



# FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Mayo 2013 | N° 25



## LOS BALANCES DE NUTRIENTES EN SISTEMAS GANADEROS

POR RICARDO MELGAR

.....

### • FERTILIZANTES EN ARGENTINA, ANÁLISIS DEL CONSUMO

POR MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ SANJUÁN,  
ANDRÉS A. GRASSO Y JORGE BASSI

.....

### • MI PRIMER ARTICULO: META-ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA FER- TILIZACIÓN FOLIAR EN MAÍZ

POR JOHN SCANLAN

.....

### NÉSTOR DARWICH

“El talón de Aquiles del agrónomo  
es la integración de los conocimientos”

.....



# Sumario

REVISTA FERTILIZAR - N° 25 - Mayo 2013

EDITORIAL

Por María Fernanda González Sanjuan

▶ 03



Los balances de nutrientes en sistemas ganaderos basados en pastoreo

Por Ricardo Melgar

▶ 04



08 ◀

La fertilización con nitrógeno de pasturas consociadas

Por Ing. Agr. M.Sc. Omar SCHENEITER

Novedades Fertilizar

▶ 12



Entrevista: Néstor Darwich

"El talón de Aquiles del agrónomo es la integración de los conocimientos"

▶ 14

18 ◀

El boro en alfalfa



Composición y estabilidad de pasturas mixtas fertilizadas con fósforo

▶ 22

25 ◀

Fertilizantes en Argentina Análisis del Consumo  
Por María Fernanda González Sanjuan,  
Andrés A. Grasso y Jorge Bassi



26 ▶

La nutrición con Zinc afecta la respuesta de la alfalfa al estrés hídrico y a la humedad excesiva



◀ NUEVA SECCIÓN

Mi primer artículo  
**Meta-Análisis Estadístico de la Fertilización Foliar en maíz**  
Ing. Agr. John Scanlan



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**

Eduardo Caputo (YPF)

**Prosecretario**

Camila López Colmano (Nídera S.A.)

**Tesorero**

Manuel Santiago (Bunge Argentina S.A.)

**Protesorero**

Marco Prenna (ACA Coop. Ltda.)

**Vocales Titulares**

Federico Daniele (ASP)

Florencia Schneeberger (YARA)

Pedro Faltthausen (Bunge Argentina S.A.)

Mariano Scariabarossi (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

G. Pugliese

G. Moreno Sastre

D. Germinara

O. López Matorras

M. F. Missart

**Gerente Ejecutiva**

M. Fernanda González Sanjuan

ACA	MOSAIC
ASP	NIDERA
AGRILIQUIDSOLUTIONS	NITRON
AMEROPACONOSURSRL	NOVOZYMES
BUNGE	PHOSCHEM
COMPO ARGENTINA	PROFERTIL
ELBATEL	RIZOBACTER
EMERGER	STOLLER ARGENTINA
HELM ARGENTINA	TIMACAGRO ARGENTINA
KEYTRADE AG	TRANSAMMONIA
LATZA	YARA
LOUIS DREYFUS COMMODITIES	YPFSA.
MOLINOS RIODE LA PLATA	

**Asesor de Contenidos**

Ricardo Melgar

**Corrección**

Martín L. Sancia

**Coordinación General**

Paula Vázquez

**Producción**

Horizonte A Ediciones



## EDITORIAL

En este número de nuestra revista abordamos diferentes temas vinculados principalmente a la nutrición de forrajes. Entre estos, incluimos artículos como: “Los balances de nutrientes en sistemas ganaderos”; “El boro en alfalfa”; “La fertilización con nitrógeno de pasturas consociadas”; “Composición y estabilidad de pasturas mixtas fertilizadas con fósforo”; “La nutrición con Zinc afecta la respuesta de la alfalfa al estrés hídrico y a la humedad excesiva”. También presentamos una entrevista a Néstor Darwich, uno de los principales referentes de la fertilización, y compartimos una nueva edición de “Mi primer artículo”, en este caso sobre fertilización foliar en maíz.

Por otra parte, incluimos un artículo sobre el mercado de fertilizantes, preparado por Fertilizar en el cual reflejamos la situación actual del sector.

Considerando que el consumo de fertilizantes durante la campaña 2012-2013 fue de 3.180.000 toneladas de fertilizante, registrando una caída aproximada del 15 % respecto de la campaña pasada, es que cada día afirmamos nuestro compromiso con continuar nuestra labor de extensión y concientización sobre la importancia de la fertilización de cultivos.

Como es sabido, un menor uso de tecnología de fertilización y una menor reposición de nutrientes incrementan el impacto sobre la extracción y acentúa, a su vez, el empobrecimiento de la capacidad productiva del suelo.

Actualmente es indiscutible la estrecha relación que hay entre producción de granos y el consumo de fertilizantes a nivel nacional. Desde Fertilizar consideramos clave que el productor tenga en cuenta, a partir de diagnósticos adecuados, los planteos en que se incorpora la tecnología de la fertilización y se logra alcanzar el potencial de rendimiento.

Este y otros temas vinculados a la fertilización de suelos y nutrición de cultivos como micronutrientes; el impacto de esta práctica en soja; estrategias por regiones y sustentabilidad, serán tratados, a través de referentes nacionales e internacionales, en el Simposio de Fertilidad 2013 que realizamos, junto al IPNI Cono Sur, los días 22 y 23 de mayo en el Centro Metropolitano de Rosario, Santa Fe, bajo el lema “Nutrición de Cultivos para la Intensificación Productiva Sustentable”.

Les recuerdo nuevamente las formas de acceder a nuestra revista: si lo hace por correo postal (abonando sólo el costo del envío), usted recibirá la revista en su domicilio y si lo hace por correo electrónico (gratuito, solicitando usuario y contraseña), lo recibirá en su casilla de e-mail. En ambos casos todos los interesados deberán escribirnos a suscripciones@fertilizar.org.ar o llamarnos al 011-4382-2413.

Una vez más, esperamos que la información que incluimos en esa edición, les sea de utilidad.

Cordialmente,

**Ing. Agr. Ma Fernanda González Sanjuan**  
Gerente Ejecutivo

# **LOS BALANCES DE NUTRIENTES** *EN SISTEMAS GANADEROS* *BASADOS EN PASTOREO*

Se debate el tema de los balances de nutrientes en sistemas de producción de carne, leche o lana, en los cuales el confinamiento, la suplementación y el uso de la tierra propone canales metodológicos distintos de la producción de granos.



**Figura 1.**

Manchones de alta fertilidad derivadas del bosteo y orinado en puntos discretos en la superficie del potrero pastoreado. Cuando se vuelve evidente el mejor crecimiento del pasto en estas zonas es indicativo de la baja fertilidad del área circundante.



reciclan, a veces con extracción de capas profundas del suelo y depositadas en la superficie.

Los sistemas ganaderos son de una gran diversidad. Pueden ser tanto el pastoreo directo en campos naturales, sean praderas o sabanas con especies arbóreas, donde el animal elige el pasto que come, como el pastoreo de praderas puras o consociadas, con o sin suplementación, o directamente en confinamiento (feed lots). La producción o el objeto de la explotación también es muy diverso: animales enteros (terneros, caballos), carne para consumo, leche, lana o sus combinaciones.

Los animales pueden medrar libremente en grandes extensiones o estar apretados en superficies limitadas hasta la completa recolección del pasto y luego pasar a otro paño adyacente en los sistemas intensivos de pastoreo rotativo. A su vez, pueden ser juntados cada noche en corrales o no, o voluntariamente agruparse alrededor de aguadas o áreas altas del campo en dormideros. En situaciones de pastoreo los nutrientes en las partes aéreas de las plantas son consumidos por la ingesta de los animales, algunos de los cuales serán reciclados a través del estiércol y la orina.

La considerable desuniformidad de las deposiciones es intrínseca en cualquier sistema ganadero y determina que los aportes provenientes del reciclado, aunque cuantificables, no son equivalentes a un sistema agrícola, porque determinará un mejor crecimiento del forraje nuevo donde hubo deposiciones y uno cada vez menor donde no lo hubo (Figura 1). Esto es más evidente en los casos en los que se fuerza al animal a realizar sus deposiciones en áreas definidas como el pastoreo rotativo.

**E**l balance de nutrientes en sistemas agrícolas es un indicador muy simple y fuerte a la vez para mostrar la fortaleza o debilidad de un sistema de producción agrícola. Cuando se habla de este balance normalmente tomamos en cuenta los aportes, fertilizantes, orgánicos o químicos, y las extracciones del campo, en forma de grano u otro producto cosechable, y de los rastrojos del cultivo, los que usualmente se





**LA EFECTIVIDAD DEL PROCESO DE RECICLAJE DE LOS NUTRIENTES EN PASTURAS ES SIGNIFICATIVAMENTE AFECTADA POR EL MANEJO DEL PASTOREO”**

En sistemas abiertos se sabe que los animales concentran sus orines y bosteos en los dormideros o áreas donde se reúnen voluntariamente.

Por otra parte, cualquier productor ganadero es consciente de que cuando el forraje de una pastura es retirado como heno o silo, prácticamente todos los nutrientes acumulados en las partes aéreas de las plantas, tallos y hojas, serán removidas y exportados del campo. Estos forrajes conservados, y sus nutrientes, son transferidos como aportes a otros potreros cuando se suplementa el rodeo.

Esta suplementación constituye en algunos casos aportes muy importantes en volumen. Muchos sistemas de producción incluyen la alimentación con granos o forrajes conservados (fardos, rollos, ensilado) de muy distinta calidad nutritiva y concentración mineral que son normalmente producidos en otros campos. Lotes que sufren la expoliación integralmente ya que no tienen el beneficio del reciclado de los residuos de cultivo, salvo alguna proporción de hojas resultado de la ineficiencia de la recolección. En este rubro deben incluirse también los aportes o suplementos minerales. En casi todo el nordeste y litoral la ganadería

incluye el aporte de sales y de fósforo, en distintas formulaciones, que debería considerarse en los balances.

Con referencia a la extracción de los nutrientes del sistema, los cálculos son más simples, al igual que en la agricultura. A la producción física por unidad de área se factora por las concentraciones relativamente constantes de nutrientes que tiene cada producto, carne, leche o lana, y se arriba a una cifra indicadora de los nutrientes que se van del campo y que en alguna fase o ciclo de la producción deberían reponerse para mantener el suelo productivo y fértil como al comienzo de la etapa productiva.

Distintas evaluaciones se usan para este propósito. Un relevamiento en Australia sobre cerca de 41 tambos contrastantes reveló la concentración promedio en la leche mostrada en la Tabla 1 (Gourley et al 2011). Si se estima aproximadamente en 10 mil litros de leche por ha/año (20 lit./día/vaca x 1.25 vaca/ha x 365 días), las extracciones estarán en el orden de varios cientos de kg de nutrientes, por lo que se comprenderá la importancia del aporte de suplementación. Los animales en pastoreo retiran cantidades relativamente bajas de elementos nutrientes (Figura 2).

Un balance de nutrientes de todo el establecimiento puede definirse como la diferencia entre las importaciones y exportaciones de nutrientes; los que proporcionan un indicador general de si la estancia, tampo o explotación corre el riesgo de acumular nutrientes y liberarlos en el medio ambiente, o por el contrario, los está perdiendo a expensas del suelo. La cuantificación de estas pérdidas puede ser utilizada como un indicador de contaminación del aire, del suelo y de las aguas subterráneas. Los desequilibrios representan la cantidad de pérdidas directas (como la volatilización de amoníaco) o aumento de los inventarios de nutrientes en suelos y aguas subterráneas (como sales y lixiviación de nitratos) (fig. 1). Los tres principales componentes que deben integrarse

son las importaciones de nutrientes, las exportaciones de éstos y el sistema de manejo del establecimiento en sí mismo.

Como ejemplo de estos balances, se muestra en la tabla 2 los resultados del relevamiento mencionado antes de 41 tambos contrastantes en Australia. Es claro que los tambos modernos son cada vez más complejos. La actividad se ha concentrado fuertemente en los últimos años y las vacas son cada vez más productivas, recibiendo cada vez más alimentos suplementarios, convirtiéndose así, junto con los fertilizantes, en el aporte principal de nutrientes de los tambos. Por otra parte la mejora de la eficiencia de utilización de los nutrientes presenta desafíos económicos ambientales importantes. Es necesario comprender las relaciones entre los balances de nutrientes y cómo estos nutrientes son utilizados en el tampo, y en particular los desbalances de nitrógeno.

La efectividad del proceso de reciclaje de los nutrientes en pasturas es significativamente afectada por el manejo del pastoreo. Bajo métodos de pastoreo extensivo, un alto porcentaje de los nutrientes se concentra en zonas donde los animales se reúnen (cerca de las aguadas, bajo árboles de sombra y bateas de suplementos minerales). Bajo métodos de pastoreo más intensivo, tales como con altas cargas y pastoreo rotativo, la distribución de reciclado de nutrientes es mucho más uniforme. Indepen-

**Tabla 1.** Concentración promedio de nutrientes en la leche (n ~ 200) (Gourley et al 2012).

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre
<b>Promedio</b>	0.52	0.09	0.14	0.04
<b>Mínimo</b>	0.45	0.04	0.09	0.01
<b>Máximo</b>	0.70	0.14	0.17	0.12

**Tabla 2.** Valores medio (medianas) de importación y exportación de nutrientes totales en el tampo. Valores de 41 establecimientos lecheros (Gourley et al, 2012).

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre
<b>Aportes</b>				
<b>Kg/ha</b>				
<b>Silaje</b>	7.6	1.2	5.9	0.6
<b>Rollos</b>	11.2	1.8	6	1.2
<b>Concentrados y granos</b>	52.5	9.2	13.4	4.3
<b>Fertilizantes</b>	104.5	16.6	31.5	14.5
<b>Animal</b>	4.6	1.1	0.3	1.3
<b>Riego</b>	0.4	0.0	3	1.5
<b>Fijación biológica</b>	16.6	-	-	-
<b>deposición atmosférica</b>	1	0.1	1	1
<b>Exportación</b>				
<b>Kg/ha</b>				
<b>Leche</b>	58.3	10	16.6	4.4
<b>Animal</b>	11.8	3	0.8	3.4
<b>Balance integral</b>	<b>128.3</b>	<b>17.0</b>	<b>43.7</b>	<b>16.6</b>

dientemente del método de pastoreo utilizado, el rango de pérdidas por volatilización de N de la orina va desde un 30 por ciento bajo condiciones frescas y húmedas a más del 70 por ciento cuando el clima es cálido y seco. El nitrógeno es el único elemento perdido de esta manera. El reciclado de nutrientes puede tener una importante influencia en la fertilidad y las necesidades de fertilizante de los potreros o incluso de establecimiento entero (Figura 3).

En síntesis, se sugiere usar metodologías simplificadas y estandarizadas de balance de nutrientes en los sistemas ganaderos basados en pastoreo para contribuir a identificar oportunidades de mejoras de las decisiones de manejo de nutrientes, y así desarrollar objetivos conservacionistas apropiados.

Gourley J.P., Cameron, Warwick J., Dougherty, David M., Weaver, Sharon R., Aarons, Ivor M., Awty, Donna M., Gibson, Murray C., Hannah, Andrew P., Smith y Ken I., Peverill. 2012. Farm-scale nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur balances and use efficiencies on Australian dairy farms. *Animal Production Science* 52(10) 929-944

## LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO POR LA ALFALFA

Quizá los aspectos más controversiales de los balances de nutrientes son aquellos en los cuales participan las leguminosas que fijan su propio nitrógeno, y en particular a macro escala. Distintos autores asignan cantidades fijadas muy variables en cada experimento, por lo que las necesidades se satisfacen también en porcentajes variables. En general las cantidades reportadas oscilan entre un 50 % hasta el 100 % de las necesidades de un cultivo en particular, y son satisfechas por la fijación biológica del N. Si bien es mucho más realista suponer algún valor intermedio antes que el total, lo cierto es que ningún agrónomo endosa una fertilización con nitrógeno a las leguminosas salvo casos muy específicos, siendo lo más común incluir unos kg de N en la fertilización de base para suplir las necesidades del cultivo en las etapas juveniles.

Las bacterias específicas, o Rizobios, pueden infectar las raíces de la alfalfa y otras leguminosas. A diferencia de las respuestas de las bacterias patógenas, las leguminosas producen estructuras especializadas en las raíces llamadas nódulos, adentro de las que crecen los Rizobios. Éstos son alimentados y protegidos por la planta, se multiplican, y capturan N gaseoso del aire y lo convierten en aminoácidos que la planta usa para crecer. Aunque los millones de nódulos de alfalfa en una hectárea solo pesen unos pocos kg, cada uno puede contener mil millones de Rizobios que pueden producir cientos de kg de N por hectárea por año. Estimaciones recientes reportan que la fijación de N por una pastura de alfalfa oscila en un rango desde 40 a 420 kg N/ha por año.

