos agrícolas de la región pampeana Argentina.



mostró niveles de P-Bray en el rango de 10 a 15 y de 15 a 20 ppm. Los valores más bajos de P-Bray se determinaron en la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sur de Córdoba (Fig. 3). Si se asume que los umbrales críticos de P-Bray para la mayoría de los cultivos oscilan de 12 a 18 ppm, estos resultados sugieren que el nivel actual de P-Bray en los suelos de esta vasta región podría ser limitante o encontrarse muy cerca del umbral de respuesta. Estos resultados son similares a los determinados en un muestreo realizado en 2005-06.

La reducción de los niveles de P se observó también en los 20 a 40 cm, aunque solo en algunos sitios la diferencia entre condición fue significativa.

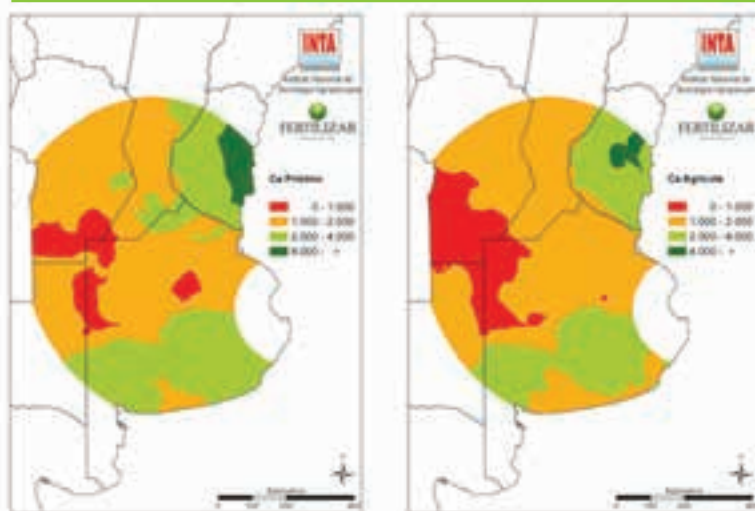
BASES INTERCAMBIABLES

»Calcio

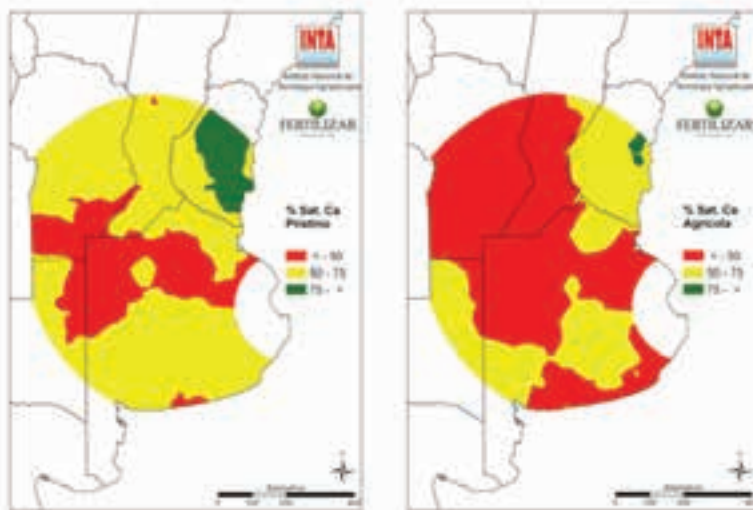
El Ca intercambiable se ubicó en el rango considerado medio a alto

Figura 4.

Distribución de concentración de Ca intercambiable (ppm) del horizonte superficial (0-20 cm) en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.

**Figura 5.**

Distribución del porcentaje de saturación con Ca (% de la CIC) del horizonte superficial (0-20 cm) en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.



en la mayor parte del área relevada. La actividad agrícola produjo disminuciones de alrededor del 12 % del calcio intercambiable en promedio para el área relevada. Los valores altos a muy altos de Ca se observaron en Entre Ríos y en el sur de Buenos Aires y los más bajos en el noreste de Buenos Aires y el sur suroeste de Córdoba (Fig. 4). En algunas zonas de la región relevada, como el S de Córdoba, NO y centro de Buenos Aires, centro y S de Santa Fe, se han informado respuestas positivas al encalado en soja y alfalfa, en suelos con contenidos de Ca entre 600 y 1200 ppm, valores que podrían ser deficientes.

La agricultura disminuyó fuertemente el porcentaje de saturación con Ca y salvo en Entre Ríos y en una pequeña área del sudeste bonaerense, la mayor parte de los suelos del norte de la región presentaron niveles de saturación menores al 50% (Fig. 5), el que podría ser limitante para soja y particularmente para alfalfa.

»Magnesio

La actividad agrícola produjo disminuciones de alrededor del 18 % del Magnesio intercambiable. No obstante, la disponibilidad de Mg es más que suficiente, no detectándose zonas con valores menores al umbral crítico de 50 o 60 ppm (Fig. 6). En el mismo sentido, el porcentaje de saturación con Mg fue igual o superior al rango crítico de 7 al 10% (Fig. 7). A diferencia de lo observado con el Calcio la agricultura no redujo los niveles de Mg en las capas sub-superficia-

Figura 6.

Distribución de concentración de Mg intercambiable (ppm) del horizonte superficial en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.

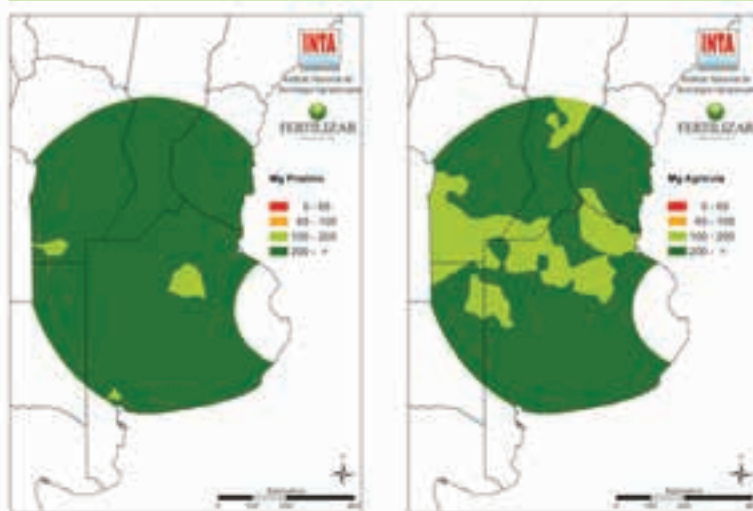
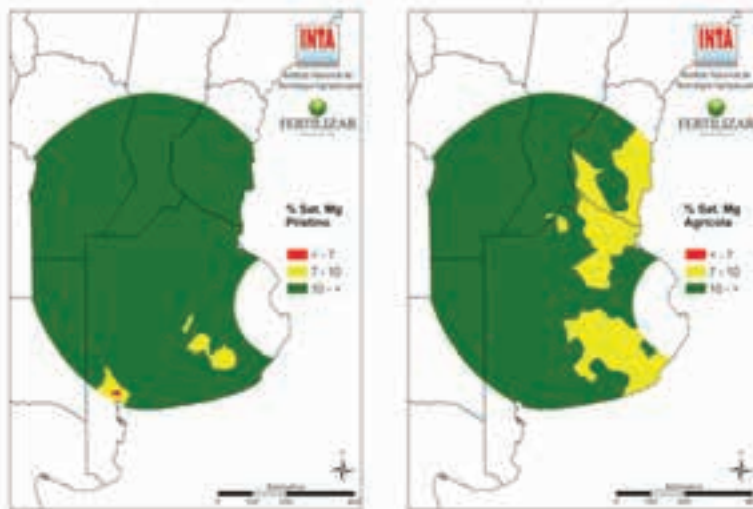


Figura 7.

Distribución del porcentaje de saturación con Mg (% de la CIC) del horizonte superficial en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.



En el respecto de los suelos prístinos en ninguna de las zonas evaluadas, observándose contenidos altos a muy altos.

Por otra parte, si bien la agricultura aumentó levemente la relación Ca/Mg, la totalidad de los suelos agrícolas relevados mostraron valores inferiores al rango crítico de 10 a 15/1, por encima de los cuales podrían ocurrir deficiencias de Mg. Por lo que se infiere que este nutriente no sería deficiente en suelos de la región pampeana Argentina.

»Potasio

El K intercambiable es un adecuado estimador de la disponibilidad para los cultivos, ya que este pool abastece rápidamente al de la solución del suelo. La actividad agrícola disminuyó en 23,5 % en promedio el K intercambiable. La reducción producida por la agricultura se observó más marcadamente al noreste de la región (Fig. 8). Este valor supera al determinado para Ca y Mg, por la mayor exportación de K en los granos respecto a Ca y Mg y podría atribuirse al aumento de la frecuencia de soja en las rotaciones. A modo de ejemplo, cultivos de soja, maíz, trigo y girasol de 3, 9, 4 y 2,5 t/ha de rendimiento extraerían 57, 36, 12,8 y 15 kg /ha respectivamente. Por otra parte, la caída del nivel de K en los primeros 20 cm no solo depende del balance del nutriente, sino también de la redistribución vertical por absorción y reciclaje por las plantas. Correndo (2012) informó que la caída de K del horizonte superficial fue mayor

Figura 8.

Distribución de concentración de K intercambiable (ppm) del horizonte superficial en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.

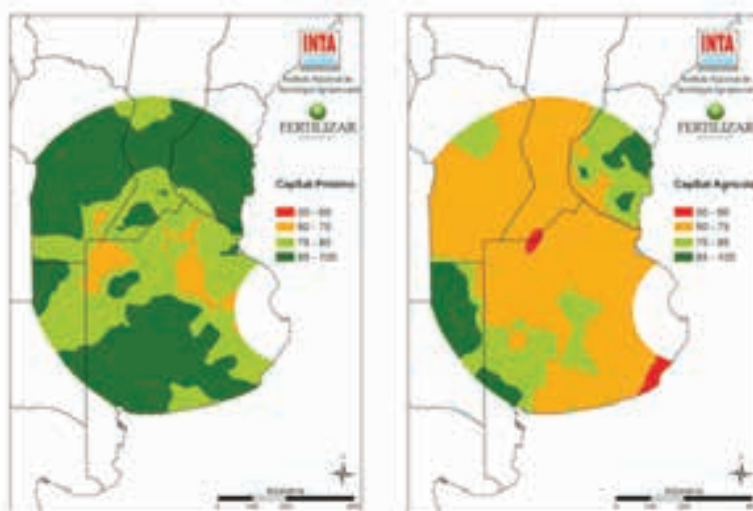
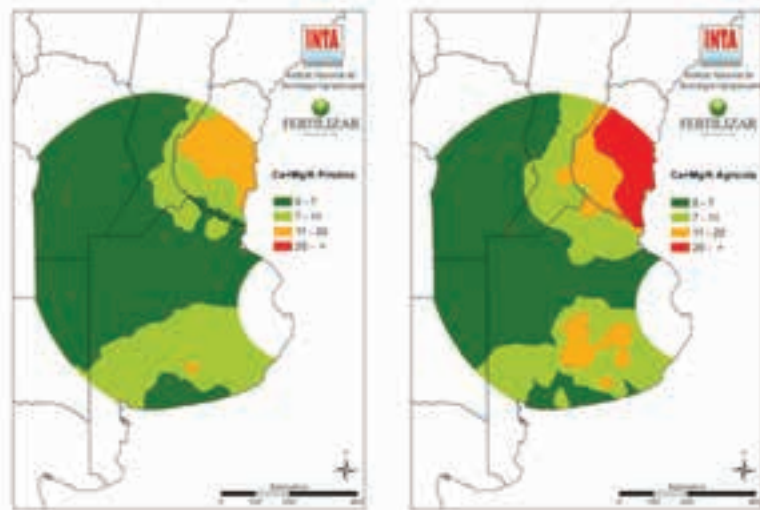


Figura 9.

Distribución de la relación Ca+Mg/K intercambiable del horizonte superficial en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.



en locales con subsuelos arcillosos, debido a una menor absorción de K de estos horizontes por impedancia mecánica. Esto explicaría el menor impacto de la agricultura sobre el K intercambiable en regiones como el sudeste de Córdoba y Santa Fe, oeste, noroeste y sur de Buenos Aires, regiones con suelos que tienen subsuelos de textura más gruesa. No obstante, como se muestra en la Figura 8, la disponibilidad de K en toda la región es muy alta con valores 2 a tres veces mayores que el umbral de respuesta (150 a 175 ppm), debido a la riqueza de este nutriente en el material originario de los suelos pampeanos.

La relación Ca+Mg/K aumentó por la agricultura, observándose un aumento importante del área de suelos con relaciones mayores a 11/1 y 20/1, particularmente en el este de la región (Fig. 9). A partir de la información presentada se infiere que el K no sería deficiente en suelos de la región pampeana Argentina, aunque en zonas con relaciones Ca+Mg/K muy altas podría ser interesante comenzar a evaluar la respuesta a K.

SATURACIÓN CON BASES

La saturación con bases (SB) disminuyó por el uso agrícola de los suelos en promedio un 13%, lo que se debe a la escasa o nula reposición por fertilizaciones. Sin embargo en ninguna de las áreas relevadas se determinaron valores inferiores al 60% (Fig. 10), sugiriéndose que sería de magnitud adecuada para la mayoría de los

Figura 10.

Saturación con bases (SB) del horizonte superficial en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.

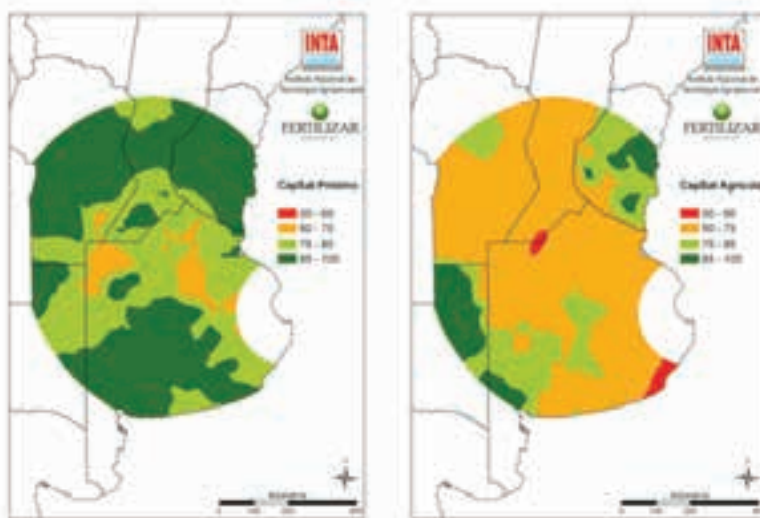
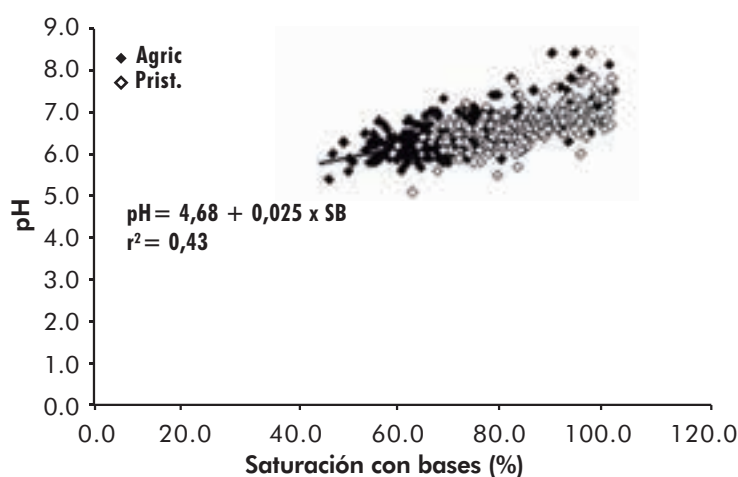


Figura 11.