Ahora bien, ¿por qué varía tanto la fijación biológica de N y, consecuentemente, las cantidades aportadas al suelo? El nitrógeno inorgánico de otras fuentes es uno de los factores más importantes que afectan a la fijación de N<sub>2</sub>. Las leguminosas absorben N del agua del suelo, del fertilizante y otros abonos orgánicos (estiércoles) y del riego. La fijación simbiótica del N<sub>2</sub> es un proceso adaptativo y disminuye con la absorción de N de estas otras fuentes. La leguminosa corregirá el N adicional que sea necesario para el crecimiento vía fijación biológica modificando su aporte a los Rizobios.

Durante el establecimiento de la alfalfa en algunos suelos, la actividad y número de nódulos pueden ser insuficientes para abastecer el N necesario para el rendimiento máximo del primer corte. Después, más adelante, otras fuentes de suministro del N en el suelo, así como el almacenamiento en las reservas de los tallos y raíces, o la misma fijación simbiótica del N pueden seguir siendo insuficientes para satisfacer la demanda de la alfalfa, pudiendo por lo tanto observarse respuestas de rendimiento a bajas dosis de fertilizante nitrogenado. Como otras plantas perennes, la alfalfa depende del N almacenado para el crecimiento del rebrote después del corte.

Entre un tercio y la mitad del N almacenado en las raíces y la corona, se utiliza durante el rebrote de una pastura de alfalfa establecida, debido a que tanto la fijación simbiótica del N como la absorción del N inorgánico se limitan a una o dos semanas después del corte. En las pasturas establecidas, por lo tanto, la respuesta al fertilizante N se considera excepcional, aunque pueden aumentar tanto la concentración de N en el forraje como los niveles de N almacenados en las raíces. Aún así, si se agrega N al suelo puede aumentar el rendimiento de alfalfa cuando la provisión de N del suelo es muy baja y cuando la fijación de N declina en otoño. La generalizada falta de respuesta del rendimiento ha llevado a la percepción que el cultivo no utiliza N aplicado. Esto no es cierto, porque la planta simplemente sustituye la fijación de N por el uso del N inorgánico, y esta es una manera importante en que la alfalfa ayuda a prevenir la contaminación ambiental.

Figura 2.

Cantidades aproximadas de nutrientes primarios y secundarios presentes en un novillo de 400 kg. (Cálculos basados en las estimaciones de varias fuentes. Adaptado de Southern Forages, 4th Edition. Ball, Hoveland y Lacefield, 2011).



10 kg | 5.2 kg | 0.6 kg | 0.6 kg | 2.7 kg

N | CA | MG | S | P

Figura 3.

Esquema del reciclado de nutrientes en sistemas ganaderos.



# LA FERTILIZACIÓN CON *NITRÓGENO* DE PASTURAS CONSOCIADAS



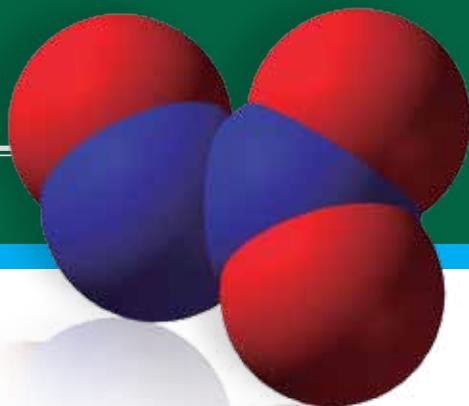


Ing. Agr. M.Sc. Omar SCHENEITER  
oscheneiter@pergamino.inta.gov.ar

9

El principal recurso forrajero de la ganadería en la pampa húmeda es la pastura perenne mixta de gramíneas y leguminosas. Los argumentos que se mencionan para el empleo de una mezcla en lugar de una pastura monofítica o cultivo puro son: a. Mayor producción de forraje, b. Distribución estacional más uniforme, c. Menor variabilidad interanual, y d. Ventajas en la alimentación (mayor calidad, menor riesgo de empaste).

» Un problema común es decidir si aplicar nitrógeno a una pastura consociada de leguminosa, (alfalfa o trébol) y gramíneas. La principal decisión que debe tomarse es observar si la pradera es realmente un campo de leguminosas con algo de gramíneas o al revés, predominan las gramíneas por sobre unas pocas leguminosas. El punto económico de decisión para la fertilización nitrogenada es aproximadamente entre un 25 a 30% leguminosas en el stand. Un mayor porcentaje de alfalfa (o trébol) probablemente sea mejor no aplicar nitrógeno. El principal problema con la aplicación de nitrógeno a una pastura mixta es que las gramíneas serán más competitivas y reducirán aún más la proporción de plantas de leguminosas en el stand. Sin embargo, si se está ante el último año que se mantendrá la pastura, la aplicación de nitrógeno muy probablemente será beneficiosa para ese año. Cuando el porcentaje de leguminosas en el stand está por debajo del 25 al 30 %, el potrero deberá considerarse como una pastura de gramíneas, en consecuencia debería aplicarse fertilizante nitrogenado. Un claro síntoma visual es cuando se ven grandes diferencias de crecimiento y vigor en donde hay bosteos, deposiciones de estiércol, sobresaliendo con respecto al resto del pasto.



## IMPACTO DEL TRÉBOL BLANCO EN LA MEZCLA FESTUCA ALTA + TRÉBOL BLANCO

Las pasturas puras de Festuca alta no fertilizadas con nitrógeno (N) presentan limitaciones para producir, especialmente luego del primer año. Es frecuente que la acumulación de forraje de la mezcla de Festuca alta y trébol blanco supere los valores de la Festuca pura sin fertilizar. Esta diferencia puede ser importante y la información extranjera indica que va desde un 10-20% cuando la pastura se encuentra bajo pastoreo hasta un 40-60% cuando se utiliza bajo corte. Asimismo, de esos mismos trabajos se desprende que la Festuca pura supera la acumulación de forraje de la mezcla solo cuando la primera se fertiliza con altas dosis de N.

Con el objetivo de estudiar el efecto del trébol blanco sobre la producción y la calidad de forraje en pasturas base Festuca alta se realizó un ensayo en la EEA Pergamino, en el cual se evaluaron las siguientes alternativas: Pasturas puras de trébol blanco, pasturas puras de Festuca sin N o fertilizadas con dosis anuales de 75 y 150 kg N/ha/año (50% en marzo y 50% en agosto de cada año) y la mezcla de Festuca y trébol blanco.

La producción de la Festuca alta como resultado obtenido en dos ciclos de producción indicó el aumento de la producción de forraje en la medida en que se le agregó N. Sin embargo, la mezcla produjo más que los cultivos puros, aun en la estuca fertilizada con 150 kg N/ha/año. La acumulación anual de los componentes de la mezcla reveló 4.685 y 7.725 kg MS/ha de Festuca alta y trébol blanco, respectivamente, o sea ambas especies ligeramente por debajo de su producción en cultivo puro. En el segundo ciclo, la primavera fue excepcionalmente seca hasta el mes de octubre. Esto determinó que la respuesta esperada de la Festuca alta a la fertilización de agosto no se manifestara plenamente. Por su parte, el verano, en particular el mes de enero, tuvo más precipitaciones y temperaturas relativamente más bajas para la época, lo cual favoreció al trébol blanco en esta época. En el segundo ciclo, la acumulación de forraje de la mezcla fue 3,2 y 3,7 t MS/ha mayor que la Festuca pura con 150 kg/ha de N y que el trébol blanco puro, respectivamente. La acumulación anual de los componentes de la mezcla reveló 4.714 y 3.991 kg MS/ha de Festuca alta y trébol blanco, respectivamente. Es interesante observar que la Festuca se vio favorecida en la mezcla, ya que acumuló más forraje que en el cultivo puro sin N. Por su parte, la producción del trébol en la mezcla fue ligeramente menor que en el cultivo puro.

## EFFECTO DE LA DEFOLIACIÓN Y DE LA FERTILIZACIÓN CON N SOBRE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA PASTURA

Las precipitaciones son el factor más importante que condiciona la presencia del trébol. Sin embargo, en ausencia de otras limitaciones ambientales, existen aspectos de manejo que pueden tener importancia en la producción, como ser la severidad de la defoliación por el pastoreo además de la fertilización.

**Tabla 1.** Acumulación anual de forraje en pasturas de Festuca alta y trébol blanco, puras y en mezcla, en dos ciclos de producción (t MS/ha)

Tratamiento	Ciclo 1	Ciclo 2	Total
t MS/ha			
Festuca alta sin N	6.3	3.8	10.1
Ídem 75 kg N/ha/año	8.5	4.1	12.6
Ídem 150 kg N/ha/año	10.4	5.0	15.4
Trébol blanco	10.6	5.6	16.2
Festuca alta + trébol blanco	12.4	8.7	21.1

**Tabla 2.** Acumulación de forraje en pasturas de alfalfa y alfalfa + Festuca alta con dos dosis de N durante el año de establecimiento y el primer año de producción (t MS/ha).

Pastura	Año de establecimiento		Primer año de producción	
	N aplicado (kg/ha)			
	0	125	0	125
Alfalfa pura	11.6	11.9	18.1	18.2
Alfalfa + Festuca	13.1	14.3	17.3	19.2

Los cambios en la composición botánica de una pastura de Festuca alta y trébol blanco pueden ocurrir como respuesta a la frecuencia y severidad de la defoliación. De este modo, cuanto más frecuente e intensa es la defoliación, mayor es el contenido de trébol blanco en la pastura. Esto último puede ser visto como desfavorable para el rápido rebrote de las gramíneas erectas, mientras que el hábito rastrero del trébol determina que solo una pequeña proporción de su biomasa aérea sea removida. El manejo de la defoliación afecta tanto la producción como la densidad del trébol blanco en la pastura a través de cambios reversibles en su morfología.

**De acuerdo a los resultados de ensayos de fertilización realizados en la EEA Pergamino, se pudieron distinguir dos situaciones:**

1. En años secos el efecto del N es relativamente poco importante debido a que la sensibilidad del trébol blanco a la falta de humedad y su escasa capacidad competitiva frente a la gramínea son factores que de por sí llevan a pasturas compuestas principalmente por gramíneas.

2. En años húmedos y con veranos frescos, el N puede controlar el contenido del trébol blanco en la pastura. Bajo estas condiciones, una dosis 50 kg de N/ha aplicada a fines del invierno permite mantener una alta contribución del trébol en la pastura y aumentar significativamente la producción de forraje. Con dosis altas de N (>150 kg/ha) se compromete en el corto

plazo la presencia del trébol en la pastura, principalmente por la competencia que le ejerce la Festuca alta.

**PASTURAS DE ALFALFA Y FESTUCA ALTA**

En la EEA Pergamino se desarrolló un ensayo que tuvo como objetivo evaluar la acumulación anual, la distribución estacional, la composición botánica y la calidad de forraje de varias mezclas con dos niveles de fertilización con N (0 y 125 kg N/ha/año, 60 % en primavera y 40 % en otoño). El sitio no tenía limitaciones de fósforo ni azufre en el suelo.

El efecto de la fertilización de una mezcla alfalfa-Festuca con N, se evidenció solo en el corte posterior a la fertilización (Tabla 2). La respuesta media fue de alrededor de 7 kg MS/ha el año de establecimiento (7,6 y 6,7 en primavera y otoño, respectivamente) y de 14 kg MS/ha en el primer año de producción (11,4 y 15,6 en primavera y otoño, respectivamente). El escaso efecto en el año de establecimiento puede haber reflejado por un lado el efecto de la mayor disponibilidad de N (mayor mineralización luego del laboreo del suelo) y el escaso desarrollo de la gramínea (ya que, en términos generales, a mayor porcentaje de leguminosa en la pastura, menor es la respuesta al agregado de N). En la pastura fertilizada, el aporte de la Festuca se incrementó entre un 6,8 y un 14 % con respecto a la misma pastura sin fertilizar en el año de establecimiento, y entre un 3 % (primavera y verano) y un 15,8 % (otoño e invierno) en el primer año de producción.

# FERTILIZAR

## Novedades

### Gira Red de Nutrición

Una vez más, los días 20, 21 y 22 de febrero de 2013, Fertilizar, junto con IPNI y CREA, organizó la Gira a Ensayos de Nutrición y Fertilidad, con el objetivo de analizar los distintos estudios que se están llevando adelante y en los cuales están involucradas las entidades organizadoras.

En esta oportunidad, un grupo de más de 50 técnicos visitó los ensayos de fertilización monocultura de soja de INTA-FERTILIZAR, coordinados por Gustavo Ferraris (INTA Pergamino); los de soja de primera, de MOSAIC e IPNI, y los de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, que realizan ASP, IPNI y CREASSFE.

Otros sitios que se recorrieron fueron el ensayo de largo plazo de ASP Villa María en Establecimiento "Santa Patricia"; el ensayo Lambaré de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe (ASP-IPNI-CREASSFE) y el de maíz de MOSAIC, IPNI y CREASSFE.



### Novedades en nutrición de cultivos mirando el sistema de producción

Bajo el lema "Nutrición de Cultivos para la Intensificación Productiva Sustentable", Fertilizar Asociación Civil y el IPNI Cono Sur organizan el "Simposio Fertilidad 2013". El mismo se realizará los días 22 y 23 de mayo de 2013 en el centro de Convenciones Metropolitano, Alto Rosario Shopping de la ciudad de Rosario, Santa Fe. Allí, profesionales destacados del ámbito nacional e internacional discutirán sobre temas como: "Sustentabilidad y Nutrición de Cultivos", "Manejo de Nutrientes en Cultivos Alternativos", "Novedades en Manejo de Micronutrientes", "Seguridad para el Manejo de Fertilizantes", "Agricultura de Precisión Aplicada a la Nutrición de Cultivos", "Cómo podemos incrementar los rendimientos de soja", "El Rol de los Asesores en la Nutrición de Cultivos" e "Investigaciones Recientes en Manejo de Nutrientes", entre otros.

El Simposio, en su 11° edición, está dirigido a productores, estudiantes, profesionales y técnicos. Colaboran INTA, Aapresid, Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS), CREA Sur de Santa Fe, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario y Fundación Producir Conservando.



IPNI  
INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

FERTILIZAR  
ASOCIACIÓN CIVIL

**SIMPOSIO  
FERTILIDAD 2013**

NUTRICIÓN DE CULTIVOS PARA LA  
INTENSIFICACIÓN PRODUCTIVA SUSTENTABLE

ROSARIO, 22 Y 23 DE MAYO DE 2013

Aapresid INTA AACS CREA SUR DE SANTA FE Facultad de Ciencias Agrarias FUNDACIÓN PRODUCIR CONSERVANDO

## Fertilizar en el Ciclo de Jornadas Técnicas Forratéc 2013

El jueves 28 de febrero se llevó a cabo la última charla técnica del Ciclo de Jornadas 2013 de Forratéc Argentina en Salta, del que participaron productores, ingenieros agrónomos, veterinarios, nutricionistas y estudiantes de la región. Allí se trataron temas relacionados con el negocio ganadero de carne y leche en nuestro país.

Uno de los oradores, que contó con el auspicio de Fertilizar, fue el Ingeniero Luis Máximo Bertoia, de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, quien habló de fertilización de maíz y sorgo.



13



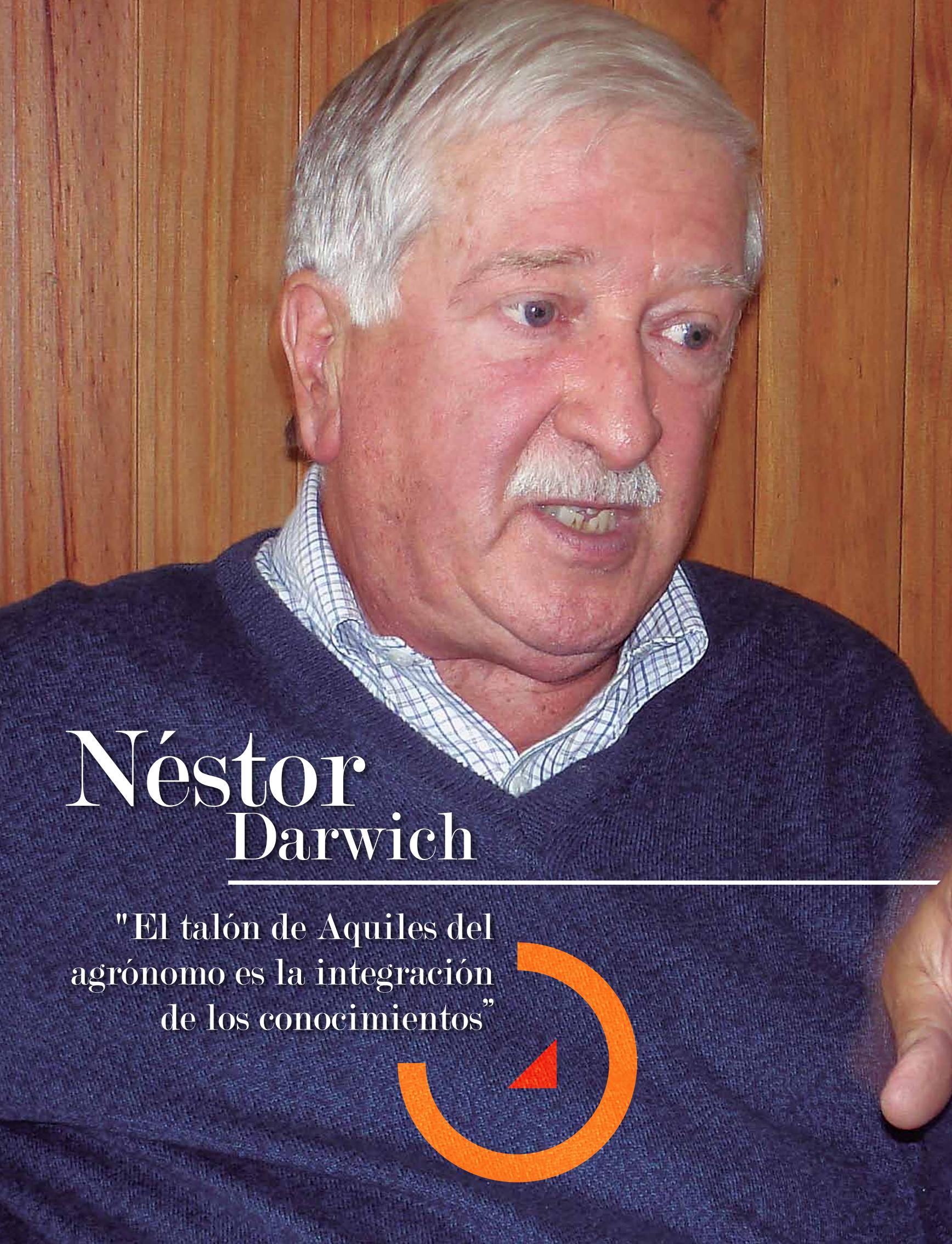
## Libro "Mercado de Fertilizantes, La Argentina y el mundo"

Fertilizar Asociación Civil y CREA lanzaron el libro "*Mercado de Fertilizantes, La Argentina y el mundo*". En la publicación se describe la evolución del mercado de fertilizantes en la Argentina y se analizan todos los factores que inciden en las diferentes etapas de la cadena de valor de este insumo estratégico.

El libro acerca a los lectores información proveniente de organismos nacionales e internacionales, con un enfoque sistémico que contempla tanto el mercado mundial como local, transformándose en una herramienta insustituible para comprender la importancia actual y a futuro del uso de fertilizantes, para una producción agrícola sostenible. El mismo fue dirigido por Gerardo Sibaja y coordinado por Juan Andrés del Río y cuenta con numerosos autores y colaboradores.

El costo del libro es de \$ 100 para el público general y \$ 80 para socios y suscriptos a la revista de la entidad, más gastos de envío.

Los interesados podrán adquirirlo a través de la web [www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar), escribiendo al mail [info@fertilizar.org.ar](mailto:info@fertilizar.org.ar) o llamando al teléfono 011-4382-2413.



# Néstor Darwich

---

"El talón de Aquiles del  
agrónomo es la integración  
de los conocimientos"



Entrevistamos al **Ing. Agr. Néstor Darwich**, ex profesor asociado de tecnología de suelos en la Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata. Obtuvo su Maestría y Doctorado en Fertilidad de Suelos y Producción de Cultivos en la Universidad del Estado de Iowa, en los años 1973-1977.

Por: **Paula Vázquez** / Fotos: **Fertilizar**

*Como Director del Estudio Dr.N.A.Darwich & Asociados, asesora a empresas Agrícolas e Industriales en Fertilidad de suelos y uso de Fertilizantes. También dicta cursos y talleres de actualización profesional. Anteriormente se desempeñó como Coordinador Nacional del Programa Suelos, en INTA y es autor del "Manual de Fertilidad de Suelos y Uso de Fertilizantes", editado por Fertilizar.*

**Periodista (P): ¿Cómo fueron sus comienzos?**

**Néstor Darwich (ND):** Me recibí en el año 68 y empecé a trabajar en suelos en el año 69, en el INTA Balcarce, por un convenio firmado entre la Facultad de Agronomía de Balcarce (Universidad Católica de Mar del Plata) y el INTA. En ese momento ambas instituciones funcionaban en el mismo predio, el INTA le facilitaba las instalaciones a la entidad educativa. En esa época, la universidad era privada y católica y se llamaba Stella Maris. La facultad arranca en Mar del Plata en el año 60 como Facultad de Ciencias Agrarias, dependiente de la universidad católica y en el 62 por un convenio con el INTA, quien le dona 10 hectáreas para que haga su propio edificio, se traslada a Balcarce y allí empieza a funcionar.

**P: ¿Pero sus padres vinieron acá, a Balcarce?**

**ND:** Claro, en realidad vinimos todos, mis abuelos, unas tías, mis viejos, de a poquito toda la familia se vino a Mar del Plata desde Necochea, de donde soy oriundo. Hice los últimos dos años de secundaria acá y fui a Balcarce a estudiar agronomía en el 63. Bueno, me recibí en el 69 y empecé a trabajar en suelos. En esa época teníamos un profesor muy bueno que era el Dr. Culot, que para mí fue un gran profesor, un belga que nos enseñaba algo más que suelos, en realidad nos enseñaba a pensar más en el ambiente. Era un tipo excepcional, aparte que sabía muchísimo, él había estudiado en Bélgica, cuando terminó la secundaria le dijo al padre "Quiero estudiar

agronomía", y el padre le dijo: "¿Agronomía? Bueno, pero primero tenés que estudiar matemática, física y química para saber algo y después entrar a agronomía.

Él pensó que el viejo estaba loco, "¿Cuántos años voy a estar estudiando?" y se metió en agronomía. Cuando terminó dijo "el viejo tenía razón". Entonces volvió e hizo un doctorado en física, química y matemática, y claro, él sabía muchísimo. Cuando entramos a suelos Culot nos obligaba a pasar por distintas áreas.

**P: ¿Y por qué usted se decide a especializarse en suelos?**

**ND:** En realidad, yo estaba trabajando en la biblioteca de la facultad, ya que la universidad tenía una matrícula muy cara, entonces trabajaba medio día en la biblioteca del INTA y con eso me pagaba la matrícula. Hasta tercer año me la pagaron mis padres, pero después me sentía muy grande, entonces ahí me puse a trabajar. Y un día había salido de la biblioteca y me encuentro con este profesor, y me dice "¿Qué está haciendo?", "Estoy trabajando en la biblioteca", le contesto, y me dice "¿En la biblioteca!?" y le digo "Es lo que conseguí". Él me pregunta si no quería trabajar en suelos y le dije, "Sí, me gustaría". Ahí nomás fue a hablar con el director del INTA y me consiguió un trabajo en suelos.

Así que al poco tiempo empecé a trabajar y después hice la colimba, pasé por invernáculos, laboratorio, etc. Después este profesor te hacía ir a un campo y te decía, ¿cuál es la diferencia entre relieve y los tipos de suelos? Pretendía que sin hacer un pozo, solo por el relieve, uno supiera qué había abajo. O sea que salías con muy buena formación.

Con tantos años de docencia, nunca vi en ninguna facultad que enseñaran suelos de esa forma; generalmente los chicos asocian suelos con ir al museo, como una cosa estática, y cada cosa separada, o sea que un día te enseñan materia

## FERTILIZAR

orgánica, otro día te enseñan Textura, agua o pH, y muy pocas veces a los alumnos les llega el profesor que les integra todo como funciona en la realidad, o el que les explica por qué cada propiedad puede variar y cuáles son las consecuencias sobre el crecimiento de las plantas.

Este profesor fue muy importante en mi carrera, también después fue mi consejero en mi Tesis sobre fertilización de pasturas.

**P:** ¿Cómo continuó su carrera?

**ND:** En el 71 aproximadamente, entré al INTA. La facultad y el INTA trabajaban juntos compartiendo laboratorios y oficinas, por eso se llama Unidad Integrada Balcarce. Fue una experiencia muy linda realmente, para un técnico del INTA que nunca dio clases, el hecho de poder asistir y dar clases, realmente hace una diferencia muy grande en la formación del profesional.

Yo me recibí con otros colegas con los que hicimos toda la carrera juntos, y a los cinco o seis años de recibirnos, comparábamos el que había dado clases y el que no y existía una diferencia abismal. El hecho de pararse en una clase exige un montón de cosas, porque no es sólo saber un tema, es saber cómo explicarlo, lo que te exige una formación mucho más acelerada. Esa experiencia fue muy linda y me sirvió mucho, aunque después no la dejé nunca. Durante 25 años di clases, en todas las áreas de grado, posgrado, en Balcarce, en la UBA, en la UCA, en Buenos Aires, en escuelas de posgrado de INTA. Nunca dejé la docencia, hasta que me jubilé.

Cuando entré al INTA, comencé a trabajar primero en fertilización de pasturas, luego en trigo y posteriormente en maíz. Desde entonces no dejé prácticamente nunca esa área, porque comienzo a trabajar en proyectos internacionales que el INTA tenía en esa época. Teníamos un convenio con la FAO a través de las Naciones Unidas para el desarrollo de países emergentes (UNDP) y era excelente, venía gente de todas partes del mundo, y se formaban grupos de investigación entre expertos internacionales y nuestros técnicos en distintas especialidades. El programa también nos daba la posibilidad de becas en el exterior para realizar estudios de posgrado. Fue una etapa realmente brillante para el INTA y para Argentina.

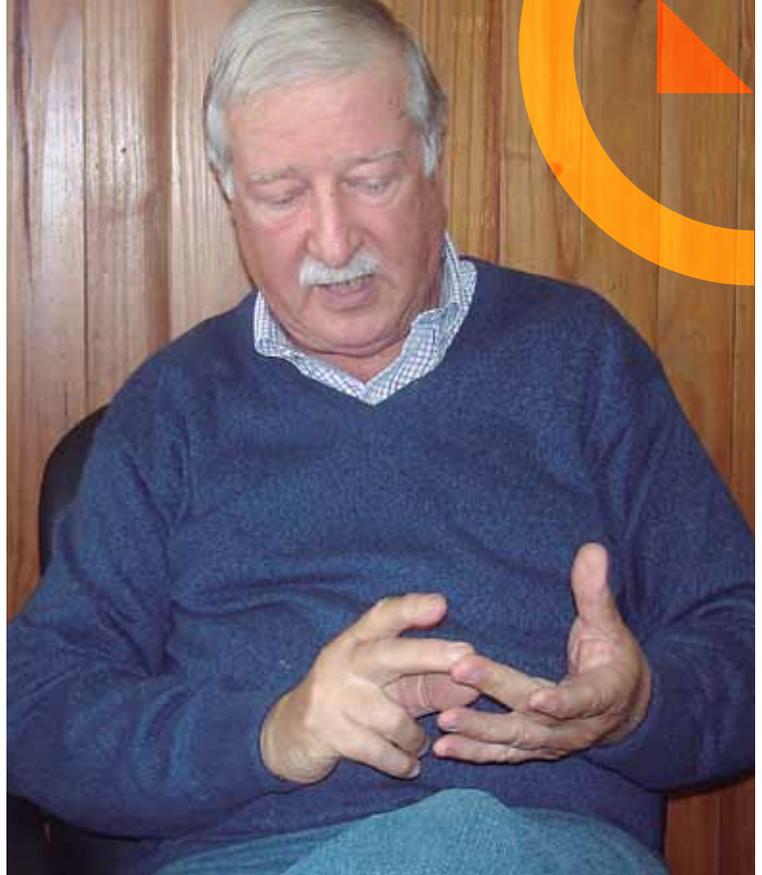
**P:** Cuéntenos sobre su Master y la experiencia en EE.UU.

**ND:** Cuando fui a hacer el Master a EE.UU. y luego a IOWA, que en ese momento era lo mejor que había en Estados Unidos en fertilidad de suelos y fertilización de cultivos, los laboratorios me parecían viejos, comparados con la tecnología que teníamos acá. Siempre cuento que del 70 al 73 teníamos 50 ensayos al año, distribuidos en 3 millones de hectáreas, en la zona del sudeste de la provincia de Buenos Aires. Éstos se controlaban cada 15 días, con mediciones de humedad en el suelo hasta el metro de profundidad, con sonda de neutrones. Tenía a mi cargo dos ingenieros agrónomos con sus ayudantes, dos camiones Mercedes Benz para llevar las sembradoras, y además llevábamos todos los insumos. Esos ensayos eran excelentes, con decirte que me llevé los resultados a EE.UU. y con eso hice mi tesis de doctorado, que fue un modelo de simulación para predecir el rendimiento del trigo y la respuesta a la fertilización.

**P:** ¿Qué sucede al volver de EE.UU., luego de obtener su Maestría y Doctorado?

**ND:** Al volver empiezo a trabajar en maíz y soja, antes lo había hecho en pasturas y trigo. Hago un relevamiento de los problemas de producción de maíz en mi área, y luego a la conclusión de que las compañías de semillas debían proveer híbridos de ciclo más corto para las condiciones del Sudeste Bonaerense. Comenzamos a traer híbridos de Holanda y Francia, que andaban bien pero no resistían enfermedades. Haciendo una alianza con los franceses logramos optimizar esos híbridos, y el sudeste de la provincia de Buenos Aires comenzó a producir maíz en cantidad. Esto sucedió a mediados de los 80 y para los 90 había una variedad de híbridos importantes. Se pasaron de 10.000 ha a 100.000 ha y siguió creciendo.

Cuando me fui del INTA, comencé a asesorar empresas privadas, como



» La evolución de la siembra directa fue muy lenta al comienzo. En el 90, 91, 92, 93 había pocas ha., no llegábamos ni a las 500 mil; en el 94- 95, llegamos a casi 2 millones de ha; en el 96-97, casi a 4 millones, pero en el sudeste el crecimiento fue mucho más lento que en el norte y centro del país, debido a las bajas temperaturas. El auge de la soja vino de la mano de la siembra directa y de la resistencia al glifosato.

La soja, en Argentina, arranca en Casilda, allá por comienzos de los 70, pero en el 76 se generaliza a todo el sur de Santa Fe. Agricultores Federados Argentino fueron los primeros en traer variedades de soja de ciclo largo.

SPS y Dekalb. También a partir del año 1994, fui responsable de un proyecto de Cargill Fertilizantes para el desarrollo de los primeros ferticentros para la región pampeana. Eran centros de ventas con distribución a granel, llevándoles productos y asistencia a los productores, o sea: análisis de suelos, recomendaciones de fertilización, fechas y densidades de siembra, etc...

Junto al Dr. Fernando Andrade y luego a la Dra. María Otegui, de la UBA, les enseñábamos a las empresas semilleras a mejorar la eficiencia del uso del agua y del nitrógeno, eso marcó una gran diferencia para las empresas que aplicaban los conocimientos.

**P:** ¿Por dónde pasaba la problemática de la fertilidad en los años 70?

**ND:** En la década del 70 en la Argentina era muy bajo el consumo de fertilizantes, no llegábamos ni a 5 kilos de fertilizantes por hectárea cultivada. En esta zona lo deficitario era el fósforo. Los agricultores del partido de Tres Arroyos, en la década del 60 fueron los primeros en aplicar fósforo y nitrógeno al trigo, cuando ni acá ni en Pergamino ni en ninguna zona productora se hablaba de fósforo o nitrógeno. La cooperativa Alfa de Tres Arroyos fue la primera en importar urea a comienzos de los años 60. Quizá la presencia de muchos productores de origen holandés o dinamarqués en ese partido marcó la diferencia en este aspecto.

A fines de los 60 todos los investigadores en fertilidad de suelos y fertilización de cultivos tenían su ensayo factorial NP, pero no se lograban hacer buenas interpretaciones sobre la variabilidad de las respuestas. Se intentaba la puesta a punto de algunos métodos de laboratorio para diagnosticar deficiencias de N y P. El INTA Marcos Juárez había puesto a punto un método para diagnosticar contenido de nitratos en el sue-

lo, pero había que calibrar los resultados para realizar las recomendaciones de fertilización. Luego comenzó la etapa de formar a otras estaciones experimentales en todos los métodos de laboratorio. Se hizo bastante docencia desde Balcarce, durante muchos años, sobre todo en el tema fósforo. Hoy el SAMBLA y gente del CONICET trabaja con la Universidad de Buenos Aires y con la Secretaría de Agricultura para que el SENASA tenga algún control sobre los métodos de rutina que emplean los laboratorios.