Relación entre pH y saturación con bases del horizonte superficial (0-20 cm) en suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana.



cultivos excepto para la alfalfa y en menor medida para soja.

A pesar de los diferentes tipos de suelos involucrados se determinó una aceptable relación entre el pH y la saturación de bases, tanto para suelos prístinos como agrícolas (Fig. 11). Esto indica que los cambios de pH producidos por la agricultura son explicados en buena parte por la caída de la saturación de Bases. Según el modelo de la figura 11, se estima que una caída del 40% de Saturación de bases implica una reducción de un punto de pH.

CONSIDERACIONES FINALES

La MO es considerada como uno de los principales indicadores de calidad del suelo, siendo por lo tanto, clave para el logro de sistemas productivos sustentables en el tiempo. La fuerte caída de MO determinada en toda el área relevada sugiere que es prioritario, para revertir esta tendencia negativa, implementar medidas de manejo que incrementen la entrada de carbono al sistema suelo (rotaciones con mayor frecuencia de gramíneas adecuadamente fertilizadas, cultivos de cobertura, abonos verdes y rotaciones con pasturas).

El pH de los suelos no sería limitante en la mayor parte del área relevada, aunque en algunas se pueden presentar potenciales problemas de acidez, principalmente para cultivos muy sensibles.

Se observa una importante caída de los niveles de Fósforo y en algunas zonas se deberían incrementar las dosis, lo que debe surgir de un adecuado muestreo y análisis de suelo.

La actividad agrícola redujo la disponibilidad de Ca y una gran parte del área relevada muestra valores de saturación cálcica menores al 50%, porque habría que comenzar a monitorear el contenido del mismo, sobre todo para cultivos sensibles a la deficiencia de Ca. Los contenidos de K y Mg no parecerían ser limitantes para la producción de los cultivos.



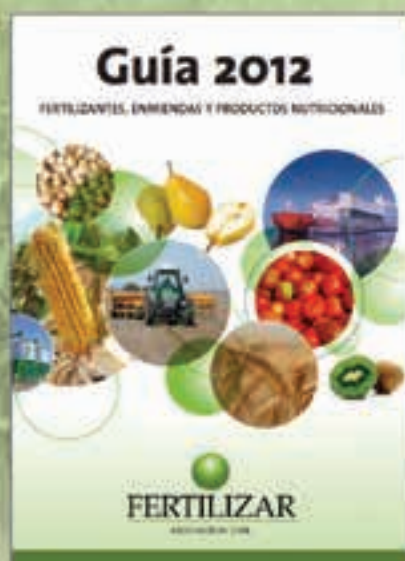
Precio: **\$50** para el público general y **\$40** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$70** para el público general y **\$50** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$150** para el público general y **\$110** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$70** para el público general y **\$50** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$100** para el público general y **\$80** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$100** para el público general y **\$80** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío

Venta de publicaciones especializadas consulte



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

¿FERTILIZACION FOSFATADA POR SUFICIENCIA O MANTENIMIENTO EN SECUENCIAS AGRICOLAS DE LA PAMPA ARENOSA?

Miriam Barraco, Martín Díaz-Zorita,
Cecilia Justo y Andrea Lardone
barraco.miriam@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de estrategias de diagnóstico y recomendación de la fertilización con fósforo (P) en sistemas agrícolas responde a distintos criterios, basados entre otros conceptos en los de suficiencia o de balance del nutriente por mantenimiento o restitución. Los planteos según criterios de suficiencia procuran corregir necesidades anuales de P (“fertilizando el cultivo”). En contraposición, los planteos de fertilización de mantenimiento (y en su caso extremo de restitución) se independizan en parte de los cultivos buscando correcciones que compensen la extracción de nutrientes y el mantenimiento de niveles nutricionales que no limiten la productividad, maximizando los rendimientos.

La información disponible comparando los efectos de largo plazo de estas estrategias de fertilización bajo condiciones extensivas de producción es limitada, y en particular en la región pampeana oeste, o llamada pampa arenosa.

Los objetivos de este estudio de larga duración fueron 1) evaluar el efecto de las dos estrategias de fertilización fosfatada sobre la productividad de cultivos de maíz, girasol, soja y trigo en rotación y 2) establecer sus efectos sobre los contenidos de P de los granos y P extractable de los suelos después de 12 años de estudio en un sitio representativo de la región de la pampa arenosa.



Tabla 1.

Contenidos de P de los granos, P extraído por los cultivos, P aportado por la fertilización (P aplicado) y balance de P según dos criterios de fertilización en un suelo de la pampa arenosa.

Suficiencia					Mantenimiento			
Cultivos	P en grano	P extraído	P aplicado	Balance	P en grano	P extraído	P aplicado	Balance
... % ...		kg P/ha		... % ...		kg P/ha		
Maíz	0,19	21,4	13	-8,4	0,20	21,9	27	5,1
Trigo	0,35	15,8	17	-1,2	0,35	17,0	34	17,0
Soja 1º	0,36	14,9	0	-14,9	0,38	18,6	12	-6,5
Soja 2º	0,41	9,5	0	-9,5	0,43	12,3	10	-2,3
Girasol	0,48	21,6	0	-21,6	0,42	19,0	12	-7,0

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en un módulo de producción agrícola de 72 has ubicado en la Est. Exp. INTA en Gral. Villegas (Buenos Aires), sobre un suelo franco arenoso (Hapludol Típico) con un contenido medio de MO (27,1 g/kg), suficiente de Fósforo (P-Bray: 22 ppm) y pH ligeramente ácido (6,2).

En 1996 se inició una secuencia agrícola de 6 años de duración (maíz-soja de primera-girasol-trigo/soja de segunda-maíz-girasol) bajo prácticas de labranza cero, en parcelas de 12 has de manera de instalar todas las fases de la secuencia todos los años. Durante el período 1996 y 2001 los cultivos no recibieron fertilización con P. En el otoño de 2001, en cada parcela se establecieron dos estrategias de fertilización fosfatada: i) de suficiencia y ii) de balance por mantenimiento por restitución del P aparentemente extraído por los cultivos.

Para el criterio de suficiencia se consideraron umbrales de P del suelo (0-20 cm) de 18 ppm para trigo y maíz y de 11 ppm para soja y girasol. Para la estrategia de mantenimiento se estimó el P extraído para una producción promedio de 9 t/ha de maíz, 4 t/ha de trigo, 4 t/ha de girasol, 3,5 t/ha de soja de primera y 2 de t/ha de soja de segunda según la concentración de P media de los granos.

Las aplicaciones de P se realizaron a la siembra como fosfato monoamónico. El manejo de los cultivos se realizó bajo condiciones de alta producción representativas de la región de la pampa arenosa, incluyendo la fecha de siembra, controles químicos de malezas, fertilización nitrogenada, inoculación de soja, control de plagas y enfermedades según monitoreo, etc.

En el año 1 y 12º se tomaron muestras compuestas para la determinación de los contenidos de P extractable (Bray) del suelo. Anualmente se determinó la producción de cada cultivo. Además, en el año 12 del estudio (2013) se determinó la concentración de P en los granos para la estimación del balance de P según la diferencia entre el P extraído en los granos y el P aplicado al fertilizar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de los cultivos

Maíz: En seis de las doce campañas los rendimientos de los cultivos con fertilización según mantenimiento fueron significativamente mayores que los del modelo de suficiencia. La diferencia de rendimientos entre las dos estrategias fue de 777 kg/ha cuando se consideraron solo los años con respuestas significativas y de 335 kg/ha cuando se promediaron los 12 años evaluados.

Trigo: En siete de doce años, los rendimientos según mantenimiento fueron mayores que los observados según el modelo de suficiencia, mientras que en las campañas restantes fueron similares entre ellas. Las diferencias de rendimientos entre las dos estrategias de fertilización fueron de 691 kg/ha cuando se consideraron solo las campañas con respuestas significativas y de 424 kg/ha cuando se promediaron todos los años.

Soja de primera: En cinco de las doce campañas los rendimien-

tos con fertilización según mantenimiento fueron significativamente mayores que los del modelo de suficiencia. La diferencia entre las dos estrategias fue de 281 kg/ha cuando se consideraron solo las respuestas significativas y de 121 kg/ha cuando se promediaron los 12 años evaluados.

Soja de segunda: En la mitad de los años los rendimientos con fertilización de mantenimiento fueron significativamente mayores que los del modelo de suficiencia con una diferencia promedio de 111 kg/ha entre las dos estrategias de fertilización, y de 311 kg/ha si se consideran solo las respuestas significativas.

Girasol: Solo se detectaron mayores rendimientos al aplicarse el modelo de fertilización por mantenimiento en dos campañas con una diferencia promedio de 605 kg/ha. La diferencia de rendimientos de los 12 años fue de 100 kg/ha.

CONTENIDOS DE P EN GRANOS Y BALANCE DE P AL FINAL DEL 12VO AÑO

Luego de 12 años de fertilización con P según dos modelos de recomendación, la concentración de P en los granos fue similar con ambas prácticas en maíz y trigo, pero alrededor de un 6 % superior en soja y un 2 % inferior en girasol respectivamente en la estrategia de fertilización por mantenimiento con respecto a la de suficiencia.

El balance de P resultó negativo en la mayoría de los cultivos bajo la estrategia de suficiencia excepto en el trigo (Tabla 1). Con la estrategia de mantenimiento el balance de P fue positivo para maíz y trigo debido a que los rendimientos fueron inferiores a los estimados. En cambio, en soja y girasol el balance negativo por lo inverso, mayores rendimientos a los previstos (Tabla 1). En soja de segunda el balance resultó negativo pero si se considera la secuencia trigo/soja de segunda el aporte realizado en los dos cultivos compensa lo extraído por los dos cultivos.

Evolución de P en los suelos

Al inicio del estudio los niveles de P de los suelos variaron entre 12 y 61 ppm, mientras que al final (2013) variaron entre 7 y 57 ppm para la estrategia de suficiencia y entre 18 y 54 ppm para la de mantenimiento. En promedio, luego de 12 años en los planteos por suficiencia éstos se redujeron a razón de 0,7 ppm/año, mientras que al considerarse una estrategia de mantenimiento aumentaron 0,5 ppm/año.

CONCLUSIONES

Hacia el fin del estudio, luego de los 12 años que duró el experimento, los rendimientos de maíz y trigo resultaron mayores en un 4 y 13%, respectivamente, en el planteo que restituyó el P extraído por sobre un modelo de suficiencia de P. En soja y girasol las diferencias a favor del criterio de reposición variaron entre 3 y 4 % según el cultivo de soja (1ra y 2da) y girasol.

A través del efecto acumulado de estas estrategias de fertilización y para una secuencia agrícola de 12 años de duración, los niveles de P disminuyeron en promedio unos 8 ppm para el modelo de suficiencia de P, mientras que con la estrategia de reposición éstos aumentaron 6 ppm.



MANTENIENDO LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO

Las bases objetivas que sustentan las decisiones de fertilización

Ing. Agr. PhD Ricardo Melgar

Los mapas de fertilidad presentados en este número de Fertilizar, en el año en que se cumple el vigésimo aniversario del inicio de este proyecto, indican cómo variaron los valores de disponibilidad de nutrientes desde su situación originaria hasta la actualidad.

El largo período desde la colonización de los campos hasta hoy incluyó casi 100 años sin usar fertilizantes, es decir: un periodo de minería de nutrientes. Extraer sin reponer, descapitalizar, balances negativos, etc. El resultado no podría ser otro que el empobrecimiento de la capacidad productiva.





Los cambios en la macroeconomía del país desde los 90, que permitieron el sinceramiento de los factores de producción, incluidos los tecnológicos, permitieron el comienzo de la reversión del proceso. Precisamente el proyecto Fertilizar, con el INTA como socio interesado en la promoción de la conservación de los suelos, aparece para sustentar y dar respaldo al uso creciente de fertilizantes. Varios años más tarde aparecen el IPNI, entonces INPOFOS, y AAPRESID toma el mensaje y todas las instituciones del sector tecnológico apoyan a la industria de Fertilizantes, ya reconocida como un vehículo de aumento de los rendimientos, de la rentabilidad empresarial y de la conservación de los suelos.

Existe una correlación muy clara entre el aumento de la producción unitaria y el consumo de fertilizantes (Figura 1). No cabe duda de que en promedio, el productor de granos aumentó sostenidamente el uso de fertilizantes por unidad de área, incluyendo las mejores prácticas de uso y manejo, lo que, como consecuencia, condujo a un aumento de rendimientos sin pausa. Puede argumentarse sin embargo, que el aumento del uso de fertilizantes no es una causa sino una consecuencia del aumento de rendimientos traccionado por el mayor potencial genético de los nuevos híbridos y variedades, los que no habrían podido sostenerse sin el agregado de fertilizantes. El hecho es que los insumos tecnológicos van de la mano, e incluyen además los componentes del control de plagas y enfermedades, así como la mayor precisión de las operaciones mecánicas como la siembra, aplicación de fertilizantes y plaguicidas y cosecha.

LA TECNOLOGÍA DETRÁS DE LA RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS

Entre las herramientas con las que el productor cuenta para la toma de decisión de fertilización, una de las principales es el análisis de suelo, con todos los años de investigación en técnicas de laboratorio y ensayos de campo que eso conlleva para su calibración. Sin embargo, si la calibración no es adecuada o no se dispone para la zona, poco nos dice de la dosis a aplicar. Normalmente siempre deben ajustarse las dosis según varios factores, tales como la expectativa de rendimiento, el tipo de suelo y otras limitantes del ambiente de producción. Asimismo, el sistema de aplicación, la disponibilidad de equipos, la provisión en tiempo y forma de los productos fertilizantes, pueden modificar sensiblemente las operaciones y las dosis efectivas aplicadas. Por otra parte, factores propios de la empresa y de los empresarios, tales como la tenencia de la tierra, plazo del contrato de arrendamiento, aversión al riesgo, o riesgos político-económicos propios de nuestro ambiente institucional y gobernanza agrandan la distancia entre la utilidad del análisis de suelo y su influencia en la toma de decisión de la fertilización y su tecnología, como dosis, fuentes, etc.

Dos tácticas ampliamente difundidas para interpretar los análisis de suelos y decidir las dosis de fertilización están basadas o en el criterio de la suficiencia o en el del balance por restitución o por reconstrucción. Productores y sus consultores, a veces con la colaboración de extensionistas oficiales o técnicos de la industria han adoptado uno u otro crite-



“Cuando el recurso se agote, no hay otra razón técnica, agronómica o económica que no sea la de agregar fertilizantes”

Figura 1.