**P:** La implementación de la práctica de fertilización más masiva, ¿cuándo comienza?

**ND:** Unos cuantos años después, en el 89, cuando estaba Alfonsín, se firmó un convenio con Italia. Los italianos querían conocer Tres Arroyos, porque en las estadísticas que ellos sacaron por partido, ése era el partido que más fertilizante consumía. Ése fue un proyecto muy interesante, los tanos veían que estábamos muy atrasados en la forma de comercializar los fertilizantes. Ellos eran partidarios de comercializar a granel y no en bolsa, y veían un cuello de botella en las TERMINALES PORTUARIAS.

**P:** ¿Qué sucedió con el tema de la soja?

**ND:** Con respecto a la soja, trajimos variedades precoces de EE.UU. y les enseñamos a los productores de nuestra zona a multiplicarla y empezamos a hacer lotecitos de producción, hicimos desarrollo en un lugar que se llama San Mayol. Esta zona tenía déficits hídricos en verano por poseer suelos con tosca a escasa profundidad, por eso el girasol no rendía bien, pero la soja se adaptaba mejor. Logramos mejorar la rentabilidad con respecto al girasol. Luego la llevamos a Pringles, a Balcarce y demás lugares del sudeste bonaerense.

El alto rendimiento no se podía lograr porque faltaban herbicidas, por eso la llegada de la RR marcó un antes y un después. En el 88 había 3 millones de ha de soja. Después de los 90 viene el auge de las RR, por eso en el 98 se logran 8,5 millones de ha de soja y en el 2010 superamos los 18,8 millones de has.

**P:** ¿Cómo ve la enseñanza a los futuros agrónomos?

**ND:** Lo primero es un tema de educación, es decir, nuestros agrónomos fueron formados tipo enciclopedistas y muchas veces eso que ven en los libros, no lo ven en el campo. Mientras yo fui profesor en algunas universidades privadas, los estudiantes me decían que era como un cable a tierra para ellos, porque era uno de los pocos profesores que los llevaba al campo y los hacía razonar. Hoy esto está cambiando.

El caso de la Facultad de Balcarce es un caso excepcional porque la

facultad estaba en el campo del INTA y ahí y uno tenía la posibilidad de ir todos los días al campo.

Creo que hay una falla en la implementación de los planteos académicos, porque al alumno no se le integran los conceptos, la propuesta para el productor que debe solucionar un problema; debe ser integral.

**P:** ¿Cómo nace Fertilizar?

**ND:** Fertilizar surge en el año 1993 cuando comenzamos con la idea, junto al Ingeniero Ricardo Melgar y a representantes de todas las compañías privadas que vendían e importaban fertilizantes. La única que producía en el país en ese momento era PASA. Cargill, Nidera y otras eran importadoras. Basándonos en lo que hacía el INPOFOS de EE.UU., pensé que sería bueno armar algo así en Argentina. Es decir, lograr que todas las compañías vinculadas al sector crearan un fondo para educación y experimentación en el uso de fertilizantes, bajo la supervisión del INTA. En esa época yo coordinaba todos los planes del INTA en suelos del país.

En marzo de 1994 se firma un convenio para la creación de Fertilizar (Joint Venture entre el INTA y las Compañías del sector). En junio yo me voy del INTA y le dejo la coordinación del Proyecto Fertilizar a Ricardo Melgar, que en ese momento estaba en Corrientes. Ricardo se traslada a Pergamino y asume la coordinación del proyecto y empieza a funcionar. Así, en el 94 se crea Fertilizar, que nace como uno de los primeros convenios de vinculación tecnológica del INTA con empresas privadas.

**P:** ¿Cuál es su visión sobre la situación actual de la fertilización?

**ND:** Todo ha evolucionado, la genética, las maquinarias, los fertilizantes, los conocimientos sobre las formas de hacer las labores. Y en términos de nutrientes pasamos de consumir 15 kg de fertilizante/ha cultivada en 1991 a más de 100kg/ha en 2010. No obstante el balance extracción/reposición continua siendo negativo. La tecnología ayuda a conseguir mucha información, pero lo que siempre cuesta, no solo aquí, sino como cuenta pendiente que tenemos los agrónomos, es cómo integrar todas las mediciones y datos que uno puede recopilar. En agronomía las cosas no se pueden hacer por parte, las cosas deben hacerse de manera armónica y conjunta. Avanzó mucho la medición pero no lo hizo a la misma escala la integración de esas mediciones.

Hay una frase muy linda de un inglés que dice “Estamos navegando en un mar de información, y así y todo, estamos sedientos de conocimientos”.

En Argentina recién ahora se están entendiendo dos cosas que son fundamentales: una es que hay que dejar de ser individualistas –como lo fuimos durante muchos años-. Esto está cambiando; sobre todo la gente joven que busca integrarse e interrelacionarse. Por otro lado, ha mejorado mucho la parte masiva de cómo un productor puede tener acceso a la información. Los campos demostrativos, nacidos allá por los 90, surgen justamente como respuesta a este tema.

**P:** ¿Tiene alguna anécdota que recuerde de su carrera?

**ND:** Una vez estando en EE.UU. me llama una señorita por teléfono y me dice que es de la NASA y que querían contratar mis servicios... yo pensaba que era un chiste, un cuento, entonces decido llevarle la corriente. Después de 20 minutos de conversación, ya empiezo a dudar si realmente era cierto el llamado, entonces en un inglés no muy bueno (hacia poco que estaba viviendo allí) le pregunto: ¿Cómo me localizó ud. en EE.UU.? Y ella me contesta: a ud. nos lo recomendó el Dr. Darrell Finup. Cuando escucho eso, ¡me doy cuenta de que no era chiste! Ese doctor había sido el director de la Fundación Ford en Argentina y yo había trabajado con él en un proyecto. En conclusión: la NASA estaba armando el proyecto LACIE, que aún hoy existe, donde contaban con un satélite para estimar el rendimiento y las hectáreas mundiales sembradas de trigo, y así poder calcular la producción mundial. Había un representante por cada país productor de trigo, y cada uno se encargaba de su especialidad. Yo representaba a la Argentina, tuve que dar una conferencia en inglés ante trescientos.





# EL BORO EN ALFALFA

Leguminosas forrajeras como la alfalfa tienen requerimientos de boro relativamente altos. En los últimos 20 años, la producción de alfalfa en la región pampeana aumentó por lo menos un 40%, y en consecuencia la tasa de extracción aumentó en proporción, así como la exportación en el forraje del boro de los suelos. Las necesidades y la exportación de boro por un cultivo de alfalfa son de unos 0.45 kg B/t y 0.35 kg de B/ha respectivamente para rendimientos de 15 t/ha.

La alfalfa es uno de los cultivos más sensibles a la deficiencia de boro. Mientras que en las pasturas de gramíneas el requerimiento de boro es menor, los de otras leguminosas forrajeras se sitúan en un punto intermedio. Aún en los mismos sitios es raro ver deficiencias en maíz o en soja ya que esos cultivos tienen bajos requerimientos de boro en comparación con la alfalfa. A medida que las mejoras del manejo mejoran los rendimientos de la alfalfa, la velocidad de extracción de boro del suelo aumenta, y la posibilidad de caer en la zona de deficiencia también.

La deficiencia de boro en la alfalfa es más común en suelos arenosos con bajo contenido de materia orgánica. En el relevamiento de micronutrientes realizado por el INTA, el porcentaje de MO fue la variable del suelo que más correlacionó con el contenido de B seguido por el pH, y en ambos casos la disponibilidad de boro aumentó con el incremento de estas dos variables. Muchas veces la deficiencia de boro aparece durante condiciones de sequía, debido a que la falta de agua reduce la capacidad de la materia orgánica para liberar boro. Por otra parte, la menor tasa de transpiración —una respuesta de la planta ante condiciones de stress hídrico— disminuye la absorción, dado que el nutriente se absorbe principalmente por el mecanismo de flujo masal con el agua de transpiración.

En el campo, las áreas deficientes de boro aparecen en manchones con un color bronceado del follaje y con plantas de un aspecto achaparrado, donde los entrenudos en los tallos se muestran acortados. Los síntomas de deficiencia de boro pueden confundirse fácilmente con decoloración de las hojas causada por otros factores.

En la identificación de la deficiencia de boro, hay que tener en cuenta que la decoloración de la hoja se produce solo en la parte superior de las hojas de la planta y la superficie entera de estas hojas se decoloran,

o se vuelven rojo amarillentas o rojizas. Las hojas inferiores continúan siendo verdes. Esto es debido a que el boro, una vez integrado en la estructura de las hojas en la parte inferior no puede moverse a resolver una escasez del nutriente para el desarrollo de nuevas hojas. Es decir, el boro no se transloca dentro de la planta de alfalfa ya que es un nutriente inmóvil y como resultado de la deficiencia, los síntomas: hojas con tonos amarillo-rojizos aparecen en la parte superior como parte del crecimiento nuevo (Figura 2) mientras que las hojas más viejas permanecen verdes.

Síntomas similares pueden ser producidos por el daño de insectos, produciendo con frecuencia diagnósticos errados que se confunden con la deficiencia de boro. Una forma sencilla de separar los dos problemas es buscar las flores. Si el problema es causado por insectos, la alfalfa florece, mientras es poco probable que haya floración si hay deficiencia de boro. La floración es reducida grandemente y las flores caen sin formar semillas en situaciones limitantes. Además, la deficiencia de boro impacta negativamente en el desarrollo celular de las plantas de alfalfa, resultando en entrenudos más cortos y agrupamiento de las hojas superiores. Se forman numerosas ramas cortas en la parte superior de la planta. Si la deficiencia es severa, los puntos de crecimiento mueren.

### MEJORANDO EL DIAGNÓSTICO

Es un poco raro ver síntomas de deficiencia de boro en la fase de implantación o al inicio de la temporada de crecimiento; por lo general aparecen en los segundos o terceros cortes, y especialmente durante períodos de sequía. La falta de agua en el suelo dificulta la liberación del boro de la materia orgánica del suelo y la absorción por el cultivo, como resultado de una difusión disminuida en el suelo más seco, y más en particular en los suelos arenosos que tienen menor capacidad de retención de agua.

Somos la única plataforma de comunicación integral que difunde las producciones agropecuarias del norte argentino

SOMOS

- \* Revista Amanecer Rural.
- \* Revista Amanecer Fruti Hortícola.
- \* El Campo Hoy Diario Digital.
- \* WWW.amanecerrural.com El Portal Agropecuario del Norte.
- \* Amanecer Capacitando: Seminarios y Jornadas.
- \* Campo Demostrativo: Donde las empresas del sector pueden mostrar sus paquetes tecnológicos disponibles para el Norte.

Somos un equipo al servicio del productor agropecuario del NORTE ARGENTINO



Haciendo Extensión Agropecuaria



Si se sospecha que hay deficiencia de boro en un lote con alfalfa, se puede investigar el problema de varias maneras posibles. En primer lugar, recordar que la deficiencia de boro puede ser inducida por condiciones secas; si esta situación se interrumpe por una lluvia eventual oportuna, la deficiencia probablemente desaparecerá. A pesar de esto, los síntomas de deficiencia pueden indicar que los niveles de boro en el suelo son marginales para el cultivo. La mayoría de los análisis de suelo de micronutrientes no son muy confiables, pero en el caso del boro existe una mayor certidumbre en el análisis de suelo (colorimetría) como para recomendarlo en pasturas de alfalfa. En los campos con praderas puras

Las respuestas a la aplicación de boro varían dependiendo de la época considerada, la cobertura y población de plantas en el stand, los niveles de humedad del suelo y el suministro de otros nutrientes. Los aumentos esperados de producción como respuestas de forraje adicional pueden ser de 0.8 a 1.2 t/ha obtenidos por la aplicación de en pasturas de alfalfa deficientes

Las aplicaciones de boro también pueden mejorar la calidad del forraje cosechado. En cortes de alfalfares deficientes, las hojas se secan mucho más rápido que los tallos y con frecuencia se pierden al rastrillar o enfiardarse. Esta pérdida de hojas hace que los niveles de proteína en el forraje disminuyan significativamente. Las plantas debilitadas por la escasez de boro tienen menos resistencia al frío, y las hojas más pequeñas y finas reduciendo aún más la calidad y rendimiento de forraje en años subsiguientes.

Las correcciones para pasturas en uso, sea para corte o pastoreo, pueden ser foliares o al suelo, con fertilizantes sólidos o líquidos. La cantidad de boro necesaria para corregir una deficiencia en alfalfa variará, dependiendo de la textura del suelo y el nivel de boro en el suelo. Los suelos arenosos requieren menos boro que los limosos o arcillosos a la misma cantidad de Boro. Sin embargo, los suelos arenosos tienen menores niveles de boro que los suelos más arcillosos. La deficiencia de boro puede generalmente ser corregida con una aplicación anual de 1 a 2 kg/ha de boro. Suelos altamente deficientes pueden requerir 3 kg/ha

**Tabla 1.**

Cantidad de un producto de boro para agregarse a 1 t de fertilizante para dar una dosis de 1 kg/ha de boro en distintas dosis de aplicación de fertilizante.

Contenido de B en el producto en %		
Dosis kg/ha	14.3	10.0
100	75	100
150	45	67
200	36	50

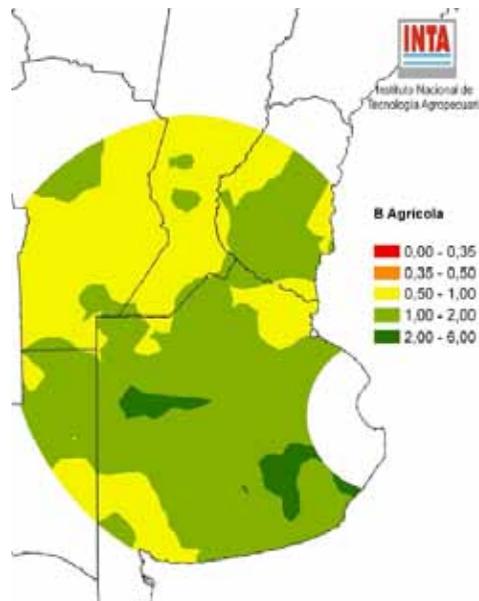
o mixtas de alfalfa que inducen sospechas de deficiencia de boro, se recomienda tomar muestras de suelo para análisis. Un resultado menor a 1 ppm indica necesidad de aplicar boro. El mapa de la figura 1 muestra los resultados de un relevamiento realizado por el INTA en el 2013 mostrando extensas áreas con suelos menores a este valor.

Otra alternativa para determinar si el boro es un problema es extraer muestras de los 15 cm superiores de las plantas al comienzo de la floración. Si la concentración de boro en el tejido es inferior a 25 ppm, una aplicación de boro probablemente ayudará a superar la deficiencia. Dado que las deficiencias típicamente aparecen en parches o manchones en el campo, se debería tomar muestras tanto de los manchones afectados como de las áreas no afectadas y analizarlas por separado (Figura 3). Por último, examinar las raíces de las plantas para determinar si hay otros problemas que puedan ser la causa del síntoma de deficiencia. A veces una deficiencia observada en la canopia tiene poco que ver con la cantidad de nutriente suministrado por el suelo, pero mucho que ver con la condición de las raíces. Si hay limitantes del suelo u otros factores que están reduciendo el crecimiento de raíces, esto puede afectar la capacidad de la planta para aprovechar los nutrientes y el agua.

**CORRIGIENDO LAS DEFICIENCIAS**

Las respuestas a la aplicación de boro varían, según el tipo de suelo, temperatura, humedad y balance de otros nutrientes en el suelo. Varios ensayos en pasturas de alfalfa en el oeste de la provincia de Buenos Aires y en el centro de Santa Fe, entre otros, mostraron respuestas de rendimiento a la aplicación de boro, aumentando la nodulación en las raíces (C. Amador, comunicación personal).

Si el diagnóstico revela claramente que se sospecha de una deficiencia, se recomienda tomar las medidas correctoras necesarias, específicamente una aplicación de boro. Si los análisis de suelo no indican concentraciones marginales, es decir: mayores a 1 ppm, y el lote en general no muestra síntomas visuales de deficiencia, se debería restringir la aplicación solamente a la zona afectada, en lugar de tratar todo el lote. Muchas veces, los síntomas de deficiencia no aparecen en todo el lote, pero éste tiene valores inferiores al crítico, una típica situación de “hambre oculta”, y en este caso, la recomendación es aplicar en el lote completo.



**Figura 1.**

Mapa de valores de Boro disponible en la región pampeana (Sainz Rosas, 2013).

al año. Es posible también con aplicaciones foliares de B soluble, como ácido bórico o boratos solubles junto con la aplicación de glifosato para desecación antes de la implantación de la pastura.

En suelos arenosos, para la producción de alfalfa se sugieren aplicaciones anuales de 1 a 2 kg B / Ha. Para suelos de textura fina que tienen deficiencia de boro, una aplicación anual de 3 a 4 kg B / ha al año desde su establecimiento suele ser suficiente para corregir el problema durante unos años. La única precaución es que si se siembra con avena u otro acompañante de la alfalfa, la aplicación de boro debería retrasarse hasta después del primer año para evitar problemas de toxicidad para la gramínea. Del mismo modo, se debería evitar la toxicidad de boro para el maíz subsiguiente si se pretende sembrarlo luego de la alfalfa. Finalmente, si se prefiere un tratamiento foliar, una dosis de 0,1 a 0,3 kg B / ha es normalmente suficiente para corregir el problema.

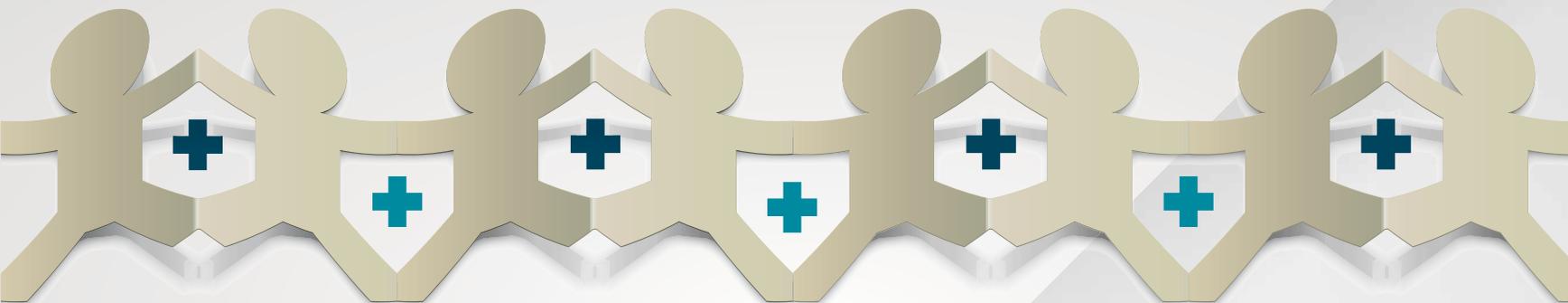


**Figura 2.**

Un trifolio de alfalfa con síntomas de una posible deficiencia de boro. Foto de Angie Peltier, Universidad de Illinois.

**Figura 3.**

Un manchón empobrecido en medio de una pastura de alfalfa, mostrando lo que parece ser una deficiencia de boro. Foto de Angie Peltier, Universidad de Illinois.



## 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](mailto:info@horizonte digital.com)

# COMPOSICIÓN Y ESTABILIDAD DE PASTURAS MIXTAS FERTILIZADAS CON FÓSFORO

22



Cuando se fertilizan con fosfatos los campos naturales o pasturas degradadas que crecen en suelos deficientes en P, es habitual ver cambios en la composición botánica, los cuales aparecen y se desarrollan durante un par de temporadas de crecimiento.



La pastura pasa con frecuencia de ser relativamente diversa a nivel botánico, y de lento crecimiento, a una pastura menos diversa pero más productiva. La naturaleza de los cambios varía entre sistemas de pastizales, ambientes y sobre todo si hubo intervenciones anteriores como la interseembra de otras especies forrajeras. Sin embargo, es común ver un aumento en la producción de especies anuales y perennes (incluyendo leguminosas que realizan fijación biológica de N en el sistema) y una disminución de las menos productivas, menos competitivas, y especies menores o relegadas. Sin duda también mejora

el valor alimenticio de la pastura para el ganado. Estos cambios en la composición botánica son el resultado no solo de los cambios del estado y niveles del fósforo y del N del suelo, sino también por la presión de pastoreo ejercida por el ganado (Fig. 1).

Muchas veces las pasturas fertilizadas para conseguir un aumento y eventualmente la máxima productividad y receptividad ganadera o capacidad de carga, también alcanzan los límites de la sostenibilidad botánica, un enfoque todavía relativamente mal comprendido. La resiliencia, o resistencia adaptativa, de los sistemas de pastoreo intensivo

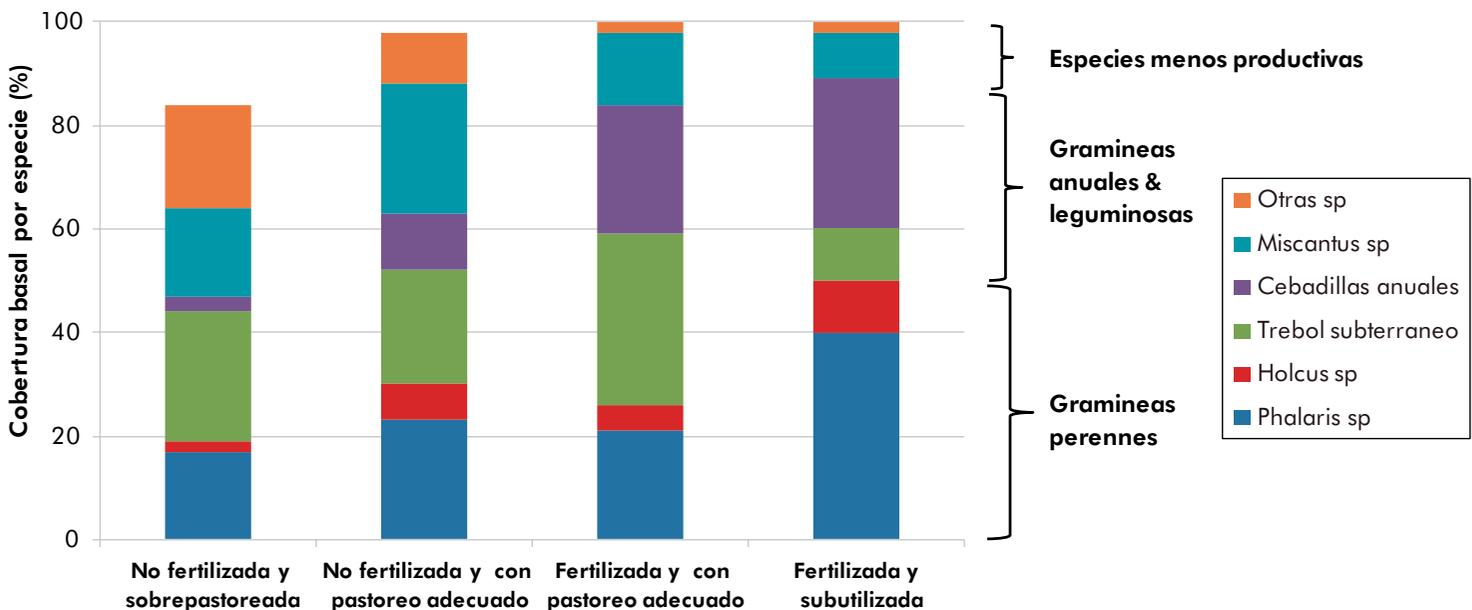


Fig. 1

Cambios en la cobertura basal (cobertura efectiva sobre el suelo; promedio 1999-2001) de especies en un pastura inicialmente degradada de phalaris y trébol subterráneo en un suelo deficiente en P (4 ppm Olsen) después de aplicaciones anuales de fertilizantes fosfatados y cambios en la carga de pastoreo ovino. (Adaptado de Hill et al., 2004). Nota: *Holcus lanatus* (pasto terciopelo velvet grass Yorkshire fog grass). *Miscantus sinensis*, (pasto plateado chino, silver grass).



“  
**LA SUBUTILIZACIÓN  
 POR BAJA CARGA  
 ES COSTOSA, PUEDE  
 TAMBIÉN CAUSAR  
 PROBLEMAS EN LA  
 COMPOSICIÓN DE LA  
 PASTURA”**

depende de las especies que están presentes, ante las limitantes propias del ambiente y del suelo. Los problemas subyacentes habituales, como ser la acidez, salinidad y baja capacidad de retención hídrica del suelo impactaran en la sobrevivencia de las especies deseables, más valiosas. También es probable que sean influidas por la fisiografía del potrero (bajos, lomas, encharcamientos temporarios localizados) y por el manejo del pastoreo.

24

En algunos casos, la pérdida de especies claves puede poner en peligro la capacidad del sistema pastoril para mantener una capacidad de carga o soportar sequías u otros estreses. El costo de la renovación de la pastura es muy alto y el tiempo de re-pago es tan largo que una pérdida significativa de la calidad y composición de la pastura es en general inaceptable. La pérdida de especies clave, como gramíneas perennes de raíces profundas, también tiene considerables costos potenciales para la sostenibilidad del sistema de pastoreo, ya que contribuyen significativamente al alto rendimiento de la pastura, a la estabilidad de la base alimentaria, al balance hídrico (aumenta la captación y uso del agua pluvial), así como reduce la lixiviación de nutrientes y consecuentemente la acidificación del suelo.

Las aplicaciones de P elevaron los niveles de P del suelo desde 4 hasta 12 ppm Olsen. Los sistemas de ‘No fertilizado y sobrepastoreo’ y ‘Fertilizado y con pastoreo adecuado’ fueron pastoreados continuamente por 18 capones Merino por hectárea, mientras que los sistemas ‘No fertilizado y pastoreo adecuado’ y ‘Fertilizado y subutilizada’ fueron pastoreados por 9 capones por hectárea.

El aumento de las áreas con suelo desnudo se asoció con la baja fertilidad del suelo y el sobrepastoreo; en cambio, la disminución de la presencia de especies menos productivas y el aumento de las especies más productivas se asoció con la mayor fertilidad de P del suelo. Por otra parte, los cambios en la cobertura de gramíneas perennes se asociaron principalmente con la presión de pastoreo (es decir, la combinación de la fertilidad del suelo y la carga).

**MANEJO DEL PASTOREO: PROTEGER CONTRA LA DEGRADACIÓN DE LA BASE DE RECURSOS FORRAJERO**

El pastoreo rotativo, en contraposición al pastoreo continuo, puede mejorar la persistencia de la pastura. En particular, la cobertura de las especies perennes se beneficia con el pastoreo rotativo. Una clausura temporaria estratégica, por ejemplo un mes después del comienzo de las lluvias, puede ser beneficiosa, así también como aliviar la carga du-

rante un periodo de estrés. Pero también, sin embargo, las estrategias de descanso podrían implicar una mayor presión de pastoreo en otros potreros, o que haga lugar a una necesaria suplementación, o que se deba vender para alivianar el campo. Y todos implican un costo. La subutilización por baja carga es costosa, puede también causar problemas en la composición de la pastura, ya que el ganado elige y deja venir las especies de menor valor forrajero. La mayor presión viene de números comunes que superen el pasto de sobrecarga independientemente del método de pastoreo.

Siempre debe considerarse el tipo de pastura y si vale la pena aumentar la fertilidad por fertilización: con frecuencia los campos naturales se ubican en lugares o ambientes de muy difícil resiembra, y el rejuvenecimiento puede ser relativamente muy caro y de difícil éxito, por eso es más crítico asegurar la persistencia de pasturas. En algunos casos por ejemplo, puede ser preferible mantener un nivel de P por debajo del crítico para disminuir el riesgo de prevalencia de especies anuales y que éstas se hagan dominantes por sobre las perennes; es decir, un estrategia de manejo del riesgo.

**PERÍODOS DE SECA**

Cuanto mayor sea la carga más importante será tener una estrategia de manejo alternativo para administrar los potreros en periodos de sequía. Mejorar los niveles de fósforo en el suelo ayuda al mayor crecimiento del pasto cuando tenemos humedad, pero durante largos periodos de sequía la ayuda extra es menor. Es fundamental el manejo de la carga con el fin de evitar daños permanentes en la pastura.

Se debe estar atento, aliviando la carga y, consecuentemente, la presión de pastoreo si es necesario. La cobertura del suelo es la mejor guía para decidir acciones con respecto a la necesidad de descanso o aliviar la carga de los potreros. Las estrategias también pueden incluir el uso de potreros reservados, ventas de ganado o suplementario con reservas forrajeras o grano.

*Hill, J.O., Simpson, R.J., Moore, A.D., Graham, P. and Chapman, D.F. (2004) Impact of phosphorus*

*application and sheep grazing on the botanical composition of sown pasture and naturalised,*

*native grass pasture. Australian Journal of Agricultural Research 55, 1213-1225.*



# FERTILIZANTES EN ARGENTINA ANÁLISIS DEL CONSUMO

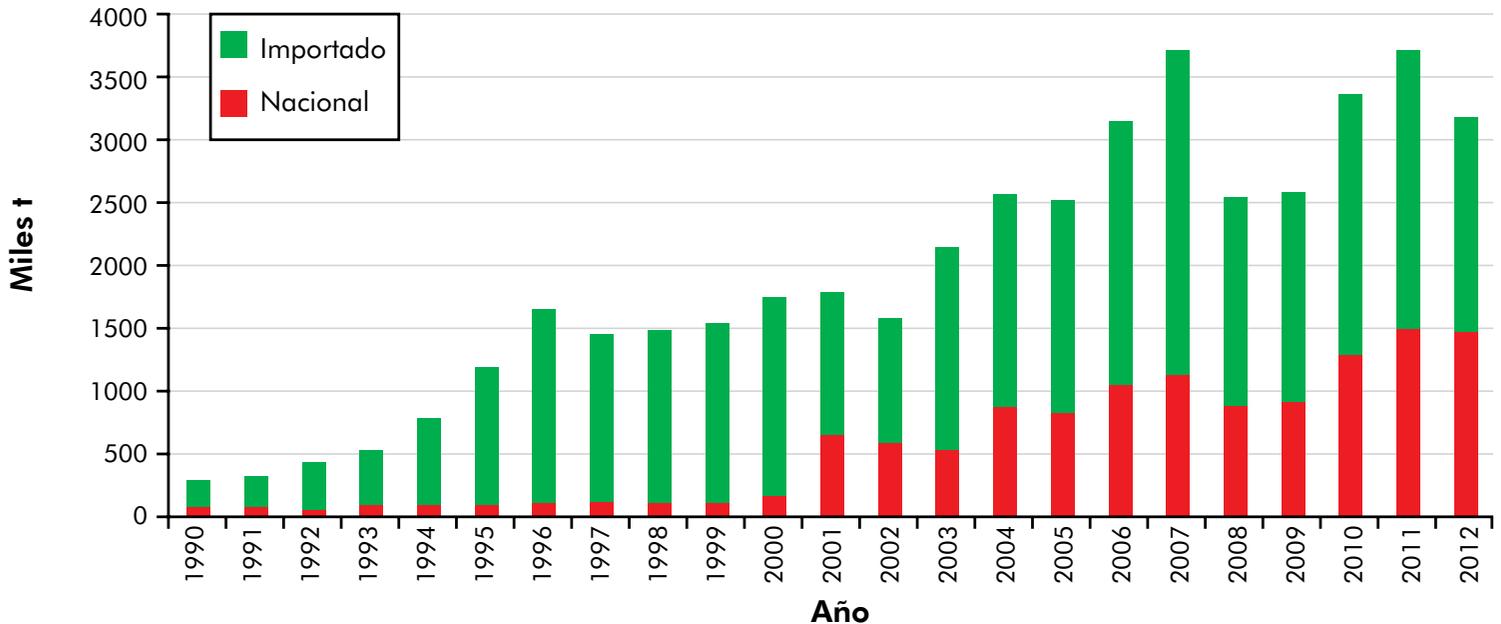
**María Fernanda González Sanjuán, Andrés A. Grasso y Jorge Bassi**

Fertilizar Asociación Civil – Argentina

*mfgonzalez@fertilizar.org.ar - www.fertilizar.org.ar*

**E**l notable aumento de la producción y el rendimiento de los cultivos a nivel mundial ocurrido en los últimos 60 años pueden ser atribuidos a numerosos factores, tales como el mejoramiento genético, el manejo de plagas y enfermedades, la conservación de los suelos y las prácticas culturales. En este sentido, la aplicación de fertilizantes contribuyó significativamente, por lo que su consumo a nivel mundial creció notablemente en las últimas décadas (Campos et al., 2012).