Relación entre producción agrícola nacional y uso de fertilizantes.
(Fuente: Min. Agric. y Fertilizar)

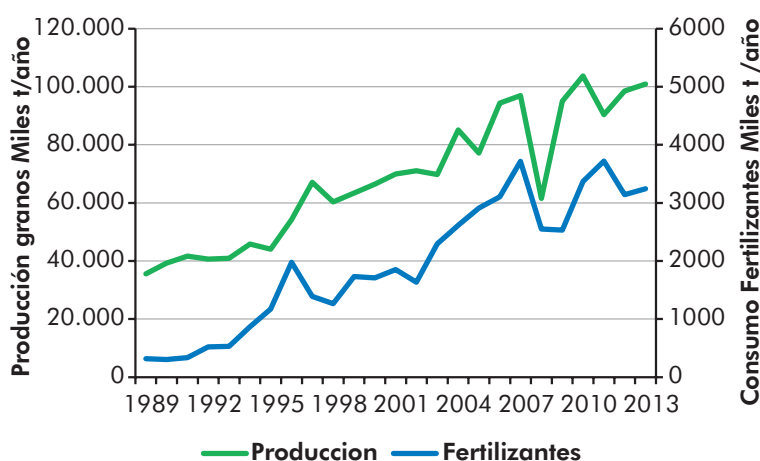
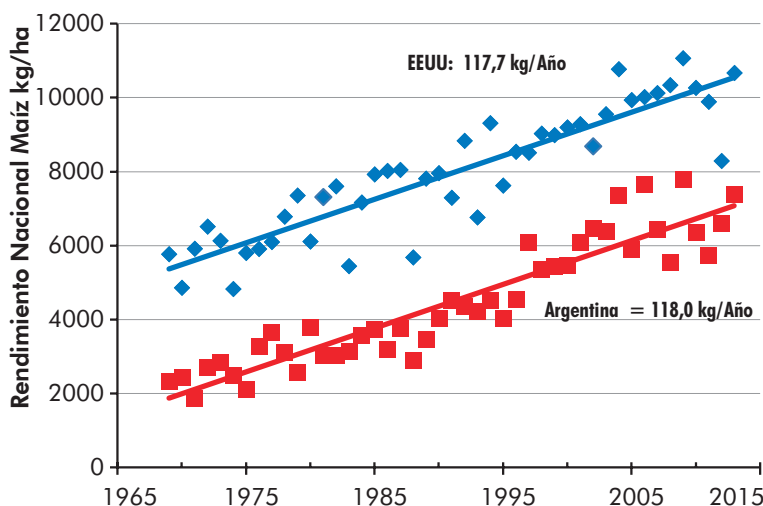


Figura 2.

Figura 2. Evolución de los rendimientos nacionales de maíz en EEUU y en Argentina. (Fuente: USDA y Min. Agricultura.)



La adopción de nuevas tecnologías y prácticas por los productores se revela en el continuo aumento de la productividad media de maíz, tanto en el país como en Estados Unidos (Figura 2). Las clásicas revistas de nuestro medio Márgenes Agropecuarias y Agromercados presentaban la presupuestación para un maíz en el Norte de Buenos Aires a mediados de la década de los 90' entre 60 y 85 q/ha. Y hoy las mismas revistas indican entre 90 y 120 q/ha los rindes esperados de maíz para la misma zona.

rio, siendo muchas veces una combinación de estas estrategias adonde puede predominar uno u otro enfoque.

El objetivo de las recomendaciones basadas en la suficiencia de los nutrientes, implica básicamente aplicar lo justo como para maximizar la rentabilidad de la fertilización en la campaña, sin considerar la evolución de la disponibilidad del nutrientes (indicado por los futuros análisis de suelo). Ciertamente tiene un sólido fundamento económico, desde el punto de vista que aplicar por encima de un determinado nivel de disponibilidad no tendría respuesta, es decir: no habrá retorno a la inversión en fertilizantes. No obstante existe una zona “gris” alrededor del punto crítico, donde una decisión equivocada puede quedar enmascarada por la variabilidad espacial, o por una deficiente representatividad de la muestra. Por otra parte, las calibraciones que definen los valores críticos indican la fertilización para alcanzar entre un 90 a 95% del máximo rendimiento, que a su vez posee la incertidumbre en la cantidad de nutriente necesaria para obtener tal máximo rinde. Es decir: no es lo mismo un valor crítico para obtener un maíz que rinde 80 q/ha que otro para 120 q/ha.

Está demostrado que con este sistema a largo plazo los valores de análisis se estabilizan alrededor del rango de respuesta. En teoría, si el suelo está por debajo del nivel crítico, se aplican nutrientes al fertilizar el cultivo, pero la exportación de nutrientes que éste implica, retirará y exportará nuevamente los nutrientes aplicados dejando el suelo en la misma condición original. Las recomendaciones tienden a cero a medida que el análisis se aproxima a este nivel crítico.

La estrategia de fertilizar según el criterio del balance por reposición (o restitución) se basa en una premisa muy simple: Reponer lo que se extrae procurando que el suelo continúe productivo tal como estaba en su condición original. Este criterio a veces se confunde con el del mantenimiento, o el de la acumulación para reconstrucción de la fertilidad. También se conoce, o se integra hacia el concepto de “fertilizar el suelo”, en contraposición con el “fertilizar el cultivo”, propio del modelo de la suficiencia. Puede desdoblarse en “Mantenimiento”, es decir: mantener al reponer lo que se extrae, y “Acumulación” o reconstrucción, que implica construir un reservorio de nutrientes, de modo que, a largo plazo, la posibilidad que los nutrientes limiten el rendimiento sea minimizada. Y permitiendo, a su vez, una mayor flexibilidad en el manejo de la fertilidad a largo plazo. Por ejemplo, no fertilizar en años de baja rentabilidad, o de relaciones insumo-producto muy desfavorables.

Un objetivo de largo plazo del manejo de la fertilidad según el criterio del balance por reposición (o restitución) mantenimiento y reconstrucción es mejorar los análisis de suelo. En niveles bajos, la recomendación es muy generosa y tienden a reconstruir el nivel crítico rápidamente para luego mantenerlo en un rango deseado, cercano al valor crítico, y sin indicarse fertilización cuando el análisis esté por encima del rango de mantenimiento. Los cultivos rinden cerca del máximo potencial y los riesgos de perder productividad son minimizados. Se busca levantar los niveles hasta valores óptimos, antes que tratar de determinar exactamente cuánto nutriente se precisa para lograr un óptimo rinde en un determinado año y situación particular.

QUÉ NOS DICEN LOS MAPAS EN RELACIÓN A LA MODA DE LA FERTILIZACIÓN DE LOS ÚLTIMOS AÑOS

Es interesante notar que independientemente de los criterios que los productores de una región hayan seguido, los suelos que natural o genéticamente eran deficientes en fósforo, fueron aumentando los valores por encima de los valores originales. Los mapas de abajo que comparan la evolución de los niveles de disponibilidad de fósforo muestran que si bien las zonas de alta disponibilidad disminuyeron, también aumentaron las áreas medias a expensas de áreas deficientes.

Asimismo, muestra una recuperación importante en las áreas del suroeste y de Entre Ríos, que luego de años de cultivo con fertilización ya no aparecen más como deficientes sino con valores medios. Es claro



que cualquiera que hayan sido los criterios de fertilización que siguieron los productores en los últimos 20 años los valores tienden a estabilizarse en el rango medio, al sub-fertilizar los lotes con valores altos y muy altos, la continua extracción lleva a situaciones que obligan a aplicar nutrientes. En cambio en los lugares de análisis muy bajos, la aplicación de fósforo implica leves remanentes que con el tiempo se acumulan y levantan los análisis de suelo.

Así como con la explotación de otros recursos naturales, como el petróleo, los metales y otras riquezas mineras, las empresas deciden como y cuando definen las estrategias de extracción. También los productores agrícolas pueden decidir basar sus producciones de granos extrayendo el P nativo del suelo antes que agregar fertilizantes fosfatados. Cuando el recurso se agote, no hay otra razón técnica, agronómica o económica que no sea la de agregar fertilizantes.

CUÁL ES LA MEJOR OPCIÓN?

Es una buena pregunta, pero no hay una única respuesta, ya que no hay dos empresas o empresarios iguales. Una estrategia puede ser desaconsejada para un caso y apropiada para otro. Existen varios enfoques lógicos y adecuados para el manejo de la fertilidad del suelo y de la aplicación de fertilizantes. Dentro de los límites que impone la rentabilidad de la empresa, ésta tiene además una responsabilidad ambiental y social, por lo tanto corresponde a los productores, sean individuos o empresas jurídicas determinar la estrategia adecuada para sostener la fertilidad y productividad de su sistema de producción.

También hay que considerar que todos los extremos son malos. Conceptualmente, de la reposición podría decirse que los análisis de suelo son superfluos, apenas hay que aplicar lo que extrae y exporta el cultivo. De la misma manera, puede observarse que las calibraciones de la suficiencia están realizadas para rendimientos promedio de una región, los que el productor ni siquiera conoce. Por lo que puede guiar sus recomendaciones para un objetivo de rendimiento muy inferior al que su lote realmente posee.

Por el lado económico puede cuestionarse que el modelo de reposición puede no ser rentable por un exceso de fertilizantes aplicados, pero para el modelo de la fertilización por suficiencia, también puede argumentarse que las dosis medias son insuficientes y la pérdida de rendimiento potencial es más que significativa.

Uno de los supuestos que la mayoría de recomendaciones de fósforo se basan en la premisa de que el fertilizante aplicado al suelos en la campaña actual, según lo indicado por un análisis bajo, va a sustituir totalmente la fertilidad de un suelo con análisis de alta disponibilidad. Es decir, se asume que un rendimiento óptimo pueden obtenerse ya sea mediante la fertilidad natural de un suelo con nivel alto de disponibilidad, o mediante la aplicación de los nutrientes necesarios para un suelo cuyo análisis dio "bajo".

Esto no siempre es así, sino que muchas veces es al revés. Si bien es cierto que la respuesta, es decir aumento de rinde por el fertilizante, es máxima en suelos deficientes, el rendimiento máximo asociado a una dosis de fertilizante puede ser menor al de un suelo suficiente. Esto es por la ley de incrementos decrecientes, en donde el aumento marginal de una dosis adicional de fertilizante es cada vez menor. Por lo que se necesita mucho más fertilizante para aumentar el 10 % del rinde desde un rendimiento relativo del 70 % al 80 %, que un aumento del 80% al 90 %. Pero aun en esas condiciones, el rinde máximo logrado en un suelo "suficiente" es menor al de un suelo "deficiente" aun con el agrado de fertilizantes.

Las mejores situaciones son una combinación de ambos criterios y las relaciones insumo-producto son una fuerte regulación del peso de uno u otro criterio. Años malos económicamente sin duda van a inducir aplicar dosis más económicas de fertilizantes, mientras que en los años buenos resultarán en dosis más prodigas.

FERTILIZACIÓN DE SOJA

Estrategias basadas en dosis, localización y momentos de aplicación

Resultados de cuatro años de experimentación

INTRODUCCIÓN

La soja es capaz de mantener rendimientos elevados en condiciones de baja fertilidad, pero por otra parte presenta mayores requerimientos de nutrientes que los demás cultivos producidos en la región pampeana. El fósforo (P) es el nutriente al que se han observado respuestas de mayor magnitud en este cultivo y se cuenta con una metodología precisa para su cuantificación en los suelos pampeanos con el método Bray 1. Para la región pampeana, se ha determinado que la respuesta aumenta cuando la disponibilidad de P en el suelo disminuye, o cuando su nivel en el suelo es inferior a un rango de 12 a 16 ppm. Estas calibraciones fueron realizadas en experimentos de una campaña de duración, mediante aplicación de fertilizantes localizados en bandas al momento de la siembra. Sin embargo, ha sido menos estudiado el comportamiento del cultivo cuando se realizan aplicaciones anticipadas a la siembra, o estrategias combinando fertilización anticipada y a la siembra. Por otra parte, es necesario cuantificar los efectos residuales de la fertilización sobre el nivel de P en suelo, y la productividad de los siguientes cultivos de la rotación.

La aplicación de P en cantidades mayores a las exportadas con los granos sería adecuada para mantener o incrementar tanto la productividad como los niveles de P extractable en el suelo. Numerosos estudios analizan el comportamiento de soja, en relación con los niveles de P y la fertilización con este elemento, mayormente desarrollados en secuencias con otros cultivos

Gustavo N. Ferraris y Pablo Traficante
ferraris.gustavo@inta.gob.ar



en rotación. Sin embargo, son escasos los estudios que consideran este análisis en sistemas continuos de soja, situación muy frecuente en los planteos productivos en la región pampeana. En general, se observa que la fertilización con P en bandas próximas a la línea de siembra podría significar una mayor eficiencia de aprovechamiento del nutriente, pero en dosis limitadas para el cultivo por el riesgo salino de fitotoxicidad en contacto directo entre fertilizantes y semillas. Las aplicaciones en superficie son una alternativa de manejo de la fertilización con P, tanto por no presentar riesgos sobre la implantación, permitiendo aportar mayores dosis del nutriente, como por razones logísticas, mejorando la operación de siembra.

Este trabajo expone los resultados de cuatro años de un ensayo de larga duración, destinado a evaluar estrategias que difieren en cuanto a dosis, momento y forma de localización. Su objetivo fue evaluar los rindes de soja según la dosis y el momento de la fertilización fosfatada en suelos francos en el medio-oeste de Buenos Aires. Se asume que:

1. La soja responde a la fertilización fósforo-azufrada del cultivo.

2. La eficiencia de uso de P y azufre (S) no se modifica cuando se realizan aplicaciones anticipadas y/o combinando aplicaciones anticipadas y a la siembra, con respecto a la forma tradicional de aplicación de los fertilizantes a la siembra.

3. El incremento en la dosis total de fertilizante aplicado se traduce en aumentos en el rendimiento de los cultivos.

4. La dosis de P y S aplicados afectan la disponibilidad final del nutriente en el suelo, dejando P y S residual para los próximos cultivos de la secuencia.

CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo se conduce en la localidad de Ferré, sobre un suelo serie Rojas, de Clase I de muy buena productividad. Durante cuatro campañas, desde 2010 hasta la última en 2013, la soja se sembró inoculada con cultivares de alto potencial y en la ventana de fecha de siembra óptimas.

El ensayo incluyó seis tratamientos, cuatro de manejo de la fertilización de P, un testigo sin P y un testigo sin S. En los tratamientos con P éste se aplicó como Superfosfato Triple y los tratamientos con S se usó 100 kg de yeso/ha (18 kg de S/ha). El ensayo tenía un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones (Tabla 1).

Además de los rendimientos, se evaluaron otras variables tales como verdor del follaje (clorofilómetro Minolta-Spad), cobertura, materia seca total, concentración de N, P y S en los granos. También, en el suelo de cada parcela se evaluó el contenido de P y S disponibles.

RENDIMIENTOS OBTENIDOS

La respuesta al tratamiento “arrancador” fue la más baja, pero también era la que incluía la menor dosis de P (Figura 1). Por el contrario, los tratamientos de reposición muestran incrementos mayores de los rendimientos en relación al testigo. Una brecha creciente entre suficiencia y reposición es esperable, puesto que mientras en los primeros el fertilizante aplicado es inexorablemente retirado con los granos de cosecha, en los segundos hay una mejora creciente

en los niveles de fertilidad. Si bien las cantidades aplicadas superan ampliamente a lo estrictamente extraído y exportado de P. Por otra parte, la respuesta a S, derivada del contraste entre los tratamientos 5 y 6, es de alrededor de 500 kg/ha acumulado en los cuatro años.

Respecto de la localización, la tendencia central marcó un mejor comportamiento de los tratamientos que combinaron una aplicación anticipada y localizados a la siembra. Los tratamientos de aplicación totalmente a la siembra o totalmente anticipados tuvieron una menor performance.

RESIDUALIDAD DE LOS NUTRIENTES A COSECHA

En la Tabla 2 se presenta el balance acumulado entre las cantidades aportadas y extraídas de nutrientes en los granos. A través de los años, el balance de nutrientes fue positivo con relación al estimado, ya que los tratamientos destinados a reposición de P sobreestimaron la extracción pese a los buenos rendimientos del ensayo, dejando un crédito remanente de P en suelo. La concentración de P y S en grano no fue afectada por el tratamiento de fertilización ni guardó relación con el nivel de productividad, siendo el balance dependiente del nivel de fertilización y la productividad del cultivo.

En la Figura 2 se muestra la evolución del nivel de P en los diferentes tratamientos. Se observa una caída en los niveles del testigo que se acelera en los últimos años, contrastando con el mantenimiento o ligero incremento en el resto de los tratamientos. La Figura 3 por su parte muestra la relación entre el nivel final de P y el balance (aplicado-extraído). Las relaciones encontradas indican que es necesario agregar 2,8 kg de P en exceso para aumentar la disponibilidad de P en suelo en 1 ppm. A la inversa, una deficiencia en el balance de P en esa magnitud resultará en una disminución de 1 ppm de P-Bray. Este valor es inferior al valor de 6,75 kg/ha/ppm observado en un experimento de Larga duración conducido desde hace 8 años por nuestro grupo de trabajo, en una secuencia intensiva de 6 cultivos en 4 años. Es probable que la degradación física y biológica asociada al monocultivo, la pérdida de cobertura y el habitual desecamiento superficial del suelo del sitio experimental sean responsables de una baja absorción de P por el cultivo, dejando mayor cantidad de P remanente en el suelo. Es decir, mientras en una secuencia intensiva el cultivo es eficiente en absorber P, bajo monocultivo el nutriente tiende a permanecer en el suelo.

CONCLUSIONES

La respuesta de la soja varió en un rango de 625 y 2700 kg/ha (5 a 20 %), en total en los cuatro años. La respuesta al S varió entre 0 y 300 kg/ha, acumulando 480 kg/ha en los cuatro años.

Luego de cuatro años, las alternativas tecnológicas para la aplicación de nutrientes –anticipado al voleo, localizado a la siembra y una combinación de ambas– no muestran diferencias significativas en los rendimientos ni una tendencia consistente en la evolución de PS en suelo.

La respuesta al P aplicado depende de la dosis, acentuando la diferencia entre tratamientos de reposición y suficiencia con relación a ciclos anteriores, tanto en términos de rendimientos absolutos como porcentuales.

La estrategia de fertilización afecta el nivel residual de los nutrientes en el suelo. A partir del tercer año se aceleraron los cambios en la disponibilidad de P, con caída en el testigo, mantenimiento en la estrategia de suficiencia, y un crecimiento en los niveles de P cuando se aplicó el concepto de reposición.

“El fósforo (P) es el nutriente al que se han observado respuestas de mayor magnitud en este cultivo”

Tabla 1.

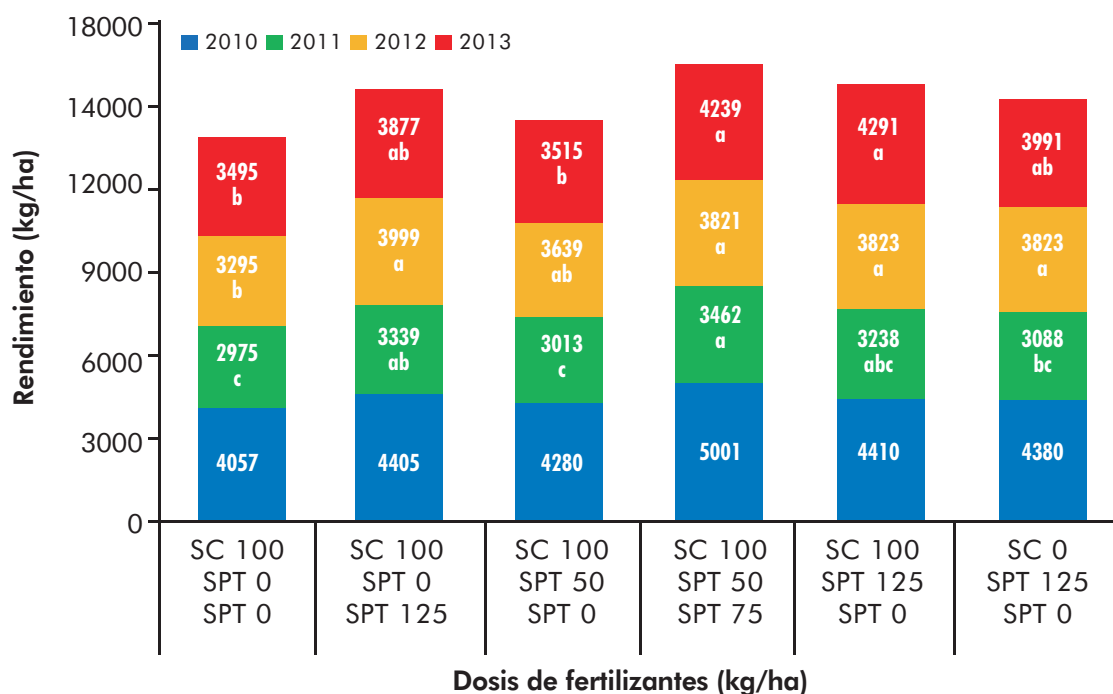
Lista de los tratamientos evaluados en el ensayo. Fuentes y localización de fertilizantes fosforados en Soja. La Trinidad, General Arenales, Bs As. Campañas 2010/11 a 2013/14.

Tratamiento	Criterio para P	Dosis de Superfosfato Triple/ha	Momento aplicación	Localización
1	Testigo	0		
2	Reposición	125	Anticipado en Junio	Al voleo
3	Arrancador	50	A lasiembra	Localizado
4	Reposición dividida	50+75	Anticipado y a la siembra	Al voleo y Localizado
5	Reposición de P	125	A la siembra	Localizado
6	Reposición sin S	125	A lasiembra	Localizado

19

Figura 1.

Rendimientos acumulados de cuatro campañas de soja como resultado de estrategias de diferentes dosis, momentos y formas de localización en Soja.



Para un mismo año, letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD $\alpha=0,10$).

Tabla 2.

Balance entre las cantidades aportadas y extraídas de Fósforo y Azufre de los tratamientos de fertilización. Estas últimas son el producto del rendimiento de grano y su concentración en estos nutrientes en las semillas de soja.

Tratamiento	Aporte (kg/ha)		Rinde (t/ha)	Concentración g/kg		Extracción (kg/ha)		Balance (kg/ha)	
	P	S		P	S	P	S	P	S
1	0	72	13,8	4,21	2,19	53	27	-53	45
2	100	72	15,6	4,30	2,17	61	30	39	42
3	40	72	14,4	4,29	2,18	56	28	-16	44
4	100	72	16,5	4,34	2,28	65	34	35	39
5	100	72	15,8	4,33	2,23	61	31	39	41
6	100	0	15,3	4,31	2,12	59	29	41	-29

Figura 2.

Cambios en el contenido de P disponible en el suelo a lo largo del experimento con distintas estrategias de fertilización bajo soja continua.

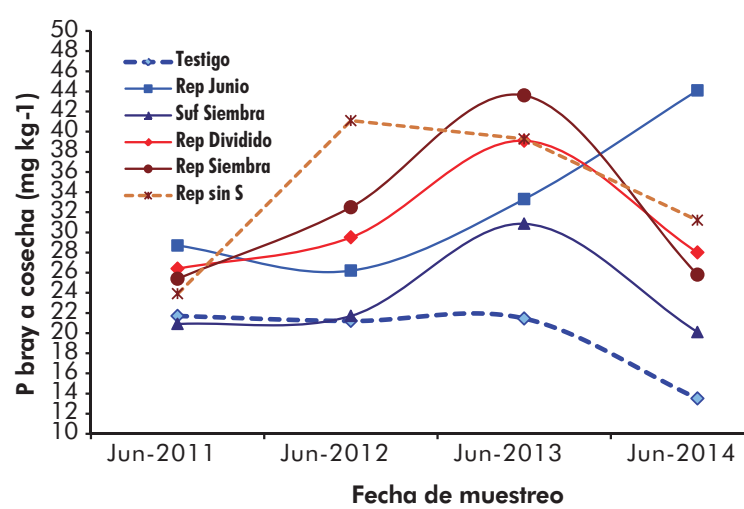
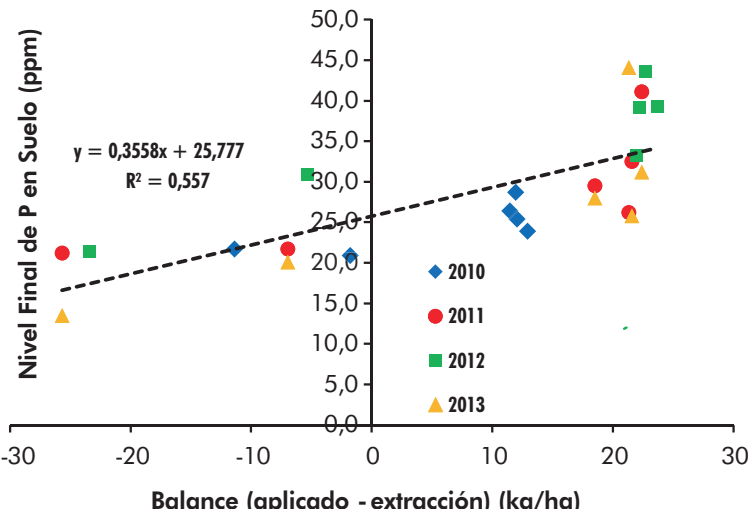


Figura 3.

Relación entre el nivel final de P y el balance de P entre extracción y aplicación luego de 4 años en una secuencia continua de soja





SEMBRANDO
SATELITAL
El Canal del Campo

SEÑAL LIBRE
Y GRATUITA

PÍDALO A SU
OPERADOR DE CABLE LOCAL

TAMBIÉN EN VIVO
LAS 24 HORAS POR

www.sembrando.com.ar

Victorino Rodríguez 1964 (X5009DSO) Tel. Fax. 0054 - 0351 - 4814381
Córdoba - Argentina E mail: sembrando@sembrando.com.ar

Horizonte
E-mail marketing

LA HERRAMIENTA PARA LLEGAR + LEJOS

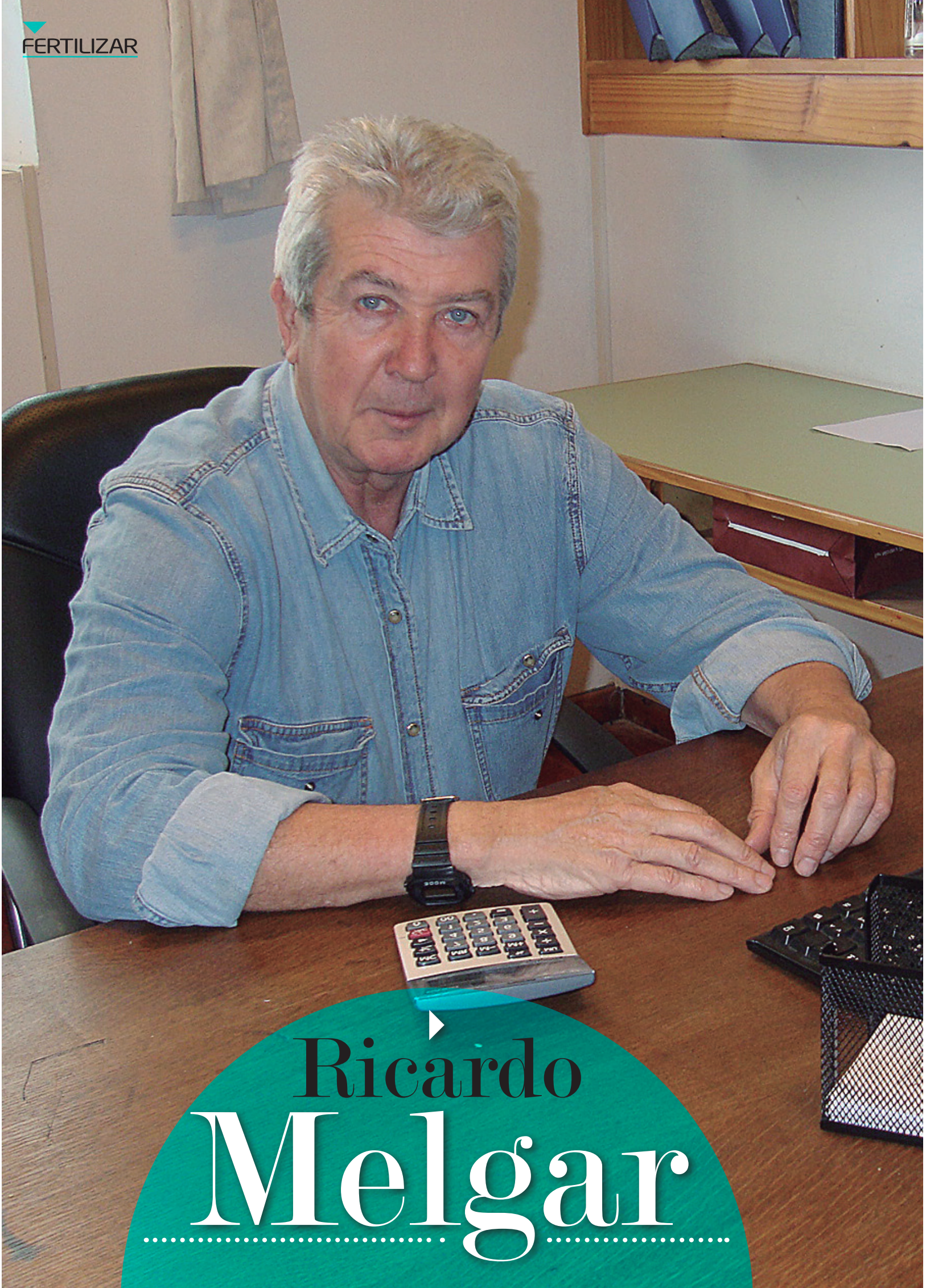
Diseñamos la campaña a tu medida

Envíos a nuestras bases de datos, con el costo mas bajo
y el resultado mas efectivo del mercado

Reportes de cada campaña garantizan la transparencia y
miden la efectividad de cada acción

CONTACTANOS PARA SABER MÁS
ACERCA DE NUESTROS SERVICIOS

info@horizonte digital.com

A photograph of Ricardo Melgar, an older man with grey hair and blue eyes, wearing a light blue denim shirt. He is sitting at a wooden desk, looking directly at the camera. His hands are resting on the desk. In front of him is a silver calculator and a black mesh pen holder. The background shows a wooden shelf with blue folders and a green desk surface.

Ricardo Melgar

“Hoy por hoy no se concibe la agricultura sin el uso de fertilizantes”

En este número compartimos una entrevista al **Ing. Agr. Ricardo Melgar, Técnico del INTA Pergamino y uno de los mentores de FERTILIZAR Asociación Civil**. En estas páginas nos cuenta cómo inició su carrera; cómo surgió la asociación; cómo ve a la industria y cuáles son las perspectivas para el sector.

Periodista (P): ¿Cómo fueron sus comienzos en la profesión?

Ricardo Melgar (RM): Al terminar mi secundario en el Liceo Naval, en 1972, era la época en que empezaba el desastre de la Argentina, y mis opciones eran estudiar en Buenos Aires o en Corrientes, donde vivía mi viejo, que era médico. A pesar de su profesión, a él le debo el gusto por el campo, por la producción agrícola y por el manejo de los suelos y su fertilidad. Por eso, me anoté en la carrera de Ingeniero Agrónomo en la UNNE (Universidad Nacional del Nordeste) en Corrientes, adonde me recibí en 1978. Ni bien me gradué, entré al INTA como becario de iniciación.

P: ¿Cómo fue el trabajo en el INTA de Corrientes?

RM: Empecé en la Estación Experimental de Bella Vista, que no tenía una posición en suelos, pero sí la había en Corrientes, y debido a que ya desde entonces me gustaba la temática de los suelos, y más precisamente de la fertilidad, pedí que me trasladaran al equipo de suelos del INTA de Corrientes, y volví a esa ciudad luego de casi un año en Bella Vista. Allí, la Sección de Suelos y Recursos Naturales centraba su principal actividad en los relevamientos y cartografía de suelos, por lo que cubrí un vacío y realicé mi vocación al mismo tiempo. Me dedicaba a atender las demandas en fertilidad y fertilización del equipo de suelos y de la estación experimental, referidos precisamente al cultivo de arroz.