**Figura 1.** Evolución histórica del consumo de fertilizantes en Argentina. Fuente: CIAFA-Fertilizar Asociación Civil.



### EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE FERTILIZANTES EN ARGENTINA

Retrasada temporalmente, la Argentina tuvo una evolución similar a las tendencias mundiales. Durante los últimos 20 años, el consumo de fertilizantes en la Argentina se incrementó más de 10 veces, de 300 mil toneladas en 1990 hasta 3.7 millones en el año 2011, que fue el máximo registro de consumo. La tendencia de crecimiento siempre fue positiva hasta el año 2008 (Figura 1), cuando por razones climáticas y macroeconómicas, el volumen se estancó. Durante este período, la correlación entre producción de granos y consumo de fertilizantes es muy estrecha (Figura 2).

Este crecimiento abrió la puerta a la producción local de fertilizantes con fábricas de escala mundial, que fueron ocupando un rol creciente en la provisión del mercado argentino. En el año 1992, la participación de los fertilizantes nacionales era del 15% del consumo total mientras que en el año 2011 la participación fue del 40% sobre el total (Figura 1).

El aumento de la producción nacional de fertilizantes comienza durante el año 2001 cuando entró en producción la planta de urea de Profertil en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. El aumento en el consumo de azufre (S) promovió el desarrollo de nuevos proyectos. En 2004 se incorporó la producción de tiosulfato de amonio de Bunge (en ese momento Petrobras) en localidad de Campana, también en provincia de Buenos Aires. En 2006 se inaugura la producción de superfosfato simple de Mosaic en Puerto Gral. San Martín, provincia de Santa Fe, y en 2008 la de Bunge en Ramallo, provincia de Buenos Aires.

A pesar de las diferencias interanuales en el consumo de fertilizantes, el análisis de los consumos trimestrales verifica que la estacionalidad de las ventas de fertilizantes es constante, siendo el tercer y cuarto trimestre los que llevan el mayor consumo de nitrogenados y fosfatados (Figura 3). En el caso de los fertilizantes potásicos la demanda se concentra marcadamente en el tercer trimestre.

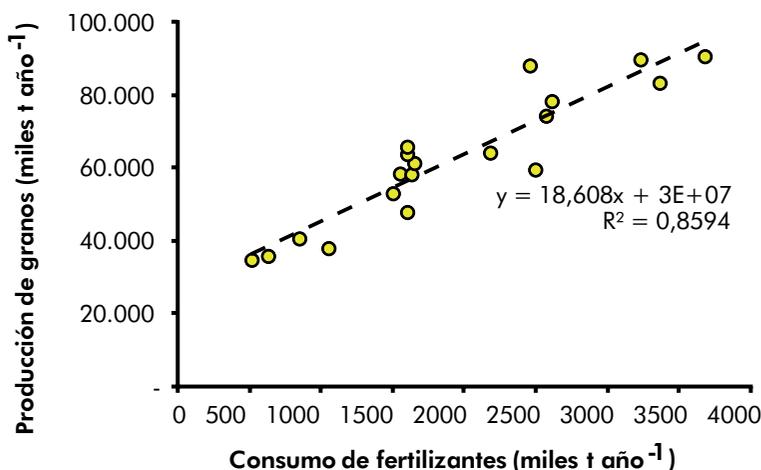
### CONSUMO DE FERTILIZANTES POR CULTIVO Y NUTRIENTE PRINCIPAL, CAMPAÑA 2011-12

En **Fertilizar** realizamos anualmente un estudio sobre el consumo de fertilizantes en la Argentina para determinar el uso por cultivo agrupando los fertilizantes por su nutriente principal. El informe está desarrollado a partir de información suministrada por las empresas que fabrican, importan y comercializan los fertilizantes en la Argentina, encuestas realizadas a los productores de la región pampeana, NOA y NEA, y datos oficiales de Ministerio de Agricultura.

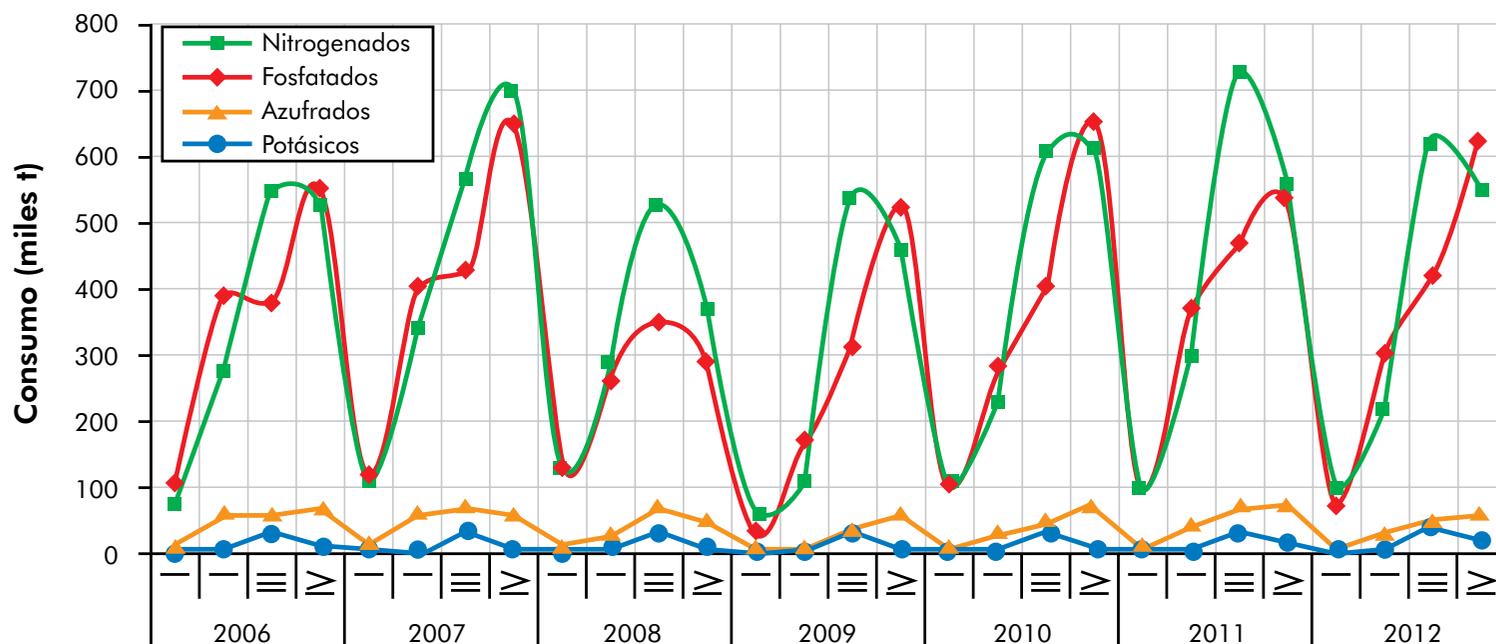
Como se observa en **Tabla 1**, se detalla el consumo en toneladas de producto comercial de los fertilizantes, agrupados por nutriente principal y para la mayoría de los cultivos que se realizan en la Argentina. Los productos nitrogenados incluyen urea granulada y perlada, UAN y nitrato de amonio calcáreo. Los fosfatados están integrados por fosfato monoamónico (MAP), fosfato diamónico (DAP), superfosfato simple (SPS), superfosfato triple (SPT) y otros fosfatados. Los azufrados son sulfato de amonio, sulfato de calcio, tiosulfato de amonio, yeso agrícola y otros azufrados. Por último, los potásicos que incluyen al cloruro, nitrato y sulfato de potasio, tiosulfato de potasio y otros potásicos.

El consumo total de fertilizantes en la Argentina para la campaña agrícola 2011-12 fue de 3 721 221 de toneladas de producto comercial (**Tabla 1**). El 91% del total del mercado se distribuye entre los fertilizantes nitrogenados con 47% y los fosfatados con el 44%. Estos nutrientes son

**Figura 2.** Relación entre consumos de fertilizantes y producción de granos (trigo, soja, maíz, y girasol) en Argentina entre 1990 y 2008. Fuente: Fertilizar Asociación Civil.



**Figura 3.** Evolución trimestral de las ventas en volumen según tipo de fertilizantes. Fuente: Fertilizar Asociación Civil.



**Tabla 1.** Composición del Consumo de Fertilizantes 2011 (en toneladas). Fuente: Fertilizar Asociación Civil.

Grupos Químicos	Trigo	Maíz	Soja	Girasol	Cebada	Sorgo	Pasturas	Otros	Total	Participación Grupo Químico
<b>Nitrogenados</b>	479 080	594 081	0	46 719	130 817	89 848	98 582	301 014	1 740 141	47%
<b>Fosforados</b>	253 177	300 606	800 558	42 679	57 703	54 557	65 592	71 580	1 646 451	44%
<b>Potásicos</b>	0	0	0	0	0	0	0	66 429	66 429	1.8%
<b>Azufrados</b>	28 049	34 664	115 995	1802	4640	3237	2047	7291	197 725	5.3%
<b>Otros<sup>1</sup></b>	9841	1861	30 827	0	6480	6750	0	14 715	70.474	1.9%
<b>Total</b>	770 147	931 212	947 380	91 200	199 640	154 392	166 221	461 029	3 721 221	
<b>Participación Cultivo</b>	21%	25%	25%	2%	5%	4%	4%	12%		

**Apertura del Grupo Otros Cultivos**

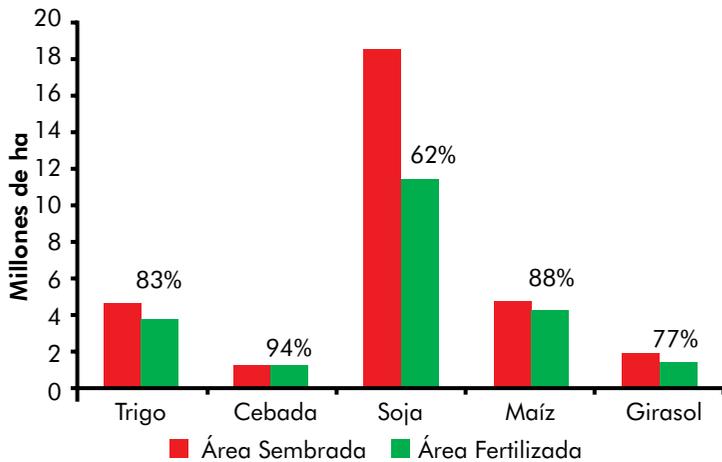
Otros Cultivos	Frutales	Cítricos	Vid + Uva	Papa	Caña	Tabaco	Arroz	Otros <sup>2</sup>
<b>Nitrogenados</b>	17 280	31 295	44 977	20 522	67 662	18 820	29 673	70 784
<b>Fosforados</b>	3710	2432	10 601	15 550	7287	8669	14 347	8984
<b>Potásicos</b>	3710	1600	2784	3262	0	22 095	8375	24 604
<b>Azufrados</b>	1100	0	608	0	0	0	768	4815
<b>Otros<sup>1</sup></b>	1000	0	0	523	0	1606	1565	10 021
<b>Total</b>	26 800	35 327	58 970	39 857	74.949	51 190	54 728	119 208
<b>Participación Cultivo</b>	1%	1%	2%	1%	2%	1%	1%	3%

<sup>1</sup> Otros Fertilizantes: Incluye Productos que por su composición química no tipifican para ninguno de los Grupos Químicos anteriores.

<sup>2</sup> Incluye cultivos hortícolas, algodón, yerba mate, olivos, forestales y ornamentales.

**Figura 4.**

▼ Área con aplicación de fertilizantes respecto del área sembrada de los principales cultivos. Campaña 2011-12. Fuente: Fertilizar Asociación Civil.



de uso histórico en nuestro país y se utilizan tanto en cultivos extensivos como en intensivos. El tercer nutriente en importancia es el S con algo más del 5% (Tabla 1), a pesar de que parte importante del aporte de S se realiza con superfosfato simple que se contabiliza entre fosfatos y que representa algo más del 10% del mercado. En la práctica, el S se aplica siempre junto al fósforo (P) o al nitrógeno (N). El potasio (K) es de uso muy restringido en la Argentina y se circunscribe a cultivos regionales y arroz. El mercado de micronutrientes en la Argentina está demandando principalmente zinc (Zn) y boro (B) aplicado en frutales, más recientemente en cultivos extensivos como maíz, girasol y soja.

Los cultivos extensivos (trigo, cebada, maíz, soja, sorgo y girasol) explican el 83% del consumo total de fertilizantes durante toda la campaña (Tabla 1). Las gramíneas son los cultivos que más fertilizante utilizan en promedio y en los que la práctica tiene mayor penetración. La Figura 4 muestra la cantidad de hectáreas que recibieron alguna dosis de fertilizante para la campaña 2011-12. En el caso de cereales, el área fertilizada es superior al 80% del área sembrada, quedando sin fertilización solamente zonas marginales. En cambio, en el caso de oleaginosas fue del 77% para el girasol y tan solo del 62% para la soja. A pesar de las bajas dosis utilizadas, la soja se ha convertido en uno de los cultivos que más fertilizante consume en nuestro país, igualando en volumen al maíz, a partir de la extensa área sembrada (Tabla 1).

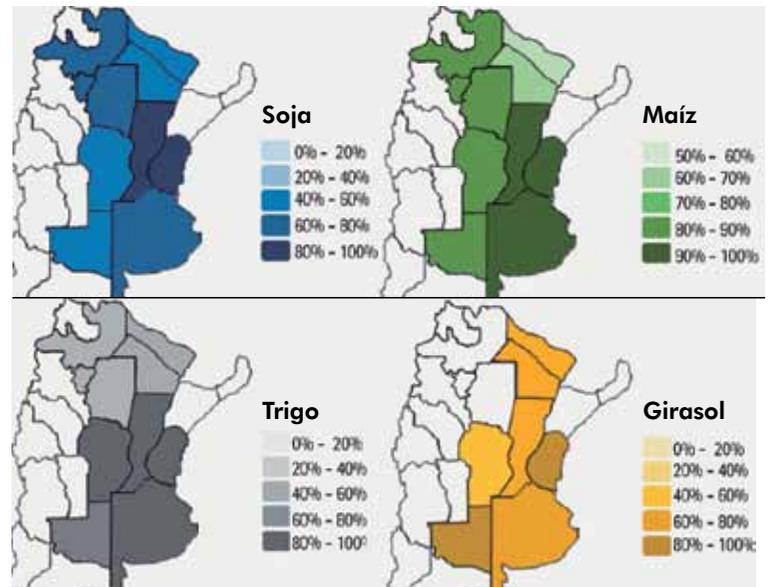
El resto de los cultivos que integran la Tabla 1 representan el 17% del consumo total del 2011, alcanzando un volumen de 627 250 toneladas y la variación respecto del informe realizado en la campaña 2006-07 es de 8%. En este grupo, las pasturas consumieron el mayor volumen de fertilizantes con 166 221 toneladas. Este valor es 13.5% superior al de la campaña 2006-07. En pasturas se incluye a los verdeos de invierno y verano, y las pasturas perennes consociadas y monofíticas.

En la Figura 5 se presentan los mismos datos de la Figura 4 desagregando la penetración de tecnologías por provincia. Así, se representa la variación espacial del uso de fertilizantes en soja, maíz, trigo y girasol.

En soja, la provincia de Santa Fe y Entre Ríos tienen alrededor del 85% de superficie sembrada fertilizada y Buenos Aires presenta el 79% de superficie sembrada fertilizada. El resto de las provincias están debajo del promedio nacional para este cultivo, 62% (Figura 5). Con respecto al maíz, Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires tiene la mayor superficie

**Figura 5.**

▼ Porcentaje de la superficie fertilizada de la superficie sembrada por provincia. Fuente: Fertilizar Asociación Civil (adaptado por Campos et al., 2012).



sembrada fertilizada superando el 95%. El Noroeste del país (NOA), La Pampa y Córdoba se acercan al 85%, mientras que solo 62% de las hectáreas sembradas en el Noreste (NEA) fueron fertilizadas.

La situación del trigo es similar a la del maíz con excepción de las provincias del NOA y del NEA en donde la superficie sembrada fertilizada es 53%. Para girasol solo se presentan altos niveles de penetración de tecnología en las provincias de Entre Ríos y La Pampa (Figura 5) (Campos et al., 2012).

### REPOSICIÓN DE NUTRIENTES EN LOS CULTIVOS EXTENSIVOS

Con el nivel de uso de fertilizantes, en la Argentina que se presenta en la Figura 1, la reposición promedio de nutrientes (porcentaje de nutrientes repuestos, por medio de los fertilizantes, de los nutrientes extraídos por la cosecha de los granos) para los principales cultivos (trigo, maíz, soja y girasol) oscila entre un 25% y 35% en promedio para los principales nutrientes (N, P, K y S). Lamentablemente, este indicador muestra el deterioro de la fertilidad química de nuestros suelos.

El balance de nutrientes tuvo una tendencia positiva hasta la campaña 2006-7, mejorando paulatinamente en N, P y S (Figura 6). Sin embargo, el sistema sigue degradando las reservas de nutrientes de los suelos. Debido a los altos niveles de K en los suelos, el aporte de este nutriente a través de fertilizantes es muy bajo. Un estudio de suelos realizado recientemente por Fertilizar e INTA (Sainz Rozas, 2012) demuestra que esta estrategia ha bajado los niveles de K extractable de manera evidente, aunque todavía se encuentran por encima de los umbrales de fertilización.

Proyectando una situación de buenas prácticas agronómicas en Argentina, para el caso del N y el S deberíamos elevar la actual reposición de 40% a un 80%. Para el caso del P, deberíamos pasar de un 50% de reposición actual a un 90% de reposición. En este nutriente, los trabajos realizados por el INTA (Sainz Rozas et al., 2008) indican que el consumo de fertilizantes debería, al menos, duplicarse para reponer la extracción que se genera con la actual actividad agrícola.

Si realizamos este mismo balance para cada cultivo vamos encontrar que son las gramíneas los cultivos que mejor reposición presentan y la

soja el más desequilibrado en este aspecto (**Figura 7**). La soja requiere principalmente aplicaciones de P, K y S. La respuesta a la fertilización con P se manifiesta en general cuando los contenidos de P extractable en los suelos es menor a 13-15 ppm. Los suelos pampeanos por su génesis estaban bien provistos de P en muchas zonas y las respuestas iniciales a la fertilización eran bajas, generando la idea de que el cultivo de soja no responde a la fertilización como el resto de los cultivos. En la actualidad, el 70% de los suelos pampeanos se encuentran por debajo de los 15 ppm de P extractable (Sainz Rozas et al., 2008). Por lo tanto, estaríamos en una situación de respuesta a la fertilización con P en soja en la mayoría de los campos pampeanos.

Lo expresado explica el “subsidio silencioso” que nuestros suelos están realizando a la producción agrícola nacional y que sin duda atenta gravemente contra la sustentabilidad del sistema.

**BIBLIOGRAFÍA**

**Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA).** <http://www.ciafa.org.ar>

**Campos, M., S. Campos Carlés, P. Garré, V. González Basteiro, F. Mayer, J. Micheloud, L. Pederiva, y N. Udaquiola.** 2012. Mercado de Fertilizantes. La Argentina y el mundo. AACREA. Buenos Aires.

**Fertilizar Asociación Civil.** 2012. Estadísticas. Disponible en: <http://www.fertilizar.org.ar/>

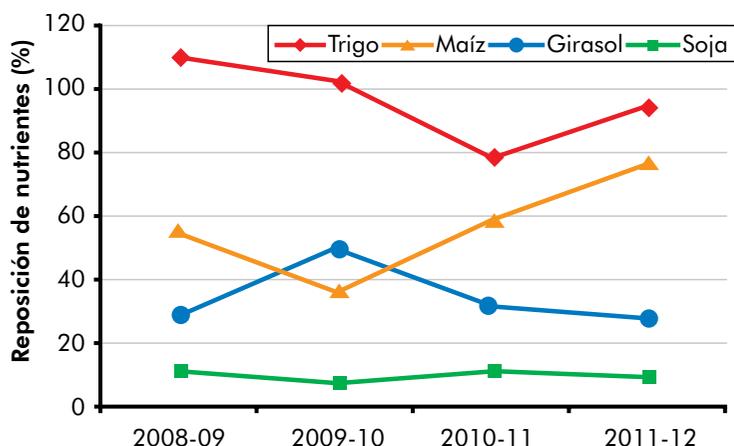
**García F.O., y M.F. González Sanjuán.** 2013. La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos? Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica 9:2-7. IPNI. Disponible en <http://www.ipni.net/>

**Sainz Rosas H.R., y H.E. Echeverría.** 2008. Relevamiento de la concentración de fósforo asimilable en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeanas. Actas CD XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. AACRS.

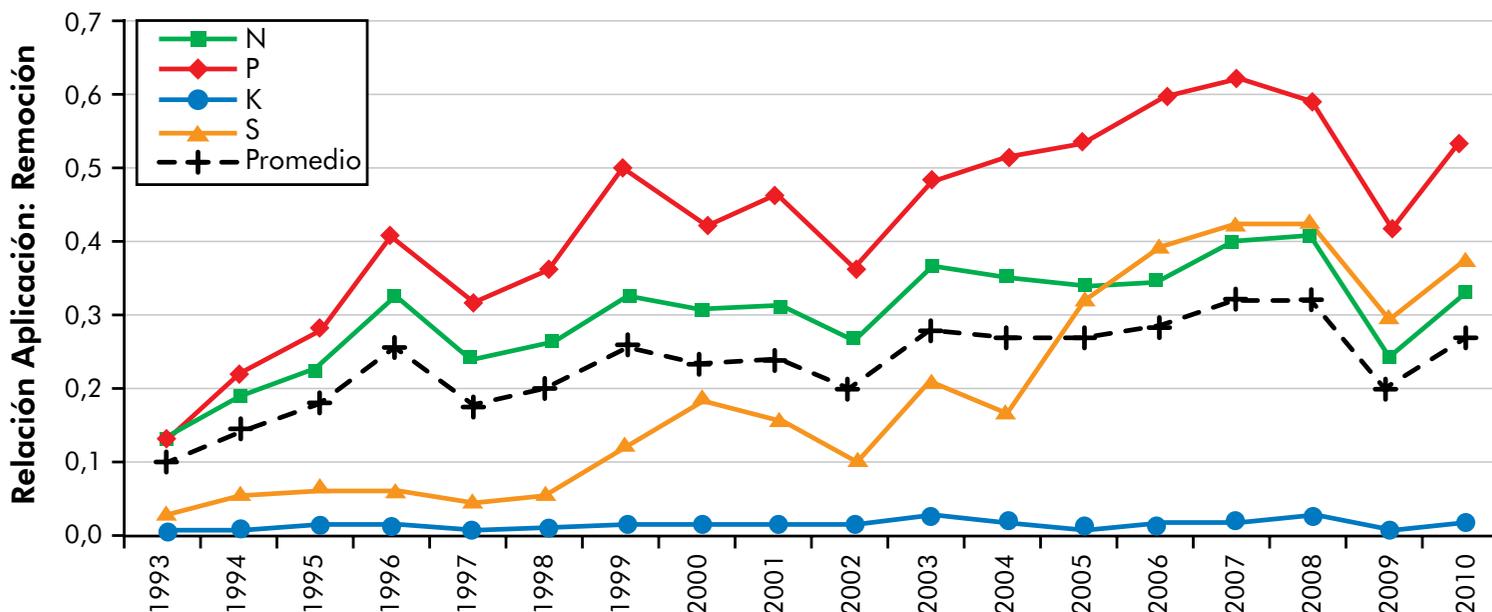
**Sainz Rosas, H.R.** 2012. Impacto de la agricultura sobre algunas propiedades edáficas en suelos de la región pampeana argentina. Presentado en Mundo Soja Maíz 2012, Buenos Aires, Julio 2012. SEMA.



**Figura 7.** Evolución de la reposición de nutrientes en los principales cultivos. Fuente: Fertilizar Asociación Civil – CIAFA.



**Figura 6.** Evolución de la reposición de los principales nutrientes. Adaptado de Garcia y González Sanjuan (2013).



# LA NUTRICIÓN CON ZINC

## *AFECTA LA RESPUESTA DE LA ALFALFA*

### AL ESTRÉS HÍDRICO Y A LA HUMEDAD EXCESIVA

▶

**“EL AGUA EN EL SUELO  
AFECTA EL CRECIMIENTO  
POR UNA DOBLE VÍA:  
LA PRODUCCIÓN DE  
MATERIA SECA Y LA  
SUPERVIVENCIA DE LAS  
PLANTAS”**

Muchas veces el efecto de un determinado nutriente, ya sea su falta en el suelo o la respuesta a su aplicación como fertilizante dentro de un programa de fertilización balanceada, no se da solo en el rendimiento físico del producto cosechable, sino, indirectamente, a través de una mejora en la calidad, o más indirectamente aún, incidiendo en la respuesta del cultivo a otros factores de crecimiento, como el agua. El agua en el suelo afecta el crecimiento por una doble vía: la producción de materia seca, directamente relacionada a su abundancia, y la supervivencia de las plantas cuando por exceso de agua la aireación en el suelo decrece por efecto del encharcamiento.

La aplicación de zinc fue evaluada en su interacción con la humedad del suelo sobre el crecimiento vegetativo inicial de alfalfa. Esta interacción entre la humedad del suelo y el suministro de Zinc fue investigada en un experimento para probar la relación entre la nutrición de Zn con el estrés hídrico o con la tolerancia a la humedad excesiva en las plantas jóvenes de alfalfa. El experimento se realizó con tres variedades de alfalfa que tenían diferente eficiencia de uso del Zinc (Zn), es decir con habilidad diferente para crecer y rendir bien en un suelo con deficiencia de Zn.

En el experimento se cultivaron plantas de alfalfa con dos niveles de Zn (bajo suministro de Zn: 0.05 ppm de Zn del suelo, y suministro adecuado de Zn: 2.0 ppm Zn disponible) y tres niveles de humedad del suelo: suelo con estrés hídrico (3 % de humedad sobre la base de peso seco del suelo); humedad adecuada (12% de humedad) y humedad excesiva (18 % de humedad del suelo) en un suelo arenoso deficiente en Zn (0.06 ppm Zn DTPA).

Al sembrarse se aplicaron los tratamientos de zinc, mientras que los

tratamientos de humedad del suelo se provocaron manejando el riego desde tres semanas después de la siembra y continuando por dos semanas más. Las plantas se cultivaron en macetas bajo condiciones de temperatura controlada (20 ° C, durante 12 h del día y 15 ° C, durante el ciclo nocturno) en un invernadero. Las plantas cultivadas con baja oferta de Zn desarrollan síntomas de deficiencia de Zn.

Las plantas que crecieron con un suministro adecuado de Zn tuvieron una mejora significativa del área foliar, una alta relación de hojas con respecto al tallo, mayor producción de biomasa de brotes y raíces, plantas con mayor succulencia y con mayor concentración de Zn en hojas. En cambio, en la situación de baja disponibilidad de Zn, las plantas de los tratamientos de stress hídrico y con excesiva humedad del suelo disminuyeron significativamente la producción de materia seca de forraje, del área foliar y de la relación brote/tallo de las plantas de alfalfa, mientras que apenas hubo impacto de los tratamientos de humedad del suelo cuando el suministro de Zn fue alto.

Los efectos perjudiciales de las situaciones de stress hídrico y de excesiva humedad del suelo en el grupo de baja aplicación de Zn fueron menos pronunciados en la variedad de alfalfa más eficiente de uso del Zn y más pronunciados en la variedad de alfalfa más ineficiente para el uso del Zn. En conclusión, los autores sugieren a que partir de estos resultados la capacidad de la alfalfa para hacer frente a un estrés hídrico y a una condición de excesiva humedad durante la etapa vegetativa temprana fue mejorada con una adecuada nutrición de Zn.

**Harsharn Singh Grewal y Rex Williams. 2000. Journal of Plant Nutrition. Vol. 23, (7): 949-962.**

**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](http://www.sembrando.com.ar)

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

# MI PRIMER ARTÍCULO

ING. AGR. JOHN SCANLAN  
jscanlanarg@gmail.com

## Meta-Análisis Estadístico de la Fertilización Foliar en maíz

### INTRODUCCIÓN

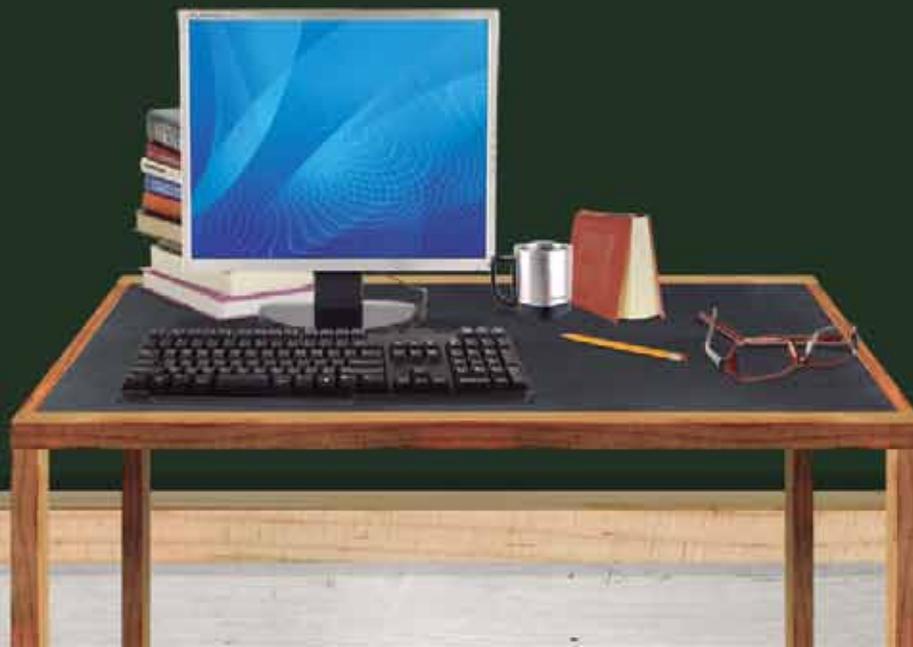
En Argentina la fertilización foliar ya cuenta con años de estudio: la deficiencia de micronutrientes en varias zonas de la pampa húmeda ha sido demostrada y ya se han comprobado situaciones en las que la productividad de los cultivos se ve incrementada. A pesar de esto su práctica no ha tenido la difusión que goza en otros países y los productores no la han adoptado con la fuerza que lo han hecho con otras técnicas. Es por ello que hace falta generar más información e integrarla para poder apreciar con más detalle el resultado productivo que esta práctica verdaderamente tiene.

Los ensayos realizados en la materia hasta el momento muestran respuestas positivas de rendimiento que en algunos casos es significativa pero en su mayoría no (de los 108 tratamientos evaluados solamente un 6,4% eran señalados en sus ensayos como tratamientos con efectos significativos sobre el testigo). Esto sugiere que la potencia estadística de los ensayos con pocas repeticiones no es suficiente para detectarla ya que se puede observar una tendencia positiva en el efecto de la fertilización foliar (Figs. N° 1 y 2). Esta situación crea la necesidad de realizar un trabajo que revise una cantidad importante de ensayos realizados sobre el tema e intente encontrar un valor medio global de respuesta de rendimiento.

El meta-análisis es un método cuantitativo para integrar ensayos en donde estudios independientes se combinan

para estimar el efecto de un tratamiento y su variabilidad, determinando si la tendencia observada es significativa o no. Se logra así mayor potencia para detectar diferencias entre tratamientos. Es una herramienta estadística ampliamente utilizada en otros campos de estudio como la medicina, pero es totalmente novedosa para las ciencias agronómicas en la Argentina e incluso en los Estados Unidos.

El objetivo de este trabajo es la evaluación cuantitativa del impacto de la fertilización foliar como técnica para incrementar los rendimientos en cultivos de maíz. Se intenta responder a las siguientes preguntas: ¿aumentan los fertilizantes foliares los rendimientos en maíz? y ¿en qué medida promedio lo hacen? No es el objetivo explicar en un modelo la variación que puede tener esta respuesta y cómo predecir la magnitud de la respuesta en casos puntuales, ya que implicaría la construcción de un modelo matemático con múltiples variables que contemple: el producto utilizado, dosis, precipitaciones en el ciclo, momento de aplicación, fertilización de base, etc. Con ese fin se elaboró un meta-análisis estadístico, el cual pretende cuantificar la respuesta en rendimiento que tiene esta técnica de fertilización mediante la integración estadística de la mayor cantidad de ensayos posibles realizados en la pampa húmeda. Se obtuvo así una tentativa de respuesta "promedio" de esta técnica para esta zona y se determinó si esta respuesta es significativa o no. Se cuantificó la variabilidad de esta respuesta y se examinaron posibles factores que puedan explicar parte de la misma.