Al tiempo de estar en la Est. Exp. de Corrientes, en 1985 fui a hacer un posgrado en Fertilidad de Suelos a la Universidad Estatal de Carolina del Norte (EE.UU.) que era en ese entonces uno de los centros de excelencia en manejo de suelos tropicales, cabeza del programa internacional TropSoils. Ahí tuve la suerte de tener como director de tesis a un excelente maestro, el Dr. Pedro Sánchez, que en esa etapa me dio grandes facilidades, entre ellas la oportunidad de hacer mi Doctorado directamente sin hacer previamente la Maestría, y hacer mi tesis en Manaos, Brasil, que era un ambiente mucho más novedoso, si se quiere exótico, pero también con mucho desafío personal y profesional, ya que implicaba estar al frente del programa TropSoils con EMBRAPA de contraparte.

P: ¿Viajó a hacer el posgrado a Brasil?

RM: Sí, en realidad el trabajo de campo para la tesis, luego de completarlo volví a Raleigh (Carolina del Norte) a terminar mis cursos necesarios para el trabajo académico y escribir y defender la tesis. Después volví a Argentina, a Corrientes, donde estuve cinco años más. En un momento determinado tuve la oportunidad de acceder por concurso al cargo de Coordinador del Programa de Manejo de Suelos y me trasladé al INTA Pergamino.

P: ¿Cómo comienza su trabajo en el INTA Pergamino?

RM: Ya antes de mudarme a Pergamino, junto con el Ing. Néstor Darwich, comenzamos a darle forma al proyecto Fertilizar. En realidad lo que pretendíamos era replicar lo que ya se veía en muchos países. Básicamente lo que buscábamos era el apoyo de las empresas para financiar proyectos de fertilidad de suelos que tenían un interés común con el INTA.

P: ¿Cómo continúa su vinculación con Fertilizar?

RM: En 1992 se empieza a gestar, con las empresas, el proyecto Fertilizar, que se formalizaría dos años después. Néstor era un claro defensor de la práctica de fertilización, que no era común en esa época, y poseía una buena relación con las empresas. Él presenta el proyecto en 1993 ante su Director Regional, por entonces el Ing. Costamagna, quien no supo ver las ventajas de la vinculación y lo rechaza. Coincidentemente, yo estaba llegando a Pergamino y Néstor estaba renunciando para trabajar con una empresa. Entonces lo presentamos a mi Director, el Ing. Senigagliesi, quien se entusiasma y nos da su apoyo para seguir adelante, por lo que así fue que me tocó continuar a mí con el proyecto Fertilizar dentro del INTA.

P: ¿Cómo estaba el sector en esa época?

RM: En ese momento se daba la circunstancia de que la fertilización no era algo para nada común. Por parte de los productores había mucha resistencia, incluso entre los colegas también. Estaban de moda otros temas como el perfil cultural, la importancia del manejo residía en las labranzas y la siembra directa, pero no se consideraba la fertilización.

En los difamados '90 llegaron las desregulaciones, levantamiento de las retenciones, sinceramiento de los precios nacionales e internacionales, y la situación económica general cambió, destrabando la posibilidad de aplicar la tecnología de fertilización.

Previamente y durante esos años, hubo un amplio trabajo de campo sobre fertilización destacando las ventajas para la producción. El proyecto Fertilizar buscaba principalmente la difusión de esos trabajos. Decidimos juntar todo, armando boletines de difusión y ponerlos en un lenguaje accesible para los productores y asesores; toda esa información estaba dispersa, en aquellos años no había internet. Dado que las condiciones económicas habían cambiado había una gran demanda de información, que el proyecto Fertilizar aportaba.

P: ¿Cómo evoluciona su relación con Fertilizar? ¿Cuál es su relación actualmente?

RM: Como comenté anteriormente, luego de crearse en 1994, se trabajó durante algunos años basados en la difusión de la información existente. Más adelante fue evidente la necesidad de generar más información, actuando con las necesidades que demandaba el sector. De esa época se coordinaron los primeros trabajos en red que demostraban la necesidad de fertilizar la soja, los que ni siquiera Aapresid creía ni avalaba. Por eso creo que con el Proyecto en el INTA fuimos pioneros en mitigar al menos la extracción de nutrientes sin fertilización. En ese contexto destaco el interés de los técnicos que participaban de las reuniones de Fertilizar, quienes aportaban muchas ideas, no sin discusiones y lógicamente en el marco de la rentabilidad de las empresas a las que pertenecían, pero compartiendo el interés estratégico del INTA en el manejo y conservación de los suelos y la difusión de la tecnología.

Así, estuvimos 10 años, en tanto se veía la necesidad de que se creara una asociación nacional de fertilizantes siguiendo los modelos

de otros países. De esa manera, en 2004 se formaliza la Asociación Civil, que toma el nombre del proyecto: Fertilizar, y continúa prácticamente con las mismas actividades pero con un Comité autónomo independiente del INTA, aunque vinculado a éste a través de la figura de convenio.

La trayectoria continúa, ahora de la mano de María Fernanda y su equipo en la asociación, quienes están haciendo un excelente trabajo y me permiten seguir contribuyendo con algunos artículos en la revista, o participando de otros eventos.

P: ¿Qué otras actividades desarrolla actualmente?

RM: Hoy soy un simple técnico de la Estación Experimental INTA Pergamino. Tuve la posibilidad de hacer otro posgrado en Agronegocios (2001), que me sirvió para entender mucho mejor las relaciones entre mi conocimiento teórico de suelos y la realidad económica del productor y de las empresas. Mis áreas de trabajo están relacionadas con la fertilidad de suelos, manejo de la fertilización y mercados de fertilizantes. Por lo que mis proyectos están principalmente en esas áreas, básicamente haciendo investigación técnica y científica y también de mercados, publicando lo que pueda con el tiempo que resta.

P: ¿En qué proyectos está trabajando?

RM: Fundamentalmente en uno sobre fertilizantes fluidos, mediante el financiamiento de una Fundación específica en EE.UU. y de algunas empresas de la fertilización líquida. De este trabajo surgirá la edición de un Manual que estamos elaborando con el Ing. Martín Torres Duggan.

También estoy coordinando equipos en distintos lugares del país, trabajando en fertilización en suelos salinos a través del financiamiento de organizaciones internacionales (IFA, International Fertilizer Association y SOPIB, Comité de Información de Sulfato de Potasio).

Por otra parte, tenemos relación con el Instituto Internacional del Potasio, que también apoya financieramente varios proyectos en Argentina y Sudamérica.

P: ¿Cuál cree es el rol de la fertilización en la producción?

RM: Es como comer, no se puede vivir sin comer. La producción agrícola no puede prescindir de los fertilizantes, y consecuentemente de la cadena de valor que alimenta la industria. Hoy por hoy no se concibe la agricultura sin el uso de fertilizantes.

P: ¿Cómo ve la industria de los fertilizantes actualmente?

RM: Lamentablemente no hay tanta innovación como la que se observa en otras industrias vinculadas al agro, como la de semillas, de maquinaria o de agroquímicos. Pienso que para que pueda tener un perfil más dinámico y diferenciarse debería interactuar más con otras ciencias, como la mecánica, biología de suelos, o fisiología vegetal, procurando que las innovaciones aseguren su protección intelectual e industrial con patentes.

P: ¿Cuáles son las tendencias a futuro para la industria nacional y regional?

RM: Las innovaciones vienen por el aumento de la eficiencia de uso y por eso hay innovaciones en los productos y en las tecnologías de aplicación. A saber, fertirriego, fertilización foliar, agricultura de precisión, productos de liberación controlada, de liberación lenta, inhibidores de procesos biológicos, entre otras. Hay distintos actores de la industria nacional que están participando de estos nichos

de mercado o tienen proyectos con estas tecnologías.

Por otra parte, es necesario entender que cualquier proyecto de valor necesita escala y Argentina hoy tiene dificultades económicas importantes que le impiden proyectarse a la exportación. Además, es un país netamente importador de nutrientes, por lo que la agricultura va a seguir importando fertilizantes. Si queremos seguir especializándonos en la producción de alimentos vamos a tener que seguir importando fertilizantes.

P: ¿Considera que la práctica de la fertilización está adoptada por parte de los productores?

RM: En general, sí, por supuesto, pero el hecho que haya un gran porcentaje de la agricultura en tierras arrendadas limita la adopción y, sobre todo, el uso apropiado en la cantidad necesaria. Todo cambiaría si se eliminaran las retenciones, ya que dinamizaría toda la industria. Es lo que se ve en Brasil, Paraguay, Bolivia y Uruguay, que si bien tienen otras limitaciones, el nivel de adopción es impresionante, así como la presencia de innovaciones constantemente.

P: ¿Cuál considera que es el rol de los análisis de suelos?

RM: Es una herramienta más, bastante bien conocida por parte del productor. Quizá no es lo más importante para el productor, para él es más importante lo económico que lo agronómico. Los temas técnicos los manejan los asesores.

P: ¿Cuál es su visión sobre la situación actual de la fertilización, tanto en Argentina como en la región y el mundo?

RM: Si no fuera por el marco en que se rigen propietario y productor arrendatario, así como la elevada proporción de nuestra agricultura de campos arrendados, estamos bastante bien respecto de otros años a nivel país. A veces se compara la reposición de nutrientes con EE.UU. o Brasil y obviamente estamos atrasados respecto a éstos, ya que ellos fertilizan mucho más que nosotros. Pero con el marco económico que tenemos en el país, creo que mucho más no se puede pretender.

Los suelos de EE.UU. son más parecidos a los nuestros, si bien tienen mejores tasas de reposición de nutrientes, la relación propietario y arrendatario es distinta a la nuestra, basada en contratos de una única campaña. En EE.UU. tienen una política de incentivos y subsidios que hace que prácticamente haya la misma proporción de soja que de maíz, además del apoyo a los sistemas de conservación de suelos.

En relación a la soja, en nuestro país es obvio que la fertilización es menor, ya que se buscan maximizar el retorno a la inversión por el régimen de contratos de corto plazo. Esto en el largo plazo generará una descapitalización de nutrientes del suelo.

El productor siente que constantemente le cambian las reglas. De hecho, afronta como empresario varios riesgos: climático, de mercado y además políticos, que afectan su renta. Para que haya una mayor fertilización, en extensión o en uso por hectárea, el productor debería tener otros incentivos económicos.

P: ¿Cómo ve el consumo de fertilizantes?

RM: Va a seguir desarrollándose de la mano del crecimiento del área y la incorporación de la tecnificación. El mercado está casi maduro, no creo que cambie mucho o crezca mucho más. Sí por el aumento del área cultivada, ya que la agricultura se expande sobre suelos relativamente fértiles sin alta necesidad de nutrientes, aunque con alto riesgo climático.

PERFIL

Profesión: Ingeniero Agrónomo.

Edad: 59 años.

Hobbies: coleccionar caracoles, aunque hace mucho que lo tiene abandonado. "Empecé hace muchos años y están en distintos lugares de la casa. Alguna vez intenté hacer una clasificación temática".

Le gusta viajar por placer y combinar placer con trabajo, obviamente; tiene una mini explotación de limones en Bella Vista

(Corrientes) que lo entretiene mucho. **Otros:** ver cine de toda clase.

Familia: padre de dos hijas Doctoras; un varón que estudia Ingeniería Industrial y una nena más chica. Es abuelo de un nieto y otro más en camino.

Club de fútbol: "Hincha" de Boca.

Referentes: Néstor Darwich y Carlos Senigagliaesi (INTA), quien impulsó la creación de Fertilizar.

MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN ROTACIONES SOJA – MAÍZ ZAFRIÑA EN SUELOS ARENOSOS DE PARAGUAY

Ricardo Melgar y Ezequiel Gill
rjrmelgar@gmail.com

EL AMBIENTE DE PRODUCCIÓN

En un emprendimiento de producción en Paraguay, llevado a cabo en varios campos del Dto. De San Pedro con suelos Ultisoles arenosos, por varios años se generaron recomendaciones de fertilización para soja y maíz de zafrina o segundo cultivo. Son suelos de textura arenosa en casi todo el perfil, cuyo horizonte B se encuentra en transición suave hacia una textura más arcillosa, normalmente a los 60 a 70 cm. No posee problemas de acidez derivado de la presencia de aluminio, pero no tiene una alta saturación de bases.

El resumen presentado se basa en los lotes de 3 campos con diferencias de productividad por ambiente, básicamente tipo de suelo: San Ramón, Ibicai y Fortuna. Cada Campo tenía un rango entre 25 y 37 lotes de un promedio de 100 has y comenzaron a producir granos luego de muchos años previos de uso pastoril intensivo.

Si bien los rendimientos son muy bajos en relación a otras zonas de producción, el clima permite ubicar más de un cultivo por año, intensificando la productividad anual antes que la productividad por cultivo. Teórica e idealmente la máxima ocupación posible del terreno, asumiendo un período entre siembra y cosecha de 120 días, es de 3 cultivos por año. Consideraciones más prácticas, y en especial el riesgo de heladas o de sequías durante el invierno limitan esta posibilidad. Las rotaciones más frecuentes eran Soja – Maíz de Zafrina. Pero por la necesidad de escalonar las siembras de soja con cultivares de distinto ciclos de madurez

25

Tabla 1.

Rendimientos de los cultivos de la rotación y valores esperados de extracción de P y K por t de Soja, Maíz y Girasol.

Cultivo	Época de Siembra	Mediana 3 a 5 zafras	75% Mejores años		Extracción
		t/ha	Kg P/ha		Kg K/ha
Soja	Temprana	1,8	2,9	21	56
	Intermedia	2,5	2,9	21	56
	Tardía	2,1	2,7	19	51
Maíz	Temprano	4,4	4,9	15	20
	Intermedio	4,1	4,9	15	19
	Tardío	1,7	3,7	11	15
Girasol	Temprano	1,0	1,5	6	10
	Tardío	1,6	1,9	8	13

es posible intercalar Girasol, siguiendo con Soja(Corta) y luego Maíz Zafriña , que continúa con Soja de ciclo más largo y Maíz Zafriña, llevando la intensidad de ocupación a 2,5 cultivos por año, (5 en 2 años). Así: Girasol -Soja (Corta)- Maíz Zafriña - Soja (Larga) - Maíz Zafriña, y volver a girasol.

INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA REALIZAR LAS RECOMENDACIONES

Anualmente cada lote de unas 100 has en promedio se muestreaba entre mayo y junio para enviarse al laboratorio y disponer de los resultados antes del comienzo de la zafra. Los valores de P y K se expresaban en ppm con el extractante Mehlich 1.

Como umbral de suficiencia se utilizó una calibración local (Cubilla, 2005) que indicaba un nivel crítico (NC) de 12 ppm para P, valor que se modificaban según el contenido de arcilla, aumentando el nivel crítico según el mayor poder regulador de fósforo del suelo. Para suelos con contenidos de arcilla menores a 33%, el valor crítico se modificaba multiplicaba por un factor de “coeficiente tampón para P” igual a:

$$\text{Valor crítico} = 28 - 0,6 * x \text{ Contenido de arcilla (\%)} \quad [1]$$

Es decir, un suelo con 10 % de arcilla el valor crítico utilizado era de $28 - 6 = 22$ ppm

Para potasio, el umbral de suficiencia utilizado era de 75 ppm (Wendling, 2005), y se consideraban y las cantidades de K recicladas por el rastrojo, además del nivel de disponibilidad de cada nutriente indicado por el análisis de suelo. Tanto las calibración para P como para K habían sido realizadas con el extrac-

tante Mehlich 1.

Para determinar las necesidades de fertilización, además del umbral crítico, se consideraba la demanda de nutrientes según la expectativa de rendimientos de los mejores en base a un historial determinado por la simulación de rendimientos según el clima histórico y el suelo. La determinación del rinde objetivo equivalente aproximadamente a un 90% de los máximos esperados según los rendimientos históricos (25% mejores años) determinaba la demanda de nutrientes según los valores de extracción en el grano tomando los valores publicados por Ciampitti y García, 2004.

La fertilización se recomendaba no exclusivamente basada en el criterio de suficiencia sino también considerando la extracción de K y P de cada cultivo de la rotación. Las recomendaciones apuntaban a aplicar suficiente P y K para alcanzar el nivel crítico a partir de los cálculos de disponibilidad más la cantidad de P y K extraída por la expectativa de rendimiento del lote de los dos cultivos soja y maíz.

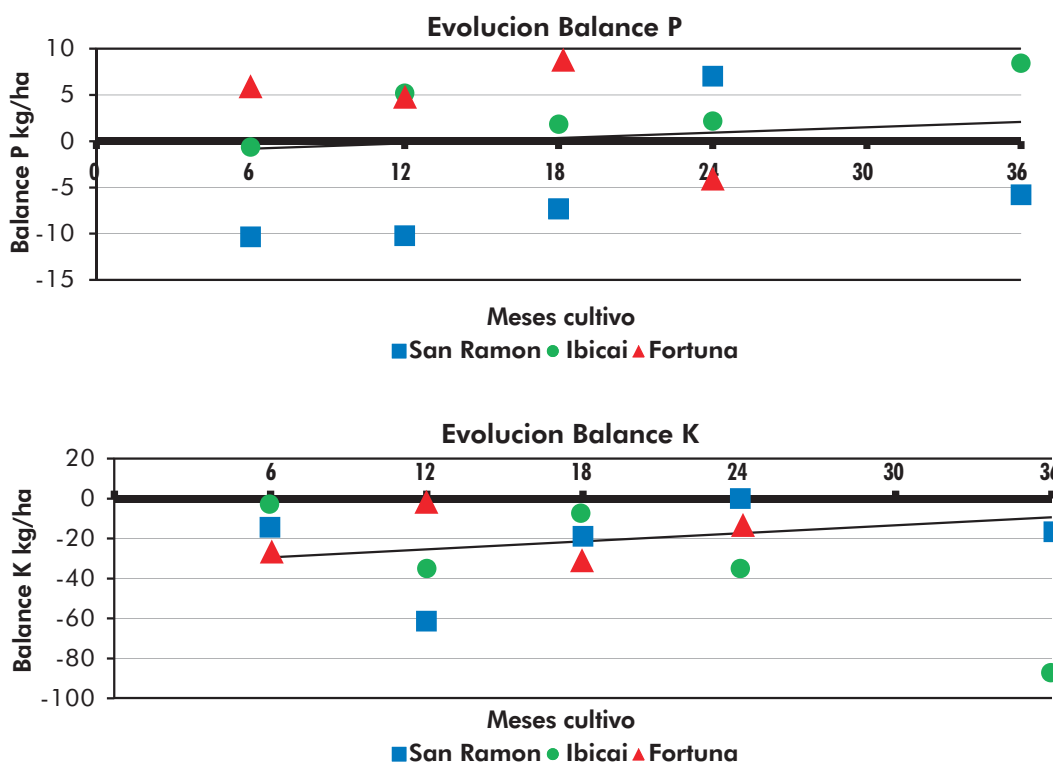
Según el nivel de análisis suelo de cada lote de ese año se determina la diferencia a cubrir entre éste y el nivel crítico (NVC) mencionado antes. Éste se corrige por el contenido de arcilla (poder regulador suelo) según la fórmula de más arriba [1].

La diferencia (ΔP) de fósforo en ppm a agregar se transforma a kg/ha considerado un factor de 2 (en base a una capa 0-15 cm y una densidad aparente de 1.3 kg/dm³). Se le agrega la extracción esperada por los dos cultivos de la rotación.

La recomendación y la fertilización se realiza sobre la base del P,

Figura 1.

Evolución de los balances de nutrientes a lo largo de 3 años de cultivo en tres campos del Paraguay. Cada punto es el promedio de 25 a 35 lotes.



ya que las formulaciones disponibles en el mercado local con K son pocas y de bajo grado en potasio (0-30-10 o 0-30-15). Normalmente se decide usar Superfosfato triple (0-46-0) o una formulación con K según los balances para K. Si estos surgen como neutros o levemente negativos para K se recomendaba SPT, sino la formulación con potasio.

Por la planificación puede haber ajustes menores de dosis efectiva aplicada según el stock disponible en finca

Para el cultivo de segunda, o Zafriña se estima el P remanente según la diferencia entre fertilización aplicada en la zafra con la extracción ocurrida al rinde real de la soja de zafra o de primera, y luego se re-calcula el fósforo disponible según el análisis pre-zafra y el balance del P remanente. A partir de este dato se estima la necesidad de reposición para el maíz Zafriña al rinde esperado. Asimismo, se calcula las necesidades de N para el cultivo, sea maíz o girasol. En la campaña siguiente el muestreo indicaba la recomendación repitiéndose el proceso.

RESULTADOS

Luego de cuatro años los indicadores de respuestas de los cultivos, balances de nutrientes y nivel de análisis de suelos indicaron un manejo apropiado.

»El balance resultante y tendencia a lo largo del tiempo

La figura 1 muestra el balance de P y de K, tomando la diferencia promedio entre las cantidades aplicadas y las extraídas por la producción en 36 meses de cultivo. La línea azul y roja muestran la tendencia general para fósforo y potasio respectivamente. En el caso de fósforo el balance es neutro con una leve tendencia positiva, mas allá de las diferencias entre campos. Mientras que el balance de potasio en todo el periodo el balance es negativo pero con tendencia a equilibrarse.

»Evolución del nivel de disponibilidad de P y K en el suelo.

En la figura 2 se muestra la variación de los valores de análisis de suelo de fósforo y potasio en la capa superior. Claramente la tendencia del fósforo es estable mientras que la del potasio es declinante. Es el resultado de un balance equilibrado para el primero, se repone lo que se extrae, y otro desbalanceado para el potasio, en donde, a pesar de revertirse la tendencia, los primeros años el aporte fue claramente insuficiente y condujo a una disminución con el tiempo.

Lamentablemente no se disponen de mezclas físicas con el grado deseado o de la relación P y K necesaria para balancear el alto requerimiento de K de la soja. La alternativa es aplicar K en mezclas físicas con urea para la fertilización en cobertura del maíz Zafriña. En Brasil se dispone de esa formulación en una proporción de 2 a 1, o 3 a 1 de una mezcla de cloruro de potasio y de urea, pero no en el mercado paraguayo.

Figura 2.

Disponibilidad de fósforo y potasio en la capa superior promedio de cada campo a lo largo del tiempo. Cada punto es el promedio de 15 a 35 lotes de 100 has cada uno. La disponibilidad se estima en función del valor de concentración del nutriente indicado por el análisis de suelo y una densidad aparente de 1,3 kg/dm³ en los 15 cm superiores del suelo.

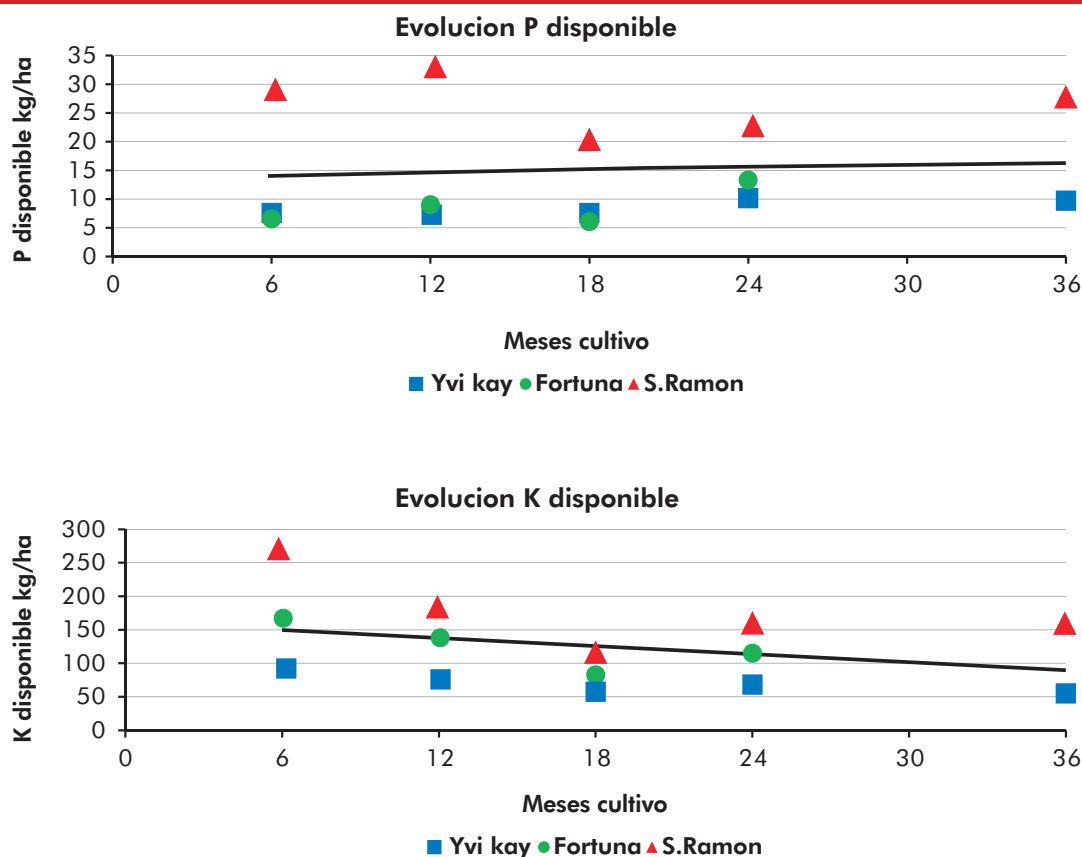
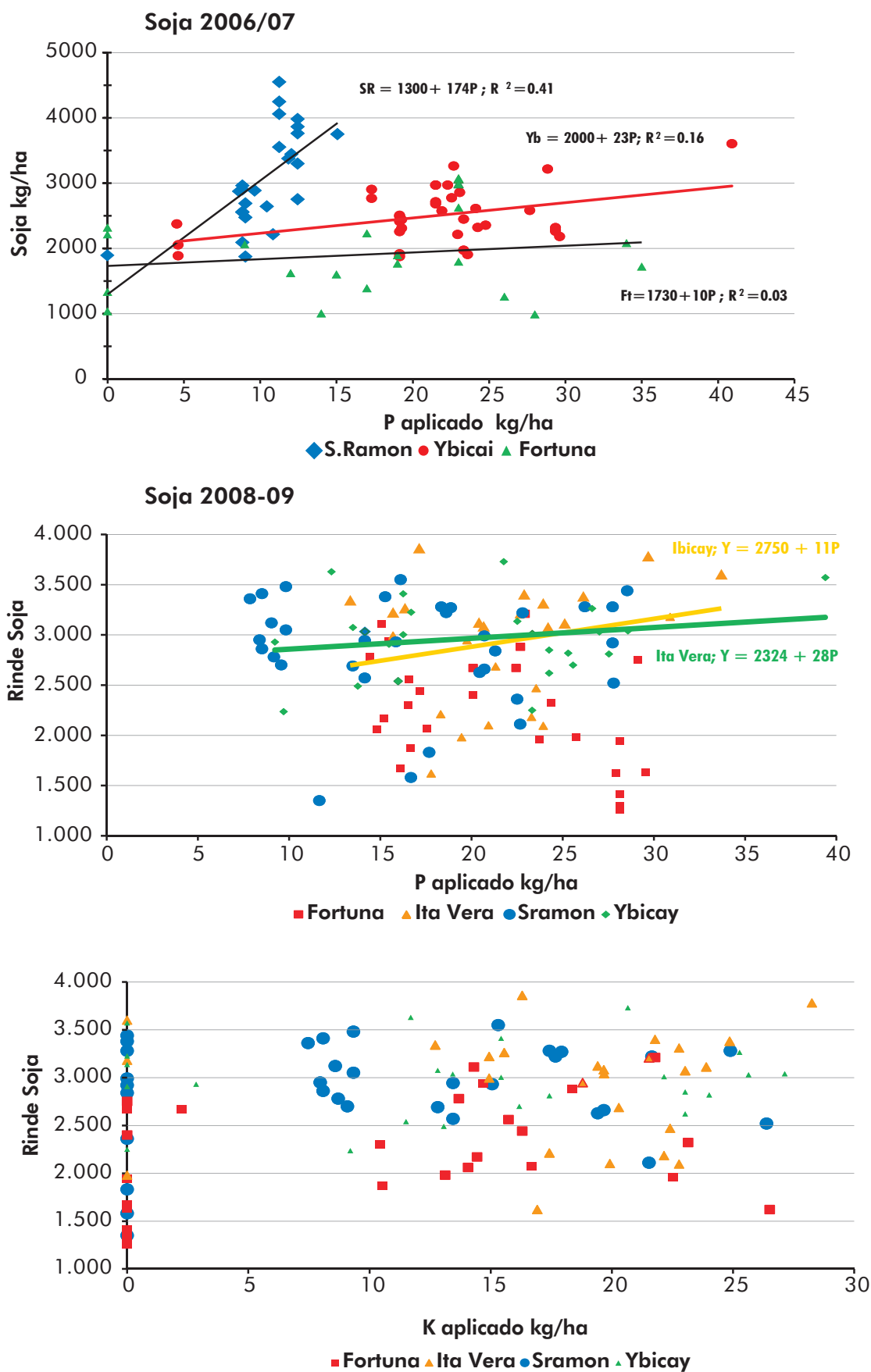


Figura 3.

Relación entre los rendimientos de soja (dos campañas) y el fósforo y potasio aplicados en todos los lotes, agrupados según el establecimiento.



Agregar nutrientes por encima del nivel crítico no implica mayores rendimientos y por ende menor resultado económico

»Respuestas de los cultivos a la fertilización

La figura 3 muestra la relación general de cada lote entre el rendimiento de soja de dos campañas y las cantidades de fósforo aplicado en la campañas 2006-7 y 2008-9, y de potasio en un único agrupamiento. Los agrupamientos realizados por cada campo/ambiente indican la respuesta promedio, en la ecuación sobre cada línea de tendencia. Hay aumento de rinde al aumentar el P aplicado en soja en algunos campos, pero el P aplicado puede ser insuficiente en algunas situaciones motivadas por rindes superiores a los esperados. Las relaciones de precios entre el costo del fósforo y de la soja debían ser superiores a 10 para ser rentables, es decir, 10 kg de soja por kg de P aplicado. Por eso puede inferirse de las figuras que las recomendaciones de fertilización satisfacían el objetivo económico de la empresa.

En contraposición, la fertilización realizada de potasio no mostró relación alguna con los rendimientos, a pesar de que el rango aplicado fue amplio. Normalmente los niveles del suelo no caían por debajo del nivel crítico (75 ppm o 150 kg/ha de K disponible) por lo que la fertilización atendía más que nada la reposición de lo extraído y exportado en el grano. En contraste con el fósforo, la fertilización para reponer el K extraído, aunque insuficiente, no resultaba en un retorno económico, indicando que en general solo podía satisfacerse el objetivo ambiental de la empresa, conservando los niveles de K en el suelo. No hay aumento de rinde al aumentar el K aplicado en soja y el K aplicado contribuye a mantener el balance de lo exportado, aunque no totalmente neutro.

CONCLUSIONES

Agregar nutrientes por encima del nivel crítico no implica mayores rendimientos y por ende menor resultado económico.

El concepto de reconstruir los niveles de nutrientes implica fondar un recurso monetario muy importante en términos de valor de fertilizante, y una aplicación generosa no siempre tiene el retorno económico previsto.

A través de la evolución de los niveles de fósforo se demuestra que fertilizar un sistema de producción siguiendo el criterio de suficiencia no resulta en una disminución de los niveles de nutrientes por debajo del nivel crítico. También, la evolución de los niveles de potasio demuestra que fertilizar por debajo de la reposición implica una segura disminución de los niveles de disponibilidad del suelo.



Fertilizar en el XXII Congreso de Aapresid "La Misión"



En el marco de su 20° aniversario, Fertilizar Asociación Civil, entidad cuyo objetivo es la difusión de tecnología de fertilización y nutrición mineral de cultivos, participó del XXII Congreso de Aapresid "La Misión".

La participación activa de Fertilizar en el congreso llevó a presentar junto con el IPNI, el Simposio de Nutrición de Cultivos que se hizo el día miércoles 6 de agosto a través de diversas disertaciones de referentes del área que debatieron sobre la prospectiva de la nutrición de suelos para los próximos 15 años desde el punto de vista químico y biológico y presentarán las nuevas herramientas microbiológicas y la interacción de las enfermedades con la nutrición de los cultivos.

Los disertantes fueron Fernando García (Director del IPNI Cono Sur); Antonio Mallarino (Departamento de Agronomía de la Universidad del Estado de Iowa, EE.UU.); Miguel Taboada (Director del Instituto de Suelos de INTA); Luis Gabriel Wall (Investigador en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA), Gustavo González Anta (Director de Investigación y Desarrollo de Rizobacter Argentina S.A. y Miembro del Comité Técnico de Fertilizar); Marcelo Carmona (Profesor Asociado de la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires -FAUBA); Martín Díaz-Zorita (Director de investigación y desarrollo agronómico de Novozymes Bioag S.A. en América del Sur y Miembro del Comité Técnico de Fertilizar).

Por otra parte, Fertilizar e IPNI organizaron dos Talleres vinculados con la nutrición de cultivos. El primero, "¿El Nan mejora el diagnóstico de nitrógeno en trigo y maíz?", que llevó a cabo Nahuel Reussi Calvo, Coordinador Área Técnica Laboratorio de suelos FERTILAB, y el segundo "Micronutrientes en cultivos extensivos, Importancia y Manejo", de la mano de Gustavo Néstor Ferraris del INTA EEA Pergamino, ambos el jueves 7.

Por último, ambas entidades coordinaron un espacio de Experiencia el viernes 8 de agosto bajo el título "Fertilización para cultivos de alta producción. Rentabilidad y Sustentabilidad" del que participaron Adrián Correndo (Asesor Agronómico - IPNI Cono Sur) y Miguel Boxler (Asesor CREA Sur de Santa Fe).

El XXII Congreso de Aapresid se realizó del 6 al 8 de agosto en el Centro de Convenciones Metropolitano, Rosario, Santa Fe. Y Fertilizar estuvo presente mediante un stand institucional para atender las consultas de los asistentes y la venta de 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".

Jornadas Técnicas "Manejo de Fertilización de Cultivos en Suelos Salinos"



Durante los días 10 y 12 de junio se llevaron a cabo jornadas sobre "Manejo de la Fertilización de Cultivos en Suelos Salinos", organizadas por INTA, SOPIB (Sulphate of Potash Information Board) y Fertilizar de la que participaron centenares de profesionales y productores de ambas regiones. La primera se realizó en el auditorio Adolfo Calle, Diario Los Andes, Mendoza y la segunda, en el Salón del Predio Ferial Vivero San Carlos de Santiago del Estero.

Los suelos salinos y salino sódicos afectan la productividad de miles de hectáreas en Argentina y el mundo. Argentina es el tercer país en extensión con suelos con estos problemas tanto en zonas de secano como de regadío. En tanto que los factores de manejo pueden mitigar o aún detener el proceso de salinización y aumentar la capacidad de producción de estos suelos, también las malas prácticas de manejo pueden destruirla y arruinar la inversión productiva. En este sentido, el manejo de la fertilización es clave para sostener el potencial económico de amplias regiones de Mendoza y Santiago del Estero bajo riego.

En estas jornadas de actualización técnica se revisaron los últimos avances del conocimiento para mejorar las prácticas de manejo de fertilizantes en suelos salinos y sódicos. Las disertaciones estuvieron a cargo de Dr. Michel Marchand de SOPIB, quien además de presentar a su institución, compartió el proyecto de salinidad en Australia; de los Ing. Agr. Rosana Vallone del Inta Mendoza y Daniel Prieto del INTA Santiago del Estero, que hablaron sobre los Procesos de Salinización en suelos agrícolas; del Dr. Hernán Tejada

de SQM, quien se refirió a la dinámica de nutrientes en el sistema suelo planta con enfoque en los suelos salinos. Por otra parte, Mark Davis de GSL Minerals realizó una charla acerca de la importancia del manejo adecuado de Potasio. Momento, fuente, dosis y colocación correcta y el Ing. Agr. Ricardo Melgar del INTA Pergamino además de hablar del manejo de la Fertilización en Suelos Salinos y Suelos salino sódicos, compartió experiencias locales en melón, cebolla y tomate. Por último, se dio una charla sobre herramientas de agricultura de precisión para el uso eficiente de los fertilizantes en suelos salinos.

Un buen año para sembrar trigo con tecnología

A principios de junio, miembros de la entidad afirmaron que éste es un buen año para sembrar trigo con tecnología y una oportunidad para utilizar dosis de reposición que permitan mejorar las condiciones del suelo y hacer más eficiente la rotación. Esto responde a las condiciones favorables que se registraron: perfiles cargados de humedad en la mayoría de las regiones; precios internacionales que acompañan y buena relación de precios entre los granos producidos y el fertilizante.

En este sentido, desde la entidad hicieron referencia a las condiciones climáticas como uno de los factores favorables, ya que las lluvias de verano y otoño están muy bien acumuladas en el perfil y los pronósticos hacia adelante indican que la disponibilidad de agua no será limitante en la mayor parte del área agrícola de trigo.

Por otra parte, manifestaron la buena la relación Insumo/Producto (cuántos kilos de trigo se requieren para comprar 1 kilo de fertilizante) que existe actualmente, ya que el contexto internacional pone en alza el valor del cereal haciendo que la relación de precios con los fertilizantes sea favorable. Respecto de los principales nutrientes requeridos por el cultivo, actualmente se necesitan 2,47 kilos de trigo para pagar 1 kilo de urea; cuando en 2012 se necesitaban 3,46 kilos para comprar la misma cantidad de ese fertilizante. En cuanto al fosfatado (MAP), los números indican que hoy es más económico adquirirlo que en 2011 y 2012. Esta relación insumo -producto baja posibilitaría aplicar dosis más altas de fertilizantes.

“Hoy, la relación insumo- producto para el trigo es la mejor en los últimos 5 años. Además, el cultivo de trigo le da liquidez a los planteos agrícolas hacia fin de año y este es no es un dato menor”, comentó Ma. Fernanda González Sanjuan, Gerente Ejecutiva de Fertilizar.

En este sentido, Pablo Pussetto, presidente de la entidad, agregó: “Con estas expectativas de humedad no podemos permitirnos que la disponibilidad de nutrientes limite los rendimientos. Sobre todo porque la relación de precios, tanto de nitrógeno como de fósforo, son muy favorables”.



Reposición de nutrientes

Desde Fertilizar recalcan que para hacer trigo, indefectiblemente se debe fertilizar, y al hablar de fertilización es fundamental conocer el estado nutricional del suelo y los requerimientos del cultivo de trigo que vamos a sembrar. Pero también es muy importante pensar en la rotación, ya que, por cuestiones tecnológicas, operativas y económicas, muchas veces podemos aplicar los nutrientes de manera anticipada teniendo en cuenta los requerimientos de los cultivos que suceden al trigo.

Los beneficios asociados a la rotación con gramíneas son ampliamente conocidos: permite aportar carbono a los suelos, mejorando la materia orgánica de los mismos y todo lo que eso trae aparejado: la mejora de la porosidad, la infiltración y la microbiología del suelo, además de contribuir a la disponibilidad de nutrientes que se mineralizarán de esa fracción orgánica.

Esto, sumado a una relación de precios tan favorable, posibilita sugerir al productor utilizar dosis de reposición, sobre todo en el caso del fósforo. *“El fósforo es un nutriente muy poco móvil y lo que el productor aplique hoy (y no sea tomado por el cultivo) quedará en el suelo para el próximo cultivo y así sucesivamente”,* comentó Pussetto.

Además señaló: *“El trigo tiene un rol importante en la rotación. Sabemos que hoy la clave es hacer trigo de manera eficiente. Por eso, la fertilización posibilita obtener más rendimientos y más productividad por unidad de área”.*

Primer Simposio Regional de Defensas Naturales de las Plantas y Micronutrientes

Fertilizar auspició el Primer Simposio Regional de Defensas Naturales de Las Plantas y Micronutrientes, que se realizó el día 5 de agosto pasado en la ciudad de Rosario.

El evento fue coordinado por el Ing. Agr. M. Sc. Dr. Marcelo Carmo- na (Prof. Tit. Cátedra Fitopatología Fac. de Agronomía Universidad de Bs. As.) y participaron como disertantes el Profesor Dr. Godofredo Cesar Vitti(Esalq/USP) de Brasil y el Dr. Fernando García (Director IPNI Cono sur), entre otros.

Las temáticas que se trataron fueron: impacto de la fertilización con potasio y manganeso sobre la severidad de la podredumbre carbosa de la base del tallo (Macrophomina phaseolina) en plantas de soja; efecto del glifosato y del fosfito de manganeso sobre la intensidad del ataque de Macrophomina phaseolina en plantas de soja, deficiencias de micronutrientes y corrección e impacto en maíz, etc.

El evento también contó con el apoyo de Acsoja, Aapresid, IPNI y la Facultad de Agronomía de Buenos Aires y.



**1ER SIMPOSIO REGIONAL
DE DEFENSAS NATURALES
DE LAS PLANTAS
Y MICRONUTRIENTES**

MI PRIMER ARTÍCULO

VARELA, M. FLORENCIA; SCIANCA, CARLOS
M.; TABOADA, MIGUEL A.; RUBIO, GERARDO

Descomposición y liberación de fósforo desde rastrojos de soja

Los residuos de los cultivos poseen un rol significativo en la conservación de la capacidad productiva de los suelos. Por un lado, el aporte de rastrojos genera la cobertura que protege a los suelos frente a procesos erosivos, y por el otro, es su principal fuente de carbono orgánico, por lo que está estrechamente relacionado a sus condiciones físicas y biológicas.

La descomposición de los rastrojos no solo aporta carbono al suelo, sino que también produce un reciclado de nutrientes. Cuando los rastrojos retornan al suelo, contienen la fracción de los nutrientes absorbidos que no fue exportada en la cosecha. El reciclado se produce mediante diversas transformaciones cuyas tasas determinan la disponibilidad de estos nutrientes para el cultivo siguiente. Algunos nutrientes, como el nitrógeno (N) o la fracción orgánica de fósforo (P), requieren de la colonización microbiana del residuo para su posterior mineralización. Otros, sin embargo, pueden liberarse en forma directa, sin intervención microbiana. Tal es el caso de la fracción inorgánica del P de los residuos, que es mayormente soluble en agua, y que por lo tanto se liberaría de forma prácticamente inmediata. Si bien el pool de P contenido en los rastrojos puede tener un rol relevante dentro de la nutrición fosforada de los cultivos, no

contamos con información precisa que permita optimizar el uso de los nutrientes en los sistemas agrícolas actuales. Por ejemplo, para el caso de monocultivo de soja, se desconoce cuál es el aporte de P proveniente de los rastrojos que puede ser potencialmente utilizado por el cultivo de soja siguiente.

El monocultivo de soja, por su parte, implica períodos extensos de barbecho durante los cuales el suelo permanece con bajos niveles de cobertura. Un modo de incrementar el aporte de residuos a los sistemas agrícolas basados en el cultivo de soja es la incorporación de cultivos de cobertura (CC), principalmente de gramíneas. La incorporación de estos CC no solo afectaría la cobertura de los suelos sino que también podría modificar los procesos de descomposición y de ciclado de nutrientes desde los rastrojos.



En el análisis conjunto de los patrones de descomposición de un residuo y del ciclado de nutrientes se genera una relación de compromiso entre una descomposición suficientemente lenta de la biomasa que permita mantener el suelo cubierto y una liberación de los nutrientes suficientemente rápida que no afecte la nutrición mineral de los cultivos subsiguientes. Con el objetivo de evaluar la descomposición y la liberación de P desde rastrojos de soja, y cómo esos procesos son afectados por la presencia de CC, se llevaron a cabo experimentos de descomposición en condiciones de campo en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA General Villegas.

Durante dos años consecutivos se colectaron residuos de soja a cosecha a los cuales se les determinó su calidad mediante la cuantificación de distintas propiedades químicas (Tabla 1).

Tabla 1.

Propiedades químicas iniciales de los rastrojos de soja en 2009 y 2010. Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas a un nivel del 5% ($n=3$)

Propiedades del rastrojo	2009	2010
C total, g C kg ⁻¹ rastrojo	453 b	473 a
Lignina, g kg ⁻¹ rastrojo	73 b	104 a
Celulosa, g kg ⁻¹ rastrojo	512	492
N total, g N kg ⁻¹ rastrojo	7.56 b	9.96 a
Relación C/N	60.0 a	47.7 b
P total, g P kg ⁻¹ rastrojo	0.50 b	0.88 a
P inorgánico soluble en agua, % P total	19 b	27 a
Relación C/P	838 a	562 b

La calidad inicial de los residuos de soja difirió entre los años evaluados (Tabla 1). La concentración inicial de P en los residuos fue de 0,50 g kg⁻¹ y 0,88 g kg⁻¹, lo cual representó un aporte al suelo de 1,3 kg P ha⁻¹ y 3,5 kg P ha⁻¹ en 2009 y 2010, respectivamente. El P inorgánico soluble que podría liberarse potencialmente en el corto plazo, representó 0,2 kg P ha⁻¹ y 1,0 kg P ha⁻¹ en 2009 y 2010, respectivamente.

La descomposición de los rastrojos de soja se evaluó mediante la técnica de bolsas de descomposición (Fig. 1, Fotos 1 y 2) que consiste en colocar una determinada cantidad de rastrojos en bolsas de malla de red, ubicarlas en las parcelas experimentales y luego muestrearlas en distintos momentos a lo largo de un período determinado. En este caso, el período estudiado fue el comprendido entre la cosecha de soja y la siembra de la soja siguiente, y la descomposición fue evaluada en cuatro tratamientos: barbecho sin CC (correspondiente al monocultivo de soja) y tres tratamientos con distintas especies de CC: Avena, Centeno y Raigrás. Para determinar la descomposición y la liberación de P, una vez que cada bolsa fue muestreada, se cuantificó la biomasa y el P total de los rastrojos remanentes.

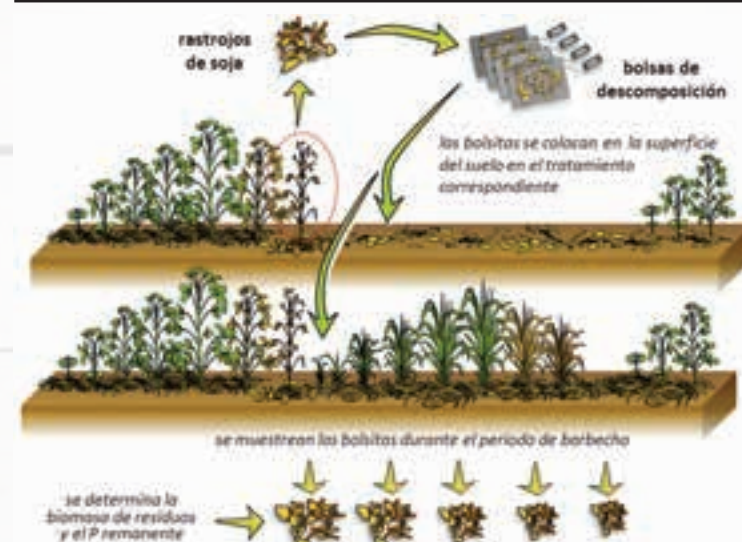
Los datos de biomasa y P remanente se expresaron como porcentaje de los valores iniciales y se graficaron en función del tiempo. Se utilizó como escala temporal la acumulación de días de descomposición, que es una forma de estandarizar el tiempo basándose en las condiciones climáticas, asumiendo que los principales factores que regulan la descomposición son la temperatura y la humedad. El período en el que se evaluó la descomposición de soja abarcó 165 días en 2009 y 192 en 2010. Pese a esta diferencia, la acumulación de días de descomposición fue similar en ambos años (12,0 y 12,4 en 2009 y 2010, respecti-

vamente) debido a que en el período más corto se registró una mayor cantidad e intensidad de precipitaciones. Los porcentajes remanentes de biomasa o P graficados en función de los días de descomposición se ajustaron a un modelo de decaimiento exponencial de primer orden para cada año y tratamiento:

$$\text{Biomasa (o P) remanente} = (100 - b) + b \exp^{-kx}$$

Figura 1.

Figura 1. Esquema de los experimentos de descomposición de rastrojos de soja en los distintos tratamientos. Las secuencias de cultivos representan los tratamientos sin cultivos de cobertura (superior) y con cultivo de cobertura invernal (inferior).



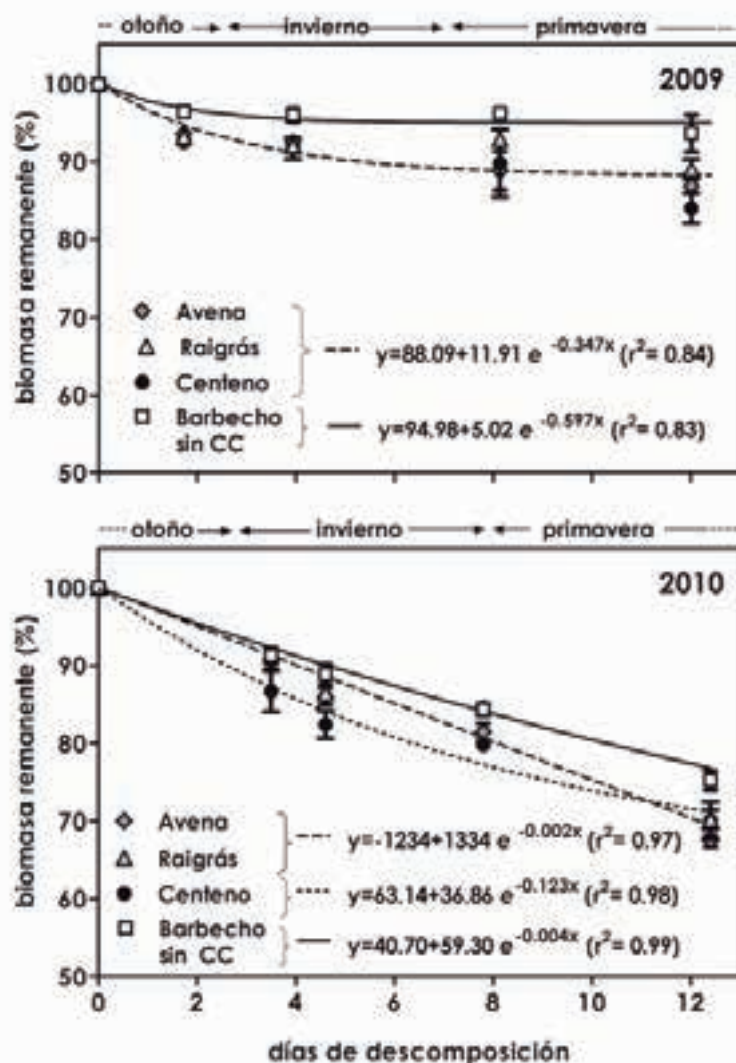
en donde b es la biomasa que se descompuso en el período evaluado (%), k es la tasa relativa de descomposición (días de descomposición⁻¹) y x son los días de descomposición. En los casos en los que no ocurrió descomposición inicial se ajustó un *plateau* seguido por una función de decaimiento exponencial. En los casos en los que no hubo diferencias entre tratamientos, se ajustó sólo una curva de decaimiento para los tratamientos agrupados.

El aporte de rastrojos de soja al suelo fue de 2558 kg ha⁻¹ en 2009 y 4021 kg ha⁻¹ en 2010. En promedio, el 12% y el 29% de esos residuos fueron degradados durante el barbecho (o período de crecimiento del CC) en 2009 y 2010, respectivamente (Fig. 2). Esto implica que 2251 kg ha⁻¹ y 2855 kg ha⁻¹ de rastrojos permanecieron en la superficie del suelo al momento de la siembra del siguiente cultivo de soja. Frecuentemente se considera que la cobertura insuficiente que presentan los suelos bajo monocultivo de soja está relacionada al escaso aporte de rastrojos y a su **rápida descomposición. Los resultados de estos experimentos mostraron que la** descomposición no fue extremadamente rápida (< 30%), tal vez debido a las condiciones climáticas de los períodos invernales, con bajas temperaturas y precipitaciones. Probablemente luego del período evaluado, en el verano siguiente, la reactivación de la actividad microbiana complete la descomposición de los rastrojos remanentes. De todas formas, estos resultados sugieren que la falta de cobertura en el monocultivo de soja estaría relacionada al escaso aporte de residuos (en comparación con otros cultivos estivales) más que a su rápida descomposición.

La presencia de los CC promovió la descomposición de los residuos de soja: la diferencia entre la descomposición en barbecho y el promedio para las tres especies de CC fue de 8,2% y 6,4% en 2009 y 2010, respectivamente (Fig. 2). A su vez, la

Figura 2.

Biomasa remanente de residuos de soja (% del peso inicial libre de cenizas) en función de los días de descomposición, en los dos períodos experimentales. Los tratamientos comparados fueron barbecho sin cultivo de cobertura (CC) y cultivos de cobertura (avena, raigrás y centeno). Los puntos representan el promedio de las cuatro réplicas y las barras el error estándar de la media. Las líneas muestran el modelo de decaimiento exponencial ajustado para los tratamientos que mostraron diferencias significativas: barbecho sin CC ($p=0.032$) y centeno, avena y raigrás (agrupados, $p<0.001$) para 2009; y barbecho sin CC ($p<0.001$), centeno ($p=0.001$) y avena y raigrás (agrupados, $p<0.001$) para 2010. En la parte superior de cada gráfico se muestra la escala temporal real, indicando las estaciones (otoño, invierno y primavera).



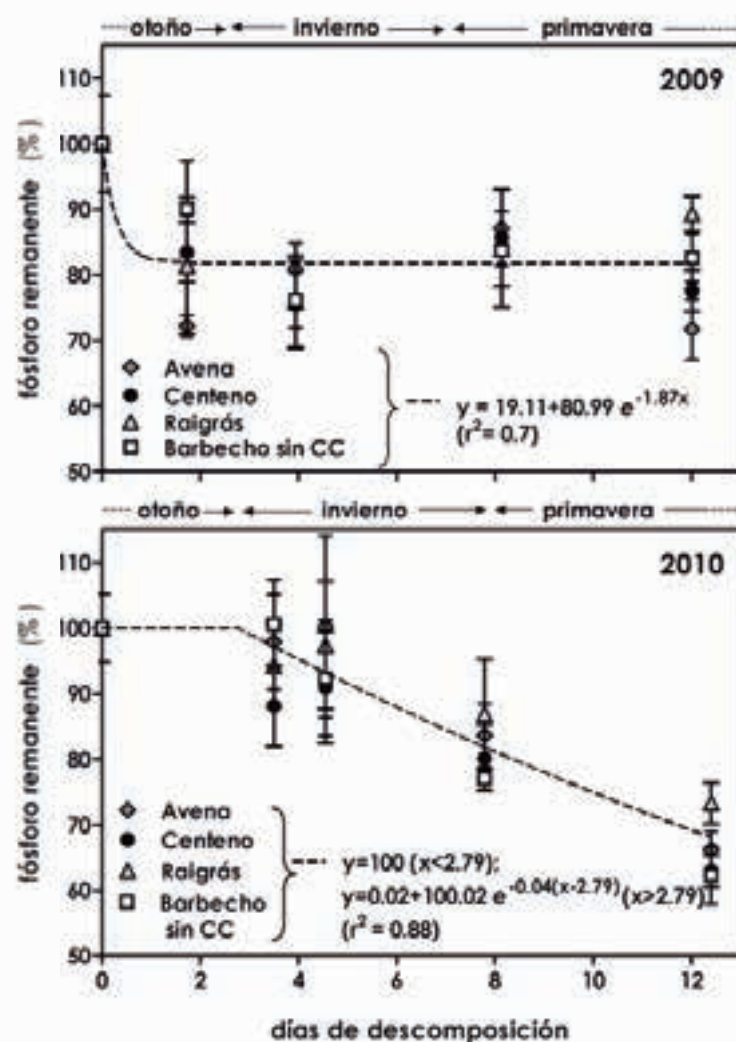
descomposición presentó diferencias entre especies de CC solo en el segundo año, cuando la descomposición de rastrojos de soja bajo centeno fue mayor que bajo avena y raigrás. En esta investigación se estudiaron los factores que podrían explicar el incremento en la descomposición de los residuos en respuesta a la inclusión de CC (datos no mostrados en el presente artículo). Se encontró que los rastrojos ubicados en las parcelas con CC permanecían más húmedos y que además, el cultivo continuado de CC (5 años) había generado mayores niveles de carbono orgánico en los primeros cm del suelo. Estas condiciones serían las responsables de los mayores niveles de biomasa y actividad microbiana medidas en el suelo y los residuos, que justificarían el incremento en la descomposición de rastrojos de soja. Este incremento no debe desalentar la incorporación de CC en el monocultivo, puesto las pérdidas de biomasa (en promedio, 233 kg ha^{-1}) son ampliamente compensadas por el aporte posterior de residuos del CC (aproximadamente 6500 kg ha^{-1}).

Además de estudiar la descomposición de los rastrojos, en esta

investigación se evaluó la liberación de P desde los mismos. La dinámica del P de los residuos difirió entre años (Fig. 3). En 2009, hubo una rápida liberación de P al comienzo del período de descomposición, aunque la liberación subsiguiente fue prácticamente nula. Como resultado, el 80% del P inicial permaneció en los rastrojos al momento de la siembra de la soja siguiente. En 2010, la liberación de P mostró un *plateau* seguido por un decaimiento exponencial. Con este patrón de descomposición, los residuos de soja retuvieron en promedio el 67% del P inicial al momento de siembra de la soja siguiente. En base a estas mediciones, la cantidad de P liberado desde los residuos de soja al suelo fue en promedio de 0,25 y 1,2 kg P ha^{-1} en 2009 y 2010, respectivamente. Si bien la cuantificación del aporte de P desde los rastrojos podría tenerse en cuenta en el planteo de fertilización fosfatada del sistema, la cantidad de P reciclado carece de significado agronómico, puesto que las cantidades son modestas en comparación con los requerimientos de P del cultivo de soja (aproximadamente 20 kg P ha^{-1}). La dinámica asociada a la liberación de P fue diferente de aquella referida a la biomasa de los residuos. La liberación de P fue 9,2% y 6,4% mayor que la

Figura 3.

P remanente de residuos de soja (% del peso inicial libre de cenizas) en función de los días de descomposición en los dos períodos experimentales. Los tratamientos comparados fueron barbecho sin cultivo de cobertura (CC) y cultivos de cobertura (avena, raigrás y centeno). Los puntos representan el promedio de las cuatro réplicas y las barras el error estándar de la media. Las líneas muestran las funciones ajustadas para todos los tratamientos agrupados. En 2009 se ajustó una función de decaimiento exponencial ($p < 0.001$) y en 2010 un *plateau* seguido por una función de decaimiento exponencial ($p < 0.001$). En la parte superior de cada gráfico se muestra la escala temporal real, indicando las estaciones (otoño, invierno y primavera).



descomposición de biomasa durante el primer y segundo año, respectivamente (Fig. 2 y 3). En contraste con la descomposición de biomasa, la presencia de CC no modificó la liberación de P desde los residuos.

En síntesis y en respuesta a los objetivos planteados, los resultados de este estudio mostraron que la descomposición de rastrojos de soja no superó el 30% durante el período de barbecho (o crecimiento de los CC). Por su parte, los CC incrementaron las tasas de descomposición de los rastrojos de soja, aunque no modificaron las tasas de liberación de P desde los residuos al suelo. El aporte de P por la descomposición de los rastrojos (en promedio, $< 1 \text{ kg P ha}^{-1}$) mostró no tener la relevancia agronómica que justificaría una modificación en los planteos de fertilización fosfatada. Sin embargo este tipo de estudios debería hacerse extensivo a otros sistemas productivos, principalmente aquellos que incluyan cultivos que aporten un mayor volumen de rastrojos (por ejemplo, maíz), en los cuales la importancia cuantitativa del reciclado de nutrientes adquiriera mayores dimensiones.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por UBA y CONICET. Los autores agradecen al personal de la EEA INTA General Villegas, principalmente a Miriam Barraco y a Cristian Álvarez por su colaboración con los experimentos, a M. Julia Cabello, Carla Mosca y Patricia Fernández por su colaboración en los muestreos a campo y a Flavio H. Gutiérrez Boem por su asistencia en los análisis estadísticos.

“La descomposición fue evaluada en cuatro tratamientos: barbecho sin CC y tres tratamientos con distintas especies de CC: Avena, Centeno y Raigrás”



Las fotos muestran la disposición de las bolsas de descomposición en los tratamientos con (derecha) y sin cultivo de cobertura (izquierda). Cada una de las bolsas colocadas en el campo estaba identificada con un número y contenía una cantidad conocida de rastrojos de soja.

Jornadas Técnicas

"FERTILIZACIÓN FOLIAR: NUTRIENTES Y ALGO MÁS..."

LUGARES Y FECHAS

Martes 14 de Octubre - Pergamino, Buenos Aires

Miércoles 15 de Octubre - Mendoza

AGENDA

8:00 – 14:00 hs.

- > **1.** Los Principios Científicos y Beneficios Agronómicos de los Fertilizantes Foliares. Dr. Patrick Brown, Dept. Plant Sciences Universidad de California, Davis.
- > **2.** La Fertilización Foliar como complemento para el Aumento de la Producción y Calidad Agrícola. Ing. Agr. Ph D. Ricardo Melgar INTA, Pergamino.
- > **3.** Nuevos avances en bio-estimulantes para la producción agropecuaria. Prof. Dr. Marcelo Carmona Universidad de Buenos Aires
- > **4.** Tecnología de las pulverizaciones foliares. Claves para mejorar la eficiencia de aplicación. Ing. Agr. Ms. S. Dr. Carlos Magdalena y Alcidies Di Prinzio. INTA Alto Valle. Ing. Agr. MsSc Daniel P. Leiva. INTA Pergamino
- > **5.** Mesa redonda de Fertilización Foliar en cultivos de la región. Asesores y Profesionales invitados.

EL VALOR DE LA PARTICIPACIÓN SERÁ DE \$400. CUPOS LIMITADOS.

Organizan:



Apoya:



INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Auspician:

BÜNGE



RIZOBACTER

SPRAYTEC

Stoller

TECNOLAB