**Tabla 1.** Efecto de la fertilización sobre híbridos y líneas endocriadas según meta-análisis.

	Híbridos	Líneas Endocriadas
<b>N (sin contabilizar testigos)</b>	69	39
<b>Testigos: Rendimiento promedio (kg/ha)</b>	9064	4188
<b>Tratamientos: Diferencia ponderada (kg/ha)</b>	518	160
<b>Tratamientos: Diferencia ponderada (%)</b>	5,7%	3,8%
<b>Error Estándar (kg)</b>	75,3	40,2
<b>P</b>	< 0,0001	< 0,0001
<b>Intervalos de Confianza de 95% (kg/ha)</b>	370 kg/ha - 665 kg/ha	81 kg/ha - 239 kg/ha

## MATERIALES Y MÉTODOS

El meta-análisis fue realizado siguiendo los procedimientos sugeridos por Cooper et. al (2009). Se realizó una búsqueda de la mayor cantidad posible de ensayos de fertilización foliar en la pampa húmeda. Se consultó a organismos independientes que puedan haber realizado ensayos en la materia (INTA y CREA); en bases de datos electrónicas (EBSCO y MINCYT); Google Academic Search y ensayos propios.

Se seleccionaron únicamente los ensayos que: (i) se hayan realizado en la región pampeana; (ii) no hayan sido conducidos por empresas que comercialicen fertilizantes; (iii) incluyan alguna medida de variabilidad interna. Se han seleccionado así 26 trabajos de investigación con 29 testigos y 108 tratamientos de fertilización foliar.

Se han seguido todos los pasos necesarios y generación de variables intermedias para validar las respuestas obtenidas. En cada uno de estos pasos hay ecuaciones involucradas que se seleccionan según los tipos de ensayos que se incluyen en el meta-análisis, las variables utilizadas, etc., existiendo también ecuaciones que validan dichas selecciones:

- Unificar un estimador para todos los ensayos.
- Utilizar una única medida de variabilidad para todos los ensayos (ya que estos los reportan de distintos modos).
- Obtener el mejor estimador de un parámetro poblacional  $\theta$  que es en este caso el efecto del tratamiento con fertilizantes foliares.
- Ponderar este estimador mediante “pesos” que otorguen mayor relevancia a los ensayos realizados con mayor exactitud.
- Hallar la varianza condicional de cada ensayo acorde a la medida elegida para realizar el meta-análisis.
- Definir si el meta-análisis debe seguir un modelo de efectos fijos o uno de efectos aleatorios (punto clave del meta-análisis).
- Analizar la homogeneidad de los datos, mediante la utilización de distintos índices.
- Analizar la normalidad de los datos.
- Cuantificar la varianza del resultado global, reflejando la varianza dentro de los ensayos y entre los mismos. Esto también requiere del cálculo de valores y estimadores intermedios. El meta-análisis arroja conclusiones conservadoras mediante la inclusión de toda esta variabilidad, determinando de este modo con seguridad si la

respuesta a los tratamientos existe o no, y qué magnitud promedio presenta.

- Terminar de corroborar la significancia de la respuesta hallada calculando intervalos de confianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó estadísticamente que existe heterogeneidad (media a alta) entre los ensayos incluidos en el estudio, es decir, que los tratamientos tienen efectos distintos sobre el cultivo. El ideal sería en este punto intentar explicar la variabilidad existente entre los ensayos. Esto implica la construcción de un modelo matemático con múltiples variables que contemple: el producto utilizado, dosis, precipitaciones en el ciclo, momento de aplicación, fertilización de base, etc.; que queda propuesta como línea de investigación a seguir en este tema. Este trabajo intenta simplemente contestar si los fertilizantes foliares aumentan o no los rendimientos, en qué medida promedio lo hacen, y no predecir la magnitud de la respuesta en casos puntuales. Igualmente se explorarán algunas de estas posibles fuentes de variabilidad.

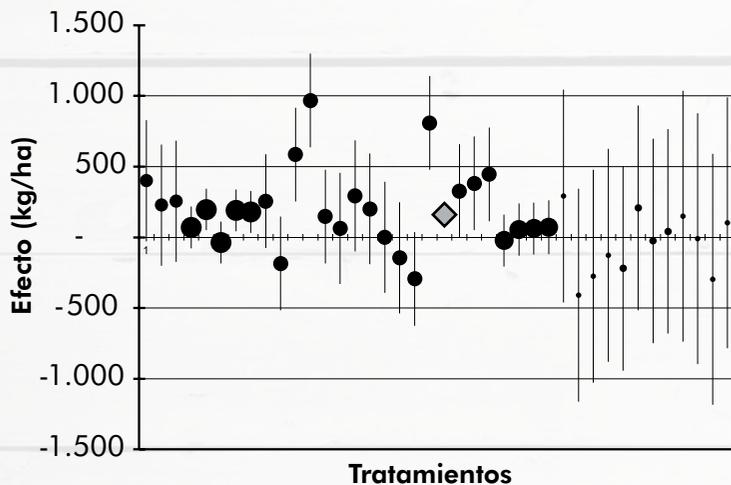
Indagando sobre las posibles fuentes de variación se analizó la posible diferencia en la respuesta que podrían tener híbridos y líneas endocriadas. Los híbridos podrían tener mayor respuesta principalmente por dos motivos: (i) si se espera la misma respuesta en términos porcentuales, es lógico que los híbridos tengan una mayor respuesta en kilos que las líneas endocriadas; (ii) se planteó una hipótesis en la que se obtiene una mayor respuesta por parte de los híbridos debido a que al rendir más, es más probable que encuentren una limitante que pueda ser corregida mediante la fertilización foliar antes que las líneas endocriadas que cubren sus requerimientos con lo disponible en el suelo en la gran mayoría de los casos (esto daría mayores respuestas porcentuales para los híbridos). Por otra parte los cultivos de maíz híbrido y de líneas endocriadas destinadas a la producción de semilla híbrida difieren no solamente en aspectos técnicos sino también económicos. Estos conceptos sugieren realizar una división de los datos según genética (híbridos y líneas endocriadas) realizando dos meta-análisis por separado.

Aunque existe un aumento significativo en kilos para todos los ensayos sin discriminar genética, la respuesta es distinta no solo en kilos sino también en porcentaje de aumento si se tratan por separado los híbridos y las líneas endocriadas (Tabla N° 1). Los incrementos reportados son los promedios ponderados en el meta-análisis, donde los ensayos más precisos (menor varianza) poseen mayor peso.

**Meta-análisis para Líneas endocriadas**

Se obtuvo media a alta variabilidad en las respuestas dentro de las líneas endocriadas, aún después de la división de datos. Esta elevada variabilidad es marcada en las líneas endocriadas debido probablemente a la inestabilidad intrínseca que las líneas poseen. Se aplicó un modelo de efectos aleatorios debido a los coeficientes de heterogeneidad obtenidos, introduciendo de este modo la variación entre ensayos en las

**Figura 1.** Forest-Plot perteneciente a las líneas endocriadas, donde el tamaño del punto indica el peso del tratamiento dentro de la ponderación y las barras indican el intervalo de confianza del 95%. Efecto promedio en forma de rombo.



ecuaciones. Los resultados del meta-análisis para las líneas endocriadas se observan en la Tabla N° 1. El valor obtenido no es para nada desechable si se tiene en cuenta el alto valor de lo producido en este caso (semilla híbrida).

La interpretación visual clásica de los meta-análisis consiste en el llamado Forest-Plot, en el cual cada tratamiento figura como un punto cuyo tamaño varía de acuerdo al peso que posee en la ponderación (Fig. N° 1). Los ensayos más precisos poseen mayor peso en la ponderación del promedio final que se realiza en el meta-análisis y por lo tanto el punto que los representa es mayor. Se agregan también los intervalos de confianza del 95% de cada ensayo en forma de líneas verticales que atraviesan el punto. Se puede apreciar cómo la mayoría de los ensayos poseen un efecto positivo, pero no significativo (que queda ilustrado en el hecho que las líneas verticales atraviesan el eje x). El valor medio final figura en forma de rombo, demostrando su significancia al no atravesar el eje x.

**Meta-análisis para Híbridos**

Se obtuvo una variabilidad calificada entre media y baja, quedando aún trabajo para elaborar modelos matemáticos que expliquen los factores de estas variaciones en las respuestas. Se aplicó al igual que con las líneas endocriadas un modelo de efectos aleatorios. Se observan los resultados del meta-análisis en la Tabla N°1, mostrando la elevada significancia del aumento. El efecto visual se observa en el Forest-Plot (Fig. N° 2).

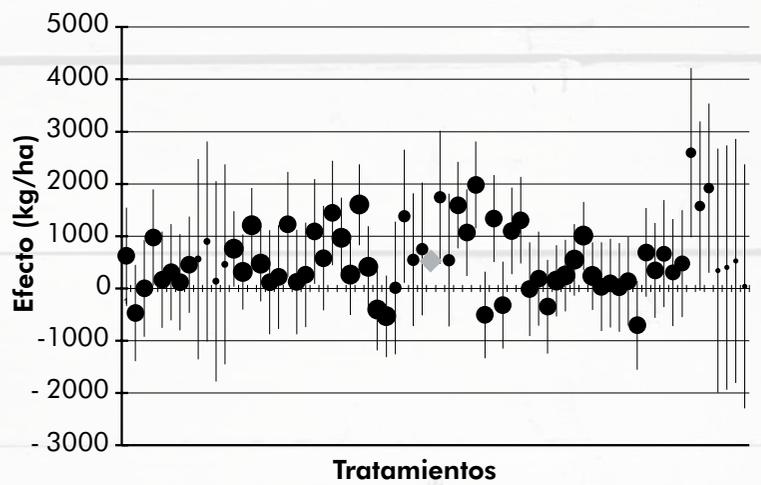
Los resultados obtenidos resaltan al meta-análisis como una poderosa herramienta estadística para otorgar validez a un gran número de ensayos sin significancia estadística.

**Efecto del ambiente como modulador de la respuesta.**

Se elaboró una hipótesis que establece que a mayores rendimientos de

maíz (mejor ambiente), la respuesta al tratamiento de fertilización foliar es mayor no solamente en kg/ha sino también en porcentaje (aumentos más que proporcionales). La causa podría ser que probablemente a mayores rendimientos (mejor ambiente), el maíz pasa a tener otras limitantes diferentes al agua, que es la principal, cobrando importancia los micro-nutrientes o los macro-nutrientes aplicados en momentos críticos, lo que aumentarían los rendimientos en mayor medida en los ambientes de alto potencial que en los de bajo potencial.

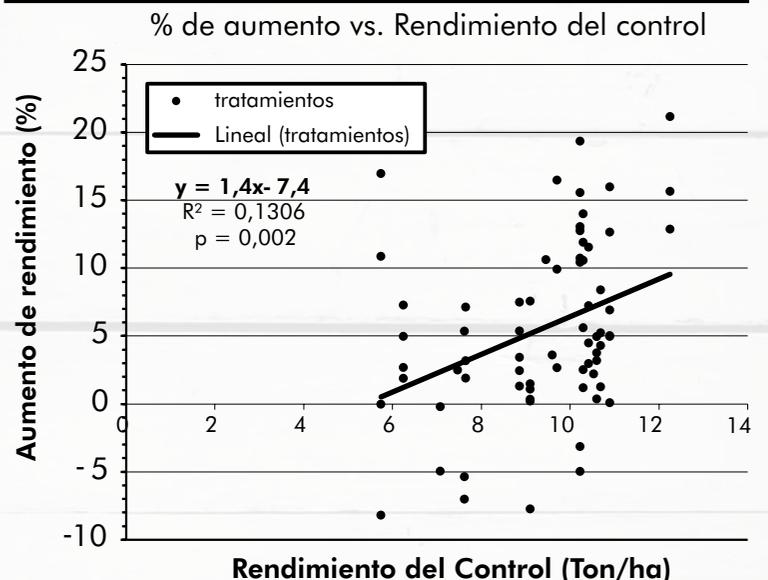
**Figura 2.** Forest-Plot perteneciente a los híbridos, donde el tamaño del punto indica el peso del tratamiento dentro de la ponderación, las barras indican el intervalo de confianza del 95% y el rombo el efecto promedio.



Se decidió realizar un análisis de regresión que permitiese relacionar el % de aumento de rendimiento con el rendimiento del control. Dentro del grupo de los híbridos se encontró una relación significativa en la cual a mayores rendimientos del control (mejor ambiente), mayores respuestas tanto en kg/ha como en porcentaje (Fig. N° 3).

Esta relación encontrada exige un estudio más amplio pero la ecuación de la recta que estima el incremento en rendimiento es  $y = 1,4x - 7,4$ , estando x expresada en toneladas e y en porcentaje ( $p = 0,002$ ). Por ejemplo, en un ambiente de 10 Tn/ha la respuesta esperada es de 6,6%, es decir 660 kg/ha. Hay que recordar aquí que esta ecuación es una

**Figura 3.** % de aumento del rendimiento vs. rendimiento del control en híbridos.



aproximación debido a que restan por explicar varios factores como lo son el producto a aplicar, dosis, etc.

El análisis de regresión que relacionó el % de aumento del rendimiento con el rendimiento del control para líneas endocriadas dio como resultado un modelo no significativo. Esto no implica que los rendimientos no se han incrementado debido al uso de fertilizantes foliares, ya que esto quedó demostrado en el meta-análisis correspondiente a líneas endocriadas. El significado de este resultado es que la respuesta de las líneas endocriadas al uso de fertilizantes foliares no se ve afectada por el rendimiento de los testigos, es decir, por ambientes de mayor o menor rendimiento potencial.

## CONCLUSIONES

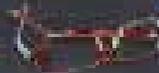
- El Meta-análisis constituye una poderosa herramienta estadística que le permite al investigador resumir y dar significado estadístico a una gran cantidad de ensayos que, estando aislados, fueron no significativos estadísticamente. Además otorga mayor alcance a las conclusiones comparado con el análisis de ensayos individuales. No obstante cabe señalar que debe ser utilizada cuidadosamente a efectos de evitar sacar conclusiones equivocadas o apresuradas.
- Se hallaron evidencias de que la utilización de fertilizantes foliares en maíz aumenta significativamente el rendimiento en promedio. A nivel del meta-análisis, se encontró una diferencia en el aumento del rendimiento entre los híbridos y las líneas endocriadas. El efecto sobre los híbridos fue un aumento promedio de 518 kg/ha con un intervalo de confianza del 95% de [370 kg/ha - 665 kg/ha], implicando un aumento promedio del 5,7%. El aumento sobre las líneas endocriadas fue de 160 kg/ha en promedio, con un intervalo de confianza del 95% de [81 kg/ha - 239 kg/ha], equivalente a un 3,8 %.

- En híbridos de maíz, a mayores rendimientos (mejores ambientes) la respuesta en rendimiento de los fertilizantes foliares no solo es mayor en kilos sino también en porcentaje. La ecuación de la recta que estima el incremento en rendimiento es  $y = 1,4x - 7,41$ , estando  $x$  expresada en toneladas del testigo  $e$  y en porcentaje. Esto probablemente se deba a que el maíz pasa a tener otras limitantes diferentes al agua, que es la principal, cobrando importancia los micronutrientes o los macro-nutrientes aplicados en momentos críticos mediante fertilizaciones foliares.
- En líneas endocriadas, la respuesta en % de aumento del rendimiento por el uso de fertilizantes foliares no se relacionó significativamente con el ambiente a diferencia de los híbridos.
- Los análisis de homogeneidad sugirieron que los tratamientos evaluados son distintos entre sí y tienen efectos diferentes sobre el cultivo. Este punto sugiere una línea de estudio para la elaboración de un modelo matemático que explique la variación en la magnitud de las respuestas mediante factores tales como el producto utilizado, dosis, precipitaciones en el ciclo, momento de aplicación, fertilización de base, etc.
- Este trabajo le permite al productor analizar a la fertilización foliar en maíz como una alternativa para incrementar los rendimientos del maíz disminuyendo la incertidumbre que existía previamente debido a la elevada cantidad de ensayos con resultados no significativos.

## AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. (M Sc.) **Gustavo Ferraris** / Lic. **Adriana Pérez** / Ing. Agr. **Fernando Miguez** / Ing. Prod. Agr. **Joaquín Kukla**.

EL META-ANÁLISIS COMBINA ESTADÍSTICAMENTE UN GRAN NÚMERO DE ENSAYOS PARA ESTIMAR EL EFECTO GLOBAL DE UN TRATAMIENTO.





# SIMPOSIO FERTILIDAD 2013

NUTRICIÓN DE CULTIVOS PARA LA  
INTENSIFICACIÓN PRODUCTIVA  
SUSTENTABLE

**ROSARIO, 22 Y 23 DE MAYO DE 2013**

**CENTRO DE CONVENCIONES METROPOLITANO  
ALTO ROSARIO SHOPPING  
AV. INTENDENTE LAMAS 610. (2000) ROSARIO**

INFORMACIÓN E INSCRIPCIONES EN  
[www.lacs.ipni.net](http://www.lacs.ipni.net) - [www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar)