

FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Marzo 2017 | N° 37

ABSORCIÓN, PARTICIÓN, Y REMOVILIZACIÓN DE NUTRIENTES EN VARIEDADES MODERNAS DE SOJA

ENTREVISTA A
ANÍBAL IVANCICH



Sumario

REVISTA FERTILIZAR - N° 37 - Marzo 2017

EDITORIAL

Por: María Fernanda González Sanjuan

▶ 03



Absorción, Partición, y Removilización de Nutrientes en Variedades Modernas de Soja

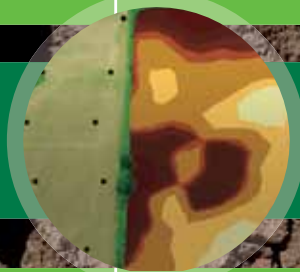
Ross R. Bender, Jason W. Haegerle y Frederick E. Below

▶ 04

12 ◀

Fertilización intensificada de planteos agrícolas

Martín Díaz-Zorita y Andres Grasso



Entrevista a Aníbal Ivancich,

Una correcta reposición de nutrientes conduce a ecosistemas más sustentables y mayores rendimientos de los cultivos

▶ 18

20 ◀

Fertilización y contenido de proteína en soja

Ricardo Melgar



Un método para mejorar el diagnóstico de Nitrógeno para maíz

Juan Orcellet, Nahuel Reussi Calvo, Hernán R.

Sainz Rozas N. Wyngaard, y Hernán Echeverría

▶ 26

28 ◀

Localización del fertilizante fosfatado en el cultivo de soja: efectos sobre la nutrición y el crecimiento

Oscar Alonso Vaquer; Gerardo Rubio; Flavio Gutierrez Boem; Mirian Barraco; Martín Díaz-Zorita



Novedades Fertilizar ▶ 32





STAFF

FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente:

Jorge Bassi (Bunge Argentina S. A.)

Vicepresidente 1ro:

Mario Suffriti

Vicepresidente 2do:

Victor Accastello (ACA)

Secretario:

Ezequiel Resnicoff (YPF)

Prosecretario:

Camila López Colmano (Nidera S. A.)

Tesorero:

Diego Antonini (Profertil S. A.)

Protesorero:

Marco Prenna (ACA Coop. Ltda.)

Vocales Titulares:

Federico Daniele (ASP)

Margarita Gonzalez (YARA)

Vocales Suplentes:

Pedro Faltlhauser (Bunge Argentina S. A.)

Cristian Hannel (Profertil S. A.)

Revisor de Cuentas:

Francisco Llambias (Profertil S.A.)

Revisor Suplente:

Hernan Rivero (ASP)

Comité Técnico

R. Rotondaro

G. Deza Marín

M. Palese

M. Díaz Zorita

I. Cartey

J. Urrutia

P. Lafuente

D. Germinara

P. Poklepovic

M. F. Missart

M. Toribio

M. Zaro

M. Avellaneda

Gerente Ejecutiva

M. Fernanda González Sanjuan

ACA

ASP

AGRILQUID SOLUTIONS

AMEROPA CONOSUR SRL

BROMETAN

BUNGE

COMPO ARGENTINA

EMERGER

FULLTEC SRL

HELM ARGENTINA

KEYTRADE AG

LOUIS DREYFUS

COMMODITIES

MOLINOSRIODELA PLATA

MOSAIC

NIDERA

NITRON

NOVOZYMES

PHOSCHEM

PROFERTIL

RECUPERAR SRL

RIZOBACTER

STOLLER ARGENTINA

TIMACAGRO ARGENTINA

TRANSAMMONIA

YARA

YPF S.A.

Asesor de Contenidos

Ricardo Melgar

Corrección

Martín L. Sancia

Coordinación General

Paula Vázquez

Producción

Horizonte A Ediciones



EDITORIAL



Les presentamos un nuevo número de nuestra revista, con varios artículos de interés sobre diversos temas como: absorción, partición, y removilización de nutrientes en variedades modernas de soja; fertilización intensificada de planteos agrícolas; fertilización y contenido de proteína en soja; localización del fertilizante fosfatado en el cultivo de soja; efectos sobre la nutrición y el crecimiento y un método para mejorar el diagnóstico de nitrógeno para maíz.

La entrevista principal se la realizamos a Aníbal Ivancich, Presidente de MAIZAR, un espacio que convoca a todos los integrantes de la cadena productiva, comercial, industrial, alimenticia y exportadora del maíz, con el fin de promocionar el crecimiento de este insumo como producto y generar un mayor volumen de oferta para las industrias capaces de darle un más alto valor agregado. Entre otros aspectos, el Directivo nos cuenta cuál es la situación actual del cultivo y qué impacto tiene la fertilización en su manejo.

En este nuevo ciclo seguimos trabajando para difundir la importancia de la reposición de nutrientes y la fertilización de los cultivos, así como también el cuidado de nuestro recurso natural, el suelo.

En este sentido, los días 17 y 18 de mayo, organizamos, junto al IPNI Cono Sur, el "Simposio Fertilidad 2017", bajo el lema "Más allá de la próxima cosecha". El mismo tendrá lugar en el Centro de Convenciones Metropolitano, Alto Rosario Shopping de la ciudad de Rosario, Santa Fe.

El "Simposio Fertilidad 2017" contará con el apoyo de profesionales destacados del ámbito nacional e internacional, quienes abrirán discusión sobre temas como: "Fertilizantes para la agricultura 2020", "Rotaciones y carbono ¿cómo ayudamos con la nutrición?", "Manejo por ambientes ¿cómo estamos? ¿dónde vamos?", "Los desafíos de la agricultura"; "¡Vuelven las pasturas! ¿Las fertilizamos?", "Nutrición intensiva para sistemas ganaderos intensivos", "Buscando altos rendimientos de maíz y soja: Rol de la nutrición", "Trigo y cebada: Apuntando a rendimiento y calidad", así como también se presentará un panel de "Novedades en fertilización". ¡Los esperamos!

Esperamos que una vez más les sea útil el contenido que compartimos en esta revista.

Cordialmente,

Ing. Agr. Ma Fernanda González Sanjuan

Gerente Ejecutivo



ABSORCIÓN, PARTICIÓN, Y REMOVILIZACIÓN de nutrientes en variedades modernas de soja

En las últimas décadas se han producido importantes mejoras en el rendimiento de la soja. Debido a las nuevas variedades y las nuevas prácticas agronómicas, el potencial de rendimiento en la soja es mayor ahora que nunca. Pero la falta de información actualizada sobre las necesidades nutricionales del cultivo puede estar limitando su potencial para lograr altos rendimientos. Investigadores del Laboratorio de Fisiología de Cultivos de la Universidad de Illinois, dirigido por Fred Below, han proporcionado recientemente información actualizada de las necesidades nutricionales para la soja, identificando exactamente qué nutrientes necesita la planta, cuándo esos nutrientes se acumulan a lo largo del ciclo y adonde la planta utiliza esos nutrientes. A través de ensayos de campo durante tres años en Dekalb y Champaign, los investigadores determinaron que algunas de las necesidades nutricionales del cultivo podrían no estar recibiendo suficiente atención bajo las actuales prácticas de manejo.

Ross R. Bender, Jason W.
Haegele y Frederick E. Below

Los rendimientos de soja en EEUU promedian alrededor de 2500 kg/ha actualmente y equivalen aproximadamente a una aumento de cuatro veces respecto a 1924. Durante este mismo periodo los rendimientos de maíz aumentaron casi siete veces. Si bien hay varios argumentos posibles para explicar la menor ganancia observada en soja en relación con maíz, una fertilidad del suelo inadecuada podría ser un factor contribuyente. Durante el período de 30 años que va desde 1977 a 2006, los rendimientos nacionales de soja aumentaron más del 40%, sin embargo, las dosis de fertilizantes de P y K para este cultivo en comparación, aumentaron sólo 2 y 33% respectivamente. La fertilización inadecuada del cultivo de soja durante las últimas tres décadas también puede haber contribuido a la disminución de los niveles de P, K, S y de Zn del suelo en importantes regiones productoras de soja de Estados

Unidos. La mejora continua del rendimiento de soja requiere comprender mejor las necesidades nutricionales del cultivo durante el ciclo.

Durante los años 30' y los 70' se estudiaron los patrones de absorción, partición y removilización de nutrientes en soja con la finalidad de entender la fisiología de la acumulación de nutrientes. Sin embargo, tanto los cultivares como las prácticas de manejo han cambiado bastante desde los setenta, entre ellos, el espaciamiento, densidad y prácticas de fertilización, además de mejores métodos de control de plagas, malezas y enfermedades. Estas mejores prácticas agronómicas, además del potencial de las variedades mejoradas genéticamente, pueden haber cambiado la absorción de nutrientes hacia diferentes etapas de crecimiento de lo que se pensaba originalmente.

TABLA 1. Prácticas de manejo agronómicas y determinaciones de nutrientes absorbidos totales en soja compilados de estudios elegidos de acumulación de nutrientes en 80 años. Unidades expresadas en base seca.

Parámetros agronómicos	Borst y Thatcher, 1931	Hammond et al., 1951	Hanway and Weber, 1971
Espaciamiento, cm	20	97	102
Densidad de plantas, 1000/ha	667–890	445	388
Productividad		t/ha	
Grano	1.2	2.0	2.7
Biomasa	4.7	6.2	8.6
Absorción de Nutrientes		kg/ha	
N	125	164	265
P	15	14	23
P ₂ O ₅	34	31	52
K	38	51	86
K ₂ O	46	61	104
Ca	45	96	–
Mg	33	47	–

Paralelamente al aumento de producción de granos, la producción de biomasa también aumentó notablemente durante los últimos 80 años (Tabla 1). Aunque la productividad es muy sensible a factores ambientales (i.e. agua y temperatura) resultando en una determinada variación interanual (se han documentado tasas de acumulación de materia seca superiores a 450 kg/ha/día), variando entre 90 - 110 a más de 250 kg de materia seca /día. La velocidad y la duración de la acumulación de biomasa también influyen en la partición de la biomasa hacia el desarrollo de los granos (es decir, después de R4). Considerando un conjunto de variedades, aproximadamente un tercio del peso seco total aéreo constituyen los granos, mientras que el resto se distribuye entre hojas (22%), tallos (22%), pecíolos (10%) y vainas (14%).

La acumulación de nutrientes es fuertemente influida por la acumulación de biomasa, y a pesar que la soja rinde menos volumen de grano que el maíz, la absorción total de nutrientes por la soja puede exceder al de un maíz de alto rendimiento. Flannery reportó en un ensayo de máximo rendimiento que la absorción de NPK fue entre 2 y 3 veces el de un maíz de 12 t/ha. Pero independientemente del nivel de rendimiento, la acumulación de nutrientes en soja se produce durante tres fases distintas: i) una lenta velocidad de adquisición aproximadamente 30 días después de la emergencia, ii) tasas máximas de absorción de nutrientes entre R2 (floración completa) y R5 (inicio de llenado de granos), y iii) menor velocidad acumulación de nutrientes durante el final del periodo reproductivo. Las tasas diarias máximas de acumulación de nutrientes se cuantificaron para N (4,5 kg/ha), P (4 kg/ha) y K (1,5 kg K/ha), que ocurrieron entre el desarrollo de las chauchas y el llenado de grano. Una diferencia fundamental en la partición de los nutrientes entre la soja y el maíz es que los nutrientes en los granos del primer cultivo constituyen un destino más concentrado. A pesar de las menores tasas de absorción de nutrientes durante el final del periodo reproductivo tardío, se necesitan altas velocidades de removilización para el aporte de casi la mitad del N, P y del K al grano en desarrollo.

Los datos más nuevos hasta ahora que describen la acumulación

de nutrientes en soja se publicaron entre las décadas de 1930 al 70. Dada la necesidad de comprender la acumulación, partición y removilización de nutrientes, para entender la producción óptima de soja, incluyendo macro, meso y micronutrientes este trabajo documenta el efecto acumulativo en variedades mejoradas de soja, con nuevas tecnologías de fuentes y colocación fertilizantes, así como avances en fitoterapéutica. El objetivo de esta investigación fue determinar las necesidades de nutrición mineral de la soja mediante la cuantificación de la absorción, la partición y la removilización de nutrientes a lo largo del ciclo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Prácticas Agronómicas

Los experimentos de campo se llevaron a cabo en 2012 y 2013 en Dekalb y en Champaign, al Norte de Illinois, sobre un suelo franco arcillo-limoso y arcillo-limoso, cultivado previamente con maíz en cada sitio. Las combinaciones de tratamientos de variedad y fertilización se organizaron en un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones. Las parcelas se sembraron entre el 15 de mayo y el 12 de junio de los años 2012 y 2013 alcanzando un nivel 358 mil pl/ha. Se sembraron dos variedades localmente adaptadas y seleccionadas aleatoriamente en cada lugar de grupos de madurez entre 2.8 y 3.4.

Se realizaron fertilizaciones contrastantes para ver diferencias en el potencial de acumulación de nutrientes, con un control sin fertilización y otro con una fertilización balanceada para lograr un rendimiento objetivo de 5 t/ha (37 kg P /ha de un grado 12-40-0-10S-1Zn) en bandas a la siembra 15 cm de profundidad (25 kg N /ha, 21 kg S /ha y 2 kg Zn/ha y 56 kg/ha de K como cloruro. En aproximadamente R3 se aplicaron fungicidas e insecticidas al ensayo.

Muestreo de Biomasa y Análisis de Nutrientes en los tejidos

Se determinó la producción de biomasa y acumulación de nutrientes a lo largo del ciclo mediante muestreos repetidas de las parcelas en los estadios de V4, V7, R2 (plena floración), R4

(plena formación de vainas), R5 (inicio de llenado de granos), R6 (Semilla) y R8 (madurez completa). A la mitad de la manifestación del estadio de crecimiento se muestrearon 10 plantas por parcela. Se colocaron cajas para recoger biomasa en el centro de la hilera que recolectaron partes senescentes de hojas, pecíolos y vainas que ocurrieron durante el desarrollo. Cada planta se separó luego en tallos (tallos y pecíolos), hojas (hojas individuales), partes reproductivas (flores y vainas) y granos. El tallo, la hoja y los tejidos reproductivos se secaron a 70°C hasta peso constante (0% humedad) para determinar peso seco. El contenido de nutrientes en los granos en R5 y R6 se determinó a partir de plantas muestreadas manualmente, mientras que el rendimiento de grano y la absorción de nutrientes en R8 se evaluaron con una cosechadora.

Los tejidos de tallos, hojas, partes reproductivas y granos se procesaron para el análisis de concentración de nutrientes, determinándose N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, B, Fe y Cu. Las concentraciones de nutrientes de los tejidos y el peso seco se utilizaron para derivar las cantidades nutrientes absorbidos. Los índices de cosecha de cada nutriente se calcularon como el contenido de nutrientes en el grano en relación con la absorción total de nutrientes de la parte aérea.

RESULTADOS

Acumulación de biomasa, separación de la materia seca y rendimiento de grano

La acumulación total de biomasa y el rendimiento de grano fueron significativamente influenciados por el año, el sitio, la variedad y el tratamiento de fertilización. Los promedios de biomasa acumulada y de rendimiento de grano fueron de 9524 y 3480 kg/ha respectivamente (Tabla 2). Estos datos sugieren que las

mejoras significativas en el rendimiento de soja durante los últimos 80 años como resultado de los avances genéticos y mejoras agronómicas, aumentando concomitantemente las necesidades nutricionales de los cultivos.

Las diferencias en el potencial de acumulación de biomasa asociadas con las variedades estuvieron relacionadas con el grupo de madurez (RM), que varió entre 2,8 y 3,4 RM en cada sitio. Independientemente de la ubicación, la variedad más larga produjo consistentemente mayor biomasa que la del grupo de madurez más corto; además, la variedad presumiblemente mejor adaptada produjo más que su contraparte menos adaptada en

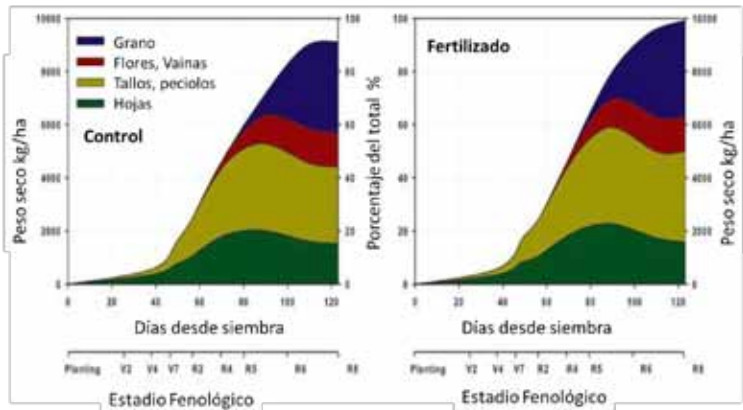


FIG. 1. Efecto de la fertilización sobre la acumulación estacional y el reparto del peso seco promedio de dos variedades de soja en 3 años-sitio. Rendimiento medio de 3429 kg/ha (control sin fertilizar) y 3531 kg/ha (fertilizado).

TABLA 2. Efecto de la fertilización en biomasa y parámetros de acumulación de nutrientes asociados con el rinde promedio, 3480 kg/ha de soja. Valores sobre peso seco medidos a la madurez fisiológica.

Nutriente	Absorción Total			Remoción por granos			Índice Cosecha		
	Control	Fertilizado	Promedio	Control	Fertilizado	Promedio	Control	Fertilizado	Promedio
	Kg/ha						%		
Biomasa	9126	9923	9524	3429	3531	3480	38	36	37
N	267	284	275	198	205	201	74	72	73
P	20	22	21	16	18	17	82	80	81
P ₂ O ₅	45	51	48	37	40	39	82	80	81
K	135	151	142	63	66	64	48	45	46
K ₂ O	162	181	172	76	79	78	48	45	46
Ca	105	120	113	9	10	10	9	9	9
Mg	48	53	50	9	9	9	19	18	18
S	17	20	19	11	12	11	60	63	61
	g/ha						%		
Zn	318	351	335	135	145	140	45	44	44
Mn	326	416	371	87	97	92	29	26	28
B	315	336	325	111	112	111	35	33	34
Fe	817	881	849	241	251	246	30	30	30
Cu	61	65	63	39	39				

cada comparación. También se observaron aumentos significativos de la producción de grano y biomasa con la fertilización, pero de escasa magnitud (2%). Estas diferencias fueron consecuencia de una mayor tasa de acumulación de biomasa durante el periodo reproductivo tardío (de R6 a R8) a favor del tratamiento fertilizado comparado con el control. Sin embargo, la distribución relativa de la biomasa fue notablemente similar cualquiera fue el tratamiento de fertilización (Fig. 1). Aunque una mayor acumulación de biomasa proporciona el fundamento para una mayor acumulación de nutrientes, las diferencias en la distribución del peso seco regulan en gran medida la asignación de nutrientes.

La acumulación máxima estimada de biomasa osciló entre 9.2 y 10.6 t/ha a lo largo de los 3 años de experimentos y ocurrió aproximadamente en R7, repartiéndose esta biomasa en la madurez entre hojas (16%), tallo (33%), vainas (14%) y grano (37%) (Fig. 2). La mejora del índice de cosecha representa un cambio fundamental en el uso del germoplasma y la producción agronómica durante los últimos 80 años (Tabla 1). Por ejemplo, los datos actuales (Tabla 2) muestran un aumento de dos veces en la producción de biomasa en comparación con los años 30 y una mejora casi de tres veces en el rendimiento de granos en el mismo periodo de tiempo. Absorción Total de Nutrientes

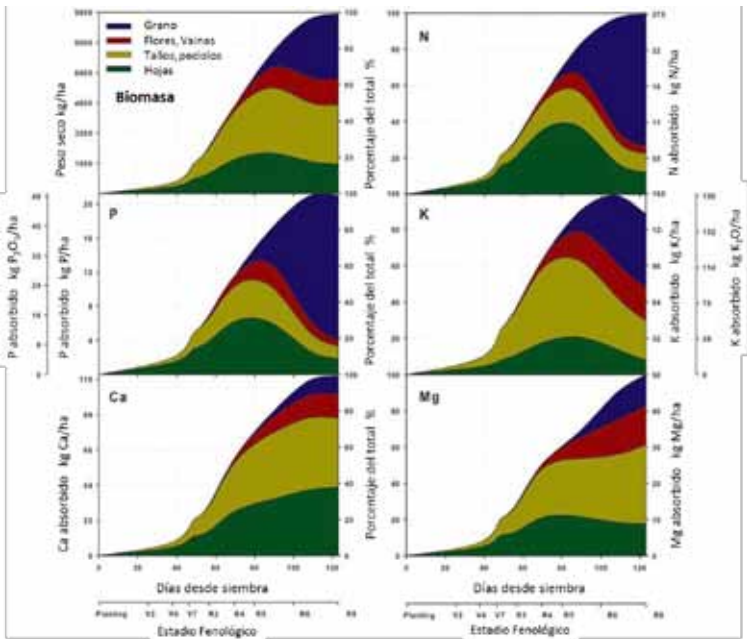


FIG. 2. Acumulación estacional y distribución de la biomasa, N, P, K, Ca y Mg promedio de dos variedades de soja y fertilización en 3 años-sitio con un rendimiento medio de 3480 kg/ha.

TABLA 3. Porcentaje del total de nutrientes acumulado después de R4 estimado de estudios elegidos de acumulación de nutrientes en los pasados 60 años. Se tomaron los días después de la siembra (DDS) para estimar el periodo entre fases específicas del ciclo con fines comparativos.

Parámetro	Hammond et al., 1951	Hanway y Weber, 1971	Estudio Actual
DDS hasta R4	80 d	75 d	70 d
DDS hasta R8	135 d	126 d	123 d
Duración del llenado de granos	55 d	51 d	53 d
Porcentaje de la acumulación total de nutrientes después de R4			
Biomasa	34	42	51
N	37	40	46
P	35	43	45
K	29	42	28
Ca	36	—	45
Mg	31	—	49



Absorción Total de Nutrientes

La acumulación total de nutrientes a la madurez se presenta en la Tabla 2, y representan los niveles teóricos máximos de acumulación de nutrientes durante el ciclo. La absorción total de nutrientes fue influenciada significativamente por el efecto de sitio-año. La fertilización aumentó significativamente la acumulación de nutrientes tanto de los agregados por la fertilización (N, P, K, S, Zn) como por los que no (Ca, Mg, Mn, B y Cu). El aumento de la acumulación de nutrientes no siempre condujo a una mayor remoción de estos, en particular de aquellos con bajos índices de cosecha tales como Mg, B y Fe.

Independientemente de la fertilización, se espera que tanto el manejo como las condiciones del suelo pueden suministrar nutrientes que satisfagan las necesidades para lograr un rendimiento promedio de aproximadamente 3480 kg/ha de soja. Si bien el potencial de acumulación de nutrientes en la soja ha aumentado dos o tres veces durante los pasados 80 años como resultado del aumento de la producción de biomasa y de grano, la tasa de aumento de algunos nutrientes parece haber disminuido en los 40 años más recientes. Los valores de absorción de nutrientes en el presente estudio son considerablemente inferiores a los publicados por Flannery (1986). Sin embargo, los valores medios de rendimiento de grano presentados en este estudio son aproximadamente 30 a 40% mayores que el promedio actual de los Estados Unidos, y la información presentada acá sobre acumulación de nutrientes puede servir para anticipar mejores rendimientos de soja.

La cuantificación de los factores que afectan la acumulación y remoción de los nutrientes por el grano es imprescindible, ya que este parámetro influye en la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, en la utilización de estos nutrientes por las plantas y su contenido en los granos como fuente de alimento. Se determinaron las siguientes concentraciones de nutrientes en el grano (en g por kg), para N (57,8 g), P (4,8 g), K (18,5 g), Ca (2,8 g), Mg (2,5 g), S (3,2 g), Zn 40,2 mg), Mn (26,3 mg), B (31,9 mg), Fe (70,7 mg) y Cu (11,3 mg). Estos datos son los necesarios para estimar con precisión la remoción y exportación de nutrientes con la cosecha de los granos.

Los valores del índice de cosecha de los nutrientes en el grano son un indicador relativo de la partición de nutrientes a los granos de soja, cuantificados como la relación entre la remoción de nutrientes de grano y la cantidad total de nutrientes acumulados. En promedio, más del 80% del P acumulado se removió en los granos cosechados, mientras que algo más del 60% fue determinado para el N, el S y el Cu. A diferencia de lo observado en maíz, el micronutriente con mayor valor índice de cosecha en este estudio fue el Cu. Los índices de cosecha para N, P, S y Mg son similares a los presentados previamente. En cambio, los valores de potasio han disminuido considerablemente (46%), en comparación con presentados por otros autores (entre 56 y 69%), con incrementos concomitantes de IC en peso seco durante el mismo período de tiempo.

Tiempo y velocidad de Adquisición de Nutrientes

Los patrones estacionales de acumulación de nutrientes documentan el tiempo y la tasa de absorción de nutrientes para un rendimiento de soja de aproximadamente 3500 kg/ha (Figuras 2 y 3). Aunque el crecimiento vegetativo coincide temporal-

mente con el inicio del desarrollo reproductivo entre variedades indeterminadas del norte de los Estados Unidos, se eligió a R4 como punto de referencia para el inicio de llenado de granos. Los resultados sugirieron que la tasa y el tiempo de adquisición variaron según los nutrientes, asociándose con períodos específicos de crecimiento: vegetativo o reproductivo. Casi tres cuartas partes de la absorción de K y Fe, por ejemplo, ocurrió antes del inicio del llenado de granos (Figuras 2 y 3, Tabla 3). En cambio, la absorción de N, P, Ca, Mg, S, Zn, Mn, B y Cu se distribuyó más uniformemente durante las fases de crecimiento vegetativo y de llenado de granos (Figuras 2 y 3, Tabla 3). En comparación con la rápida absorción de nutrientes minerales directamente antes de la floración en el maíz, la absorción de nutrientes por la soja coincide más estrechamente con la acumulación de materia seca. (Fig. 2 y 3).

Los patrones de absorción de nutrientes se parecen mucho a los publicados previamente en los últimos 80 años aunque en los cultivares modernos la proporción de acumulación total de nutrientes adquirida durante el llenado de granos aumento con el tiempo (Tabla 3). Las diferencias son especialmente evidentes para N, P, Ca y Mg, que han aumentado hasta en un 18% durante este período reproductivo. El aumento de la producción de materia seca como resultado de la mejora de los rendimientos de la soja y de la mayor cantidad de materia seca obtenida mediante un reparto más eficiente de la materia seca puede haber contribuido a la mayor demanda de acumulación de nutrientes minerales durante el llenado de las semillas.

Removilización de nutrientes

Los índices de cosecha de nutrientes representan la proporción relativa del contenido de nutrientes de grano en la acumulación total de nutrientes y fueron mayores al 60% para P, N, Cu y S (Tabla 2). Los procesos fisiológicos que aumentan el contenido

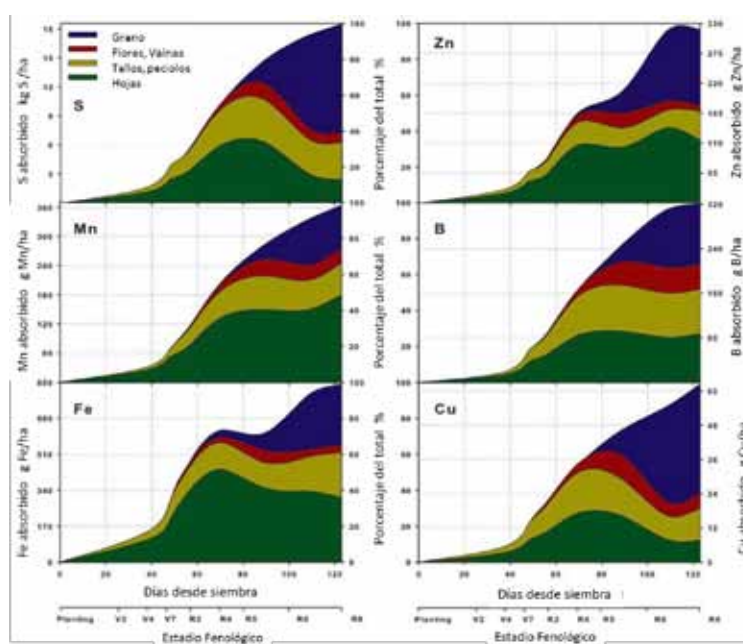


FIG. 3. Acumulación estacional y distribución del S, Zn, Mn, B, Fe, y Cu promedio de dos variedades de soja y fertilización en 3 años-sitio con un rendimiento medio de 3480 kg/ha.



Las prácticas de producción intensiva y el mejor germoplasma han contribuido a una mayor producción de soja.

de nutrientes del grano incluyen la acumulación de nutrientes después del inicio del llenado de semillas con partición directa a tejidos de grano en desarrollo o removilización de los nutrientes desde las hojas, tallos y vainas. Para el suministro de N al grano más de la mitad de la acumulación total de N se produjo después del inicio del llenado de los granos (Tabla 3), además de una removilización del 65 y 32% de los contenidos de N en las hojas y tallos respectivamente. Un patrón similar ocurrió para el P adonde se acumuló más del 45% de P durante el llenado de granos (Tabla 3), con aproximadamente dos tercios de los contenidos medidos de hoja y tallo removilizados a los granos en desarrollo (Figura 2). De acuerdo con las tendencias de translocación de N y P publicadas en estudios previos de acumulación de nutrientes de soja, la cantidad de N y P en el grano obtenida por la removilización fue cuatro veces mayor desde los tejidos de la hoja vs. desde los del tallo. Estos datos refuerzan la importancia de la acumulación de nutrientes durante todo el ciclo y la utilidad de los tejidos vegetales pre-existentes como depósitos o reservas para acomodarse durante los períodos intra - estacionales de elevada demanda de nutrientes.

Otros nutrientes con notables tendencias de removilización incluyeron el K y Cu (Fig. 2 y 3). A pesar del menor índice de cosecha del K (46%) en relación con el N y el P, la translocación de nutrientes aun fue necesaria ya que aproximadamente el doble de la cantidad de K se removilizó desde el tallo existente en relación con los tejidos foliares. Aunque los tejidos del tallo sirvieron como fuente primaria de N y P para ser removilizados, estos resultados sugieren que estos también sirven como almacenamiento temporal para otros nutrientes. La magnitud de la removilización de K a partir de los tallos existentes no había sido previamente documentada. A diferencia de los micronutrientes Zn, Mn, B y Fe, sólo el Cu exhibió características de removilización donde más de la mitad del Cu de la hoja se translocó al grano (Figura 3). Con un IC del grano del 62%, las plantas precisaron absorber Cu del suelo durante el llenado de granos para suplementar la removilización del Cu al grano. Estos resultados también implican que si existe una deficiencia temporal de planta u hoja de Cu, una aplicación foliar de Cu puede aliviar la deficiencia mientras que al mismo tiempo suministra Cu al grano.

Implicaciones para la producción de soja

Las prácticas de producción intensiva y el mejor germoplasma han contribuido a una mayor producción de soja. Los incrementos en el potencial de producción de biomasa proporcionan la vía para una mayor acumulación de nutrientes, especialmente para macronutrientes como P y K.

Al comparar los datos actuales con las investigaciones iniciales de absorción de nutrientes, la modernización de las variedades elegidas para un alto rendimiento han aumentado los valores históricos del IC para la biomasa (de 26 a 37%) y del P (de 68 a 81%) con una reducción simultánea del IC del K (de 58 a 46%). El cambio de los índices de cosecha para biomasa y de nutrientes junto con aumentos sustanciales en el porcentaje de acumulación de nutrientes totales que ocurren durante el llenado de los granos (Tabla 3) requiere un manejo preciso de nutrientes en los actuales sistemas de producción. Por ejemplo, la acumulación total de P fue aproximadamente la mitad de la de un cultivo de maíz que produjo 12 t/ha, aunque valores similares de IC

para el P, éste fue casi el 80% y sugieren un potencial de rápido disminución del P del suelo debido al inadecuado reemplazo de nutrientes. Por el contrario, la partición de K en soja tiene diferentes implicaciones agronómicas. La acumulación total de K en una soja que rindió 3,5 t/ha, fue similar a la del maíz que rindió 12 t/ha, con una distribución casi igual del K entre las partes de las plantas. Más del 50% del K total de la biomasa de tallo y pecíolos se removilizó a los tejidos de grano de soja, lo que representa aproximadamente dos tercios del K en el grano. Los 78 kg de K/ha partitionaron al resto de la biomasa (tallos, hojas y vainas) los que presumiblemente se reciclarán al suelo y servirán como reserva de K para el siguiente cultivo.

Si bien se reporta que un número creciente de regiones productoras de soja disminuyeron los niveles de análisis de suelo para P, K y S, la remoción de los residuos de cultivo de la soja aceleraría la disminución de los nutrientes del suelo. Casi dos tercios de la biomasa aérea total, o 6 t de residuos/ha, quedaron en hojas, tallo y tejidos reproductivos a madurez fisiológica (Tabla 2) y normalmente vuelven al suelo después de la cosecha. Las prácticas de producción que cosechan todos los residuos en forma de forraje como rollos, y que se destinan para camas de animales o alimentación, que son comunes en las regiones ganaderas, eliminarán hasta 74 kg N adicionales, 4 kg P, 78 kg K (103 kg de Ca, 41 kg de Mg, 8 kg de S, 195 g de Zn, 279 g de Mn, 214 g de B, 603 g de Fe y 24 g de Cu por hectárea). La cantidad de nutrientes retenidos en tejidos que no son granos puede variar considerablemente de acuerdo con los niveles de análisis del suelo y las prácticas de manejo de fertilidad, en especial en lo que se refiere al potencial de consumo de lujo de cationes básicos como K, Ca y Mg.

La soja asimila una cantidad sustancial de N durante su crecimiento debido a la alta concentración de proteína del grano. Aunque este trabajo no distingue entre el N adquirido del suelo frente al N resultante de la fijación simbiótica de N₂, estudios previos sugieren que, en promedio, la soja obtiene aproximadamente el 50% del N por fijación. Dado el nivel de rendimiento presentado de 3480 kg/ha, acumulando un total de 275 kg N/ha, podemos suponer que aproximadamente la mitad, o 137,5 kg N/ha, se obtuvo por la fijación de N₂. La cosecha de la soja removió 201 kg N/ha, lo que resultaría en un agotamiento del N del suelo y un balance de N negativo para el siguiente cultivo de casi 63,5 kg N/ha si se considerara solo la contribución de la fijación de N₂.

Debido a que el requerimiento total de N de la soja no proviene de la fijación, la implicancia es que una cantidad mayor de N total debe ser suministrada por el suelo y otras fuentes a medida que aumenta el potencial de rendimiento. Por ejemplo, una cosecha de soja de 5 t/ha (aproximadamente el doble de la media actual de los Estados Unidos) requerirá casi 350 kg N/ha para su producción, y aproximadamente 175 kg N/ha deben ser suministrados por el suelo u otras fuentes de nutrientes. Mientras que la mineralización del N a partir de la materia orgánica varía según los ambientes y las condiciones meteorológicas, la proyección de la oferta de N del suelo puede estimarse a partir de la materia orgánica del suelo y su conversión desde el N orgánico. Suponiendo que el 5% de la materia orgánica del suelo es N orgánico y que el 2% se mineraliza anualmente, cada porcentaje de materia orgánica del suelo suministrará un estimado de 22,5

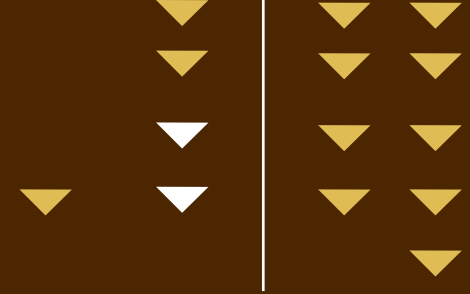
kg N/ha/año desde los primeros 17 cm superiores del suelo. Debido a que la mayoría de los suelos de Illinois contienen entre 3 y 5% de materia orgánica, puede suponerse que sólo entre 67,5 a 112,5 kg N/h/año pueden suministrarse desde la mineralización del suelo N a formas amoniacales, siendo el resto suministrado por otras fuentes. Dadas estas suposiciones, el resultado sería un déficit N neto de hasta 107,5 kg N/ha al producir 5 t/ha. Por estas estimaciones se sugiere que rendimientos de entre 4 a 4,5 t/ha o más, probablemente requerirán aplicaciones suplementarias de N debido a las limitaciones en la fijación biológica de N y a la mineralización de la materia orgánica del suelo.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta investigación fue cuantificar la absorción, partición y removilización de nutrientes usando variedades de soja actuales en sistemas modernos de producción. Durante los últimos 80 años se dieron significativos aumentos en la producción de biomasa, en el rendimiento de grano y en los índices de cosecha, resultando en aumentos concurrentes en la acumulación de nutrientes. Los patrones de producción de biomasa y acumulación de nutrientes son presentados para un rinde promedio de aproximadamente 3500 kg/ha, nivel de rendimiento corrientemente apuntado por los productores. Se observó que se requiere la acumulación (por ha) de 275 kg de N, 21 kg de P (48 kg de P₂O₅), 172 kg de K (207 kg de K₂O), 113 kg de Ca, 50 kg de Mg, 19 kg de S, 335 g de Zn, 371 g de Mn, 325 g B, 849 g de Fe y 63 g de Cu para producir aproximadamente 3500 y 9500 kg/ha de grano y biomasa total, respectivamente. La fertilización suplementaria aumentó modestamente la biomasa y el rendimiento (2%), pero no alteró la partición de nutrientes ni el índice de cosecha.

A pesar que la adquisición de nutrientes fue más rápida entre R₃ a R₄ para los nutrientes medidos, los patrones de acumulación de nutrientes destacaron las diferencias intra-estacionales en el momento de la adquisición de nutrientes. La absorción de K y Fe se produjo principalmente durante el crecimiento vegetativo y fin del periodo reproductivo, en contraste con la absorción del N, P, Ca, Mg, S, Zn, Mn, B y Cu, que se distribuyó más uniformemente a lo largo de toda el ciclo de crecimiento. Como resultado, se espera que las prácticas agronómicas que aseguren disponibilidad de nutrientes durante el fin del crecimiento reproductivo respondan a las necesidades de fertilización de la soja para estos nutrientes.

Durante el periodo de llenado de granos, estos requirieron de la removilización y acumulación de nutrientes durante todo el ciclo. Cuatro nutrientes presentaron valores de IC mayores al 60%, P (81%), N (73%), Cu (62%) y S (61%) y pueden causar limitantes al rendimiento debido a una inadecuada disponibilidad del suelo o de la planta durante el crecimiento reproductivo. Estos resultados documentan la velocidad y duración de la acumulación de macro y micronutrientes en y destacan la importancia de la disponibilidad adecuada de nutrientes durante los periodos clave de crecimiento de los cultivos. La incorporación de estas observaciones, cómo, cuándo y dónde se acumulan los nutrientes en la soja, puede contribuir a las recomendaciones agronómicas existentes y ayudar a asegurar que las necesidades de fertilización del cultivo se satisfagan con la disponibilidad de nutrientes durante todo el ciclo.



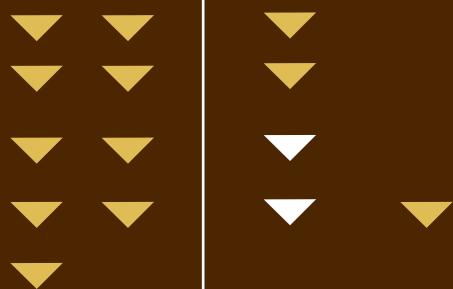
FERTILIZACION INTENSIFICADA DE PLANTEOS AGRICOLAS

Martín Díaz-Zorita (1,2) y Andres Grasso (2)
(1) Monsanto BioAg y (2) Comité Técnico Fertilizar AC



El crecimiento esperado de la población mundial, acompañado por un aumento en la participación de las dietas con proteínas de origen animal conducen a un escenario global donde el desafío que enfrentamos en el sector productivo primario de alimentos es el incremento en la productividad de los cultivos. Además, hay que considerar limitaciones en la expansión de los suelos aptos para agricultura que sugieren que este aumento de rendimientos requiere ser acompañado de un uso más eficiente de los recursos disponibles.

El manejo intensivo de la fertilización, en el contexto de ajustes en otras prácticas de producción agrícola, es uno de los elementos a considerar para mejorar sostenidamente los rendimientos por sobre las condiciones actuales de producción. La intensificación agrícola sustentable considera dos estrategias complementarias procurando por un lado implementar prácticas a nivel de cultivos individuales y por el otro incrementar la cantidad de cultivos por unidad de tiempo. La combinación de ambas estrategias conduce mejorar la producción de los sistemas agrícolas por sobre las condiciones actuales de producción. A la vez, ambas estrategias se complementan al aportar recursos energéticos y funcionales a través del ciclado y actividad de los suelos más allá de mejoras en la captación de nutrientes excedentes entre cultivos sino también al promover a la actividad biológica y así a múltiples procesos ligados a la nutrición, sanidad y crecimiento de las plantas.



Son abundantes los estudios de suelos argentinos que muestran la reducción en niveles extractables de diversos nutrientes y menores contenidos de materia orgánica en comparación con su estado original. Por lo tanto, se espera que el manejo adecuado de la nutrición de los cultivos tenga un efecto directo y relevante para mejorar la producción agrícola. Sin embargo, es frecuente el cuestionamiento sobre los aportes de intensificación de la fertilización con respecto a las condiciones actuales principalmente considerando el valor de las decisiones de corto plazo sobre plazos mayores y evaluados sobre el resultado productivo.

En este marco es importante compartir un diagnóstico sobre la valoración y el uso actual de prácticas de fertilización en la región núcleo agrícola de Argentina. ¿cómo los productores ven y aplican la fertilización en cultivos agrícolas en Argentina? ¿cuál es al aporte a la producción esperable ante estrategias contrastantes de fertilización de corto plazo? Para estos propósitos presentaremos y discutiremos resultados de estudios de fertilización de largo plazo junto con la descripción del uso y expectativas actuales de la fertilización en maíz, soja y trigo a partir de resultados de encuestas específicas.

FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS EN LA REGIÓN PAMPEANA: USO ACTUAL Y EXPECTATIVAS

Durante el otoño del 2015 y del 2016, a partir de encuestas a productores agrícolas representativos de la región pampeana, se relevaron estimaciones de producción, contribución aparente de la fertilización a los rendimientos e información general de manejo de la práctica. En promedio para toda la región, la nutrición no limitante, descrita a partir de los aportes de la fertilización explican entre el 29 y 39% de los rendimientos máximos alcanzables de soja y de trigo, respectivamente (Tabla 1). El uso de fertilizantes mostró diferencias tanto entre cultivos como entre áreas. En el caso de cultivos de cereales, el área fertilizada fue mayor al 80 % del área cultivada mientras

que en los cultivos de soja son fertilizados en un 57% del área de cultivo y muestran una mayor dispersión de área bajo esta práctica (Tabla 2).

La decisión de fertilización, considerada a partir de la proporción de área con utilización de esta práctica, estaría asociada mayormente a la frecuencia de limitaciones en los niveles extractables de nutrientes en los suelos. En el caso de soja, las mayores frecuencias de fertilización con fuentes fosfatadas (Fig. 1) coinciden con áreas donde los niveles medios de fósforo extractable de los suelos son limitantes para la normal producción del cultivo (Fig. 2). En cambio, la elección de la dosis de fertilización muestra una parcial asociación no solo con la posibilidad de respuesta (definida a partir de la interpretación de análisis de suelos o la situación general de los suelos de la subregión) sino también de los rendimientos alcanzables o expectativas productivas (Fig. 3). Fertilización y respuestas productivas en planteos de larga duración

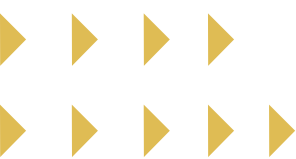
En sistemas agrícolas de la región sur de Santa Fe (Argentina), la producción acumulada de granos de entre 27 y 120 % asociadas mayormente a la condición de fertilidad general del sitio (Fig. 4). Luego de 13 campañas productivas, la acumulación total de producción en estas secuencias agrícolas bajo condiciones NPS no limitantes no mostraron mayores diferencias entre sitios, pero sí se observaron en condiciones de insuficiente nutrición. Resultados preliminares del proyecto de estudios de productividad e impacto ambiental de sistemas intensificados de producción de granos en la región pampeana argentina muestran, en el marco de la intensificación integral de las prácticas de producción de cultivos individuales (ej. ajustes de genotipos, densidades y dosis de fertilización), que incrementos en la dosis de fertilización con N fueron acompañadas por aumentos en la eficiencia del uso del nutriente. La combinación de prácticas puede mejorar la eficiencia de uso de recursos en secuencias aun cuando la cantidad de insumos aplicados se incrementa (Caviglia y col. 2016).

TABLA 1. Producción estimada de cultivos y aportes relativos esperados al fertilizar en la región pampeana. Promedio de encuestas a productores agrícolas durante 2015 y 2016 (Fuente: Fertilizar AC).

Cultivo	Casos	Rendimiento (kg/ha)			Aporte de la fertilización (%)
		Maximo	Medio	Propio	
Trigo	548	3938	3038	2944	39
Soja	1140	4687	3741	3510	29
Maíz	688	9880	7936	7715	36

TABLA 2. Producción estimada de cultivos y aportes relativos esperados al fertilizar en la región pampeana. Promedio de encuestas a productores agrícolas durante 2015 y 2016 (Fuente: Fertilizar AC).

Cultivo	Casos	Área fertilizada (%)	Fertilizantes (kg/ha)	
			Nitrogenados	Fosfatados
Trigo	548	92 (89 a 99)	104 (85 a 110)	76 (55 a 77)
Soja	1140	57 (30 a 95)	---	71 (60 a 84)
Maíz	688	84 (80 a 99)	120 (105 a 140)	85 (65 a 100)



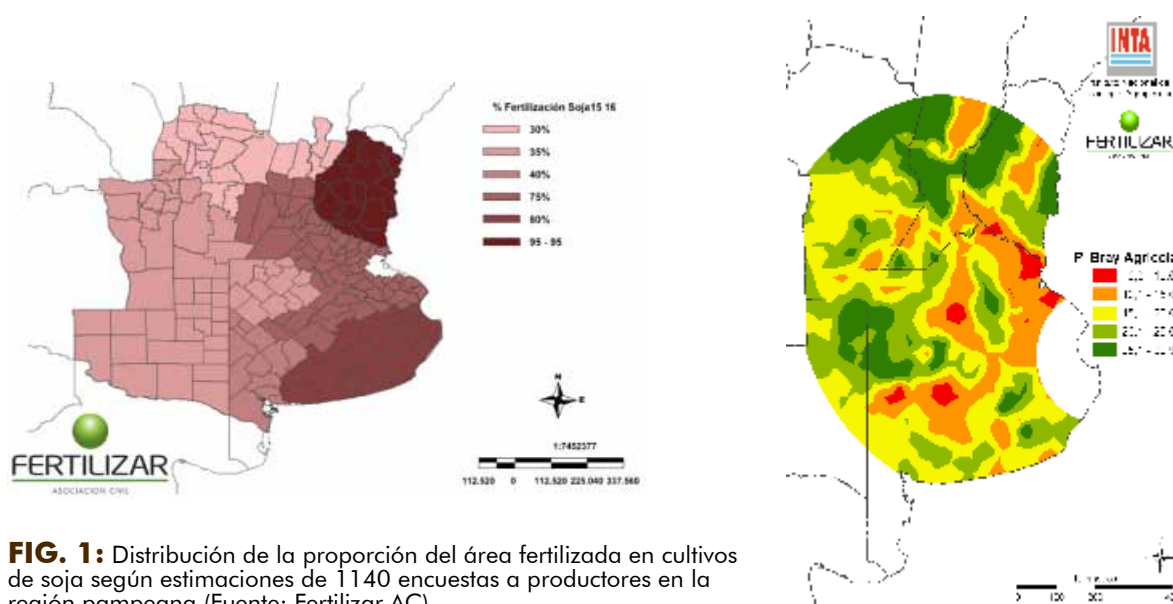


FIG.2: Distribución de niveles extractables de fósforo (método de Bray Kurtz 1) de suelos en la región pampeana (Adaptado de Sainz Rozas y col. 2011).

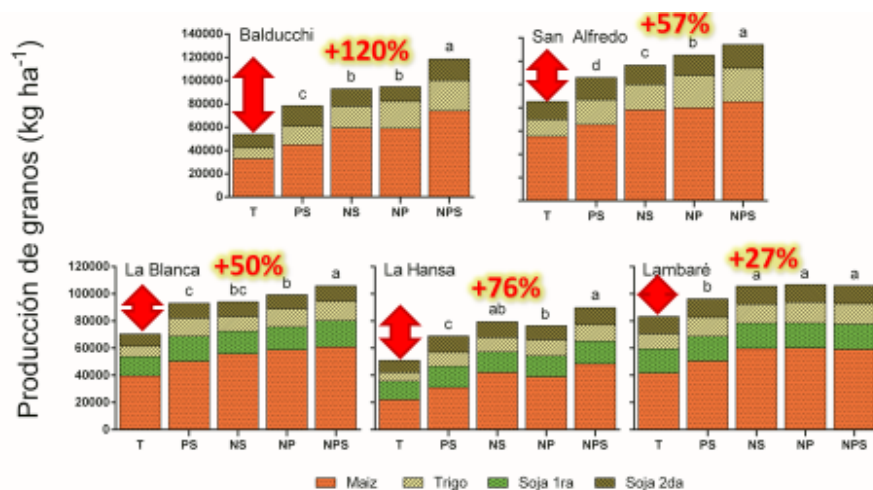
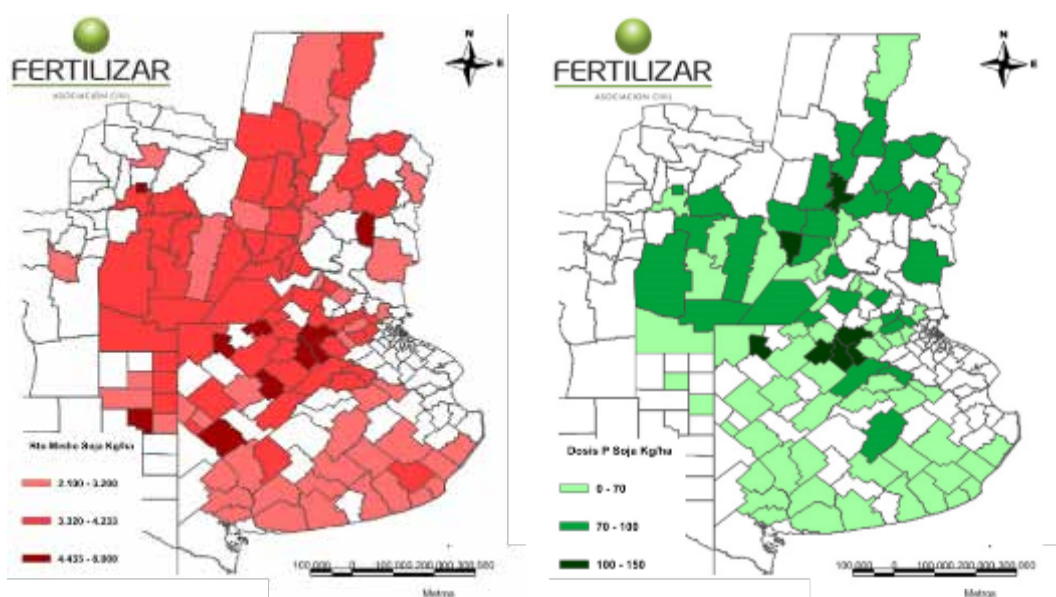


TABLA 3. Rendimientos medios de cultivos en una secuencia agrícola continua bajo estrategias contrastantes de manejo de la fertilización en la EEA INTA General Villegas entre 2001/02 y 2015/16 (Fuente: Barraco y col. inédito).

Rendimiento (kg/ha)			Respuesta			Años con respuesta
Cultivo	Reposición	Suficiencia	(kg/ha)	(%)	p(x)	(%)
Girasol	3094	3030	64	102	0,41	47
Maíz	9561	8987	574	107	0,03	60
Soja	4075	3968	108	103	0,25	60
Trigo	3636	3233	403	113	0,00	80
Soja 2 ^{da}	2916	2776	140	105	0,09	73
Secuencia	5989	5668	321	106	0,01	80

La implementación reiterada de diferentes estrategias de fertilización afecta no sólo los niveles de fertilidad de los suelos sino los resultados de los sistemas de producción de cultivos. Los planteos según criterios de suficiencia de nutrientes buscan corregir necesidades anuales de nutrientes (“fertilizando el cultivo”) y conducen en el largo plazo al establecimiento de rendimientos de entre el 5 y el 10 % inferiores al máximo alcanzable al reducir potenciales riesgos de no lograr respuestas rentables en el año de aplicación de la corrección (Leikam et al. 2010). En contraposición, las estrategias de fertilización de mantenimiento (y en su caso extremo de crecimiento) buscan correcciones nutricionales que compensen la extracción de estos y que no se limite la productividad maximizando los rendimientos (Leikam et al. 2010). La brecha de rendimientos entre ambos planteos para el manejo de la nutrición de los cultivos es variable entre cultivos y en interacción con las condiciones ambientales. En la EEA del INTA “General Villegas” (Drabbe, Buenos Aires, Argentina) se dispone, sobre un Hapludol

Típico, de un ensayo de larga duración contemplando girasol, maíz, soja y trigo/soja en secuencia completa (todos los cultivos de la secuencia se producen todos los años) bajo prácticas de siembra directa continua y con estrategias contrastantes de fertilización. Entre los cultivos, los mayores aportes de fertilizar con dosis de fósforo equivalentes a la extracción de los cultivos (reposición) se logran al producir trigo y maíz mientras que las respuestas de soja y de girasol son de menor magnitud o más variables (Tabla 3). En el 80 % de las campañas, los planteos de fertilización por reposición permitieron alcanzar mayor productividad del sistema (i.e. rendimientos acumulados anuales de todos los cultivos en la secuencia). En promedio, la tasa de mejora en la producción de granos del sistema al aplicar planteos de fertilización equivalentes a la reposición en la extracción de nutrientes por sobre planteos de suficiencia es de unos 341 kg/ha.

En la región pampeana, al incrementarse el aporte de nutrientes (intensificación de la fertilización) con respecto a su uso corriente se observan aumentos en la producción de hasta aproximadamente 20 % (Tabla 4). Para este análisis se consideran estudios de fertilización en secuencias de cultivos de al menos 2 años de duración en la región pampeana conducidos en diversos proyectos de desarrollo tanto de origen público como privado o mixto entre 2000/01 y 2014/15. En total se recopilieron 171 casos distribuidos en diversas áreas de producción agrícola bajo prácticas representativas de producción (i.e. genotipos de alta producción, sistemas de siembra directa, etc.).

En general, los aportes relativos de la fertilización mejorada fueron mayores en los estudios desarrollados recientemente (2011 a 2015) que entre las campañas 2000 y 2005 (Tabla 5). Este comportamiento es en parte atribuido a menor productividad media en los tratamientos “del productor” y también a

TABLA 4. Rendimientos de cultivos agrícolas en estudios de intensificación de la fertilización (dosis NPS mejorada y aplicada en 2 secuencias de al menos 2 campañas de duración) en la región pampeana según revisión de 171 casos desarrollados entre 2000/01 y 2014/15 (Fuente: Fertilizar AC).

		Rendimiento (kg/ha)		Respuesta	
Cultivo	Casos	Productor	NPS mejorado	kg/ha	%
Trigo	26	3834	4558	723	21%
Cebada	2	2894	3309	416	14%
Maíz	56	9460	10726	1266	14%
Soja	70	3720	4219	498	14%
Soja 2 ^{da}	17	3029	3158	129	8%

TABLA 5. Evolución aparente de rendimientos medios de trigo, de maíz y de soja de primera en estudios de intensificación de la fertilización (dosis NPS mejorada y aplicada en 2 secuencias de al menos 2 campañas de duración) en la región pampeana (Fuente: Fertilizar AC).

			Rendimiento (kg/ha)		Respuesta	
Cultivo	Campaña	Casos	Productor	NPS mejorado	kg/ha	%
Trigo	2000 - 2005	8	3754	4224	471	12%
	2011 - 2015	14	3678	4708	1030	29%
Maíz	2000 - 2005	10	9283	10774	1491	17%
	2011 - 2015	19	8356	9027	671	20%
Soja	2000 - 2005	4	3798	4209	410	11%
	2011 - 2015	59	3649	4360	711	20%

aumentos en los rendimientos alcanzados bajo la estrategia de fertilización “mejorada”.

COMENTARIOS FINALES

El proceso de sostenimiento, y hoy de crecimiento, de la producción involucra desde la visión de la nutrición del sistema productivo dos motores estrechamente ligados. Por un lado, la nutrición energética del suelo a partir del ciclado del carbono que en sistemas agrícolas se asocia a la intensificación dada por la maximización productiva individual de los cultivos y del tiempo bajo condiciones con cultivos. Por el otro, la nutrición en sí misma de los cultivos integrantes de los sistemas de producción procurando la implementación de estrategias no limitadas en nutrientes. La combinación de estos factores, y bajo condiciones simples de análisis de secuencias de corto plazo, validan los aportes del manejo completo NPS por sobre decisiones de uso frecuente.

La brecha productiva mejorable al implementar ajustes moderados en las estrategias de fertilización de maíz, de soja y de trigo sería de entre el 20 y 30 % de los rendimientos actuales y respondería mayormente a mejoras en la eficiencia de recursos hoy disponibles tales como agua y radiación solar. Esta contribución coincide con la expectativa de respuesta manifiesta por los productores y se justifica agrónomicamente mayormente por la brecha entre las dosis de fertilización de uso frecuente en combinación con las condiciones de sitio que afectan la frecuencia de las respuestas en producción, en particular en cultivos de soja. Hoy son varios los estudios en integración pública-privada que se desarrollan en la región pampeana para profundizar los conocimientos sobre potenciales cambios de la aplicación de estas estrategias de intensificación sobre el ambiente y el resultado productivo integral.

REFERENCIAS

Barraco, M., M. Díaz-Zorita, C. Justo y A. Lardone. 2014. ¿Fertilización fosfatada por suficiencia o mantenimiento en secuencias agrícolas de la pampa arenosa? En: Actas del XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo - II Reunión Nacional “Materia Orgánica y Sustancias Húmicas”. Producción sustentable en ambientes frágiles. AACs (ed.), Bahía Blanca, Bs. As., 5-9 mayo. 2014. AACs. Argentina.

Caviglia y col. 2016. Proyecto: Productividad e impacto ambiental de sistemas intensificados de producción de granos en la región pampeana argentina. Resultados de productividad de los recursos. Presentación en 4º Jornada de intercambio ámbito público y privado. 3 y 4 de marzo de 2016. Balcarce (BA)

Correndo A.A., M. Boxler, y F. O. García, 2015. Análisis económico del manejo de la fertilización con enfoque en el largo plazo. Cienc. Suelo (Argentina) 33(2):197-212.

Díaz-Zorita, M. 2015. El valor de los estudios de largo plazo para el manejo de la nutrición de soja. Conferencia. En: Simposio Fertilidad 2015. Nutriendo los suelos para las generaciones. IPNI Cono Sur y Fertilizar Asociación Civil (ed.), Rosario, 19 y 20 de mayo de 2015. IPNI Cono Sur y Fertilizar Asociación Civil. Argentina., pp. 72-78. CD.

Leikam, D.; G. Randall y A. Mallarino. 2010. Are current soil test-based phosphorus and potassium fertilizer recommendations adequate? Crops and Soils 43: 27-32.

Sainz Rozas H., H. Echeverría y H. Angelini. 2011. Fósforo extractable en suelos agrícolas de las regiones Pampeana y extrapampeana de Argentina. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica, 4:14-18



areacomercial@ amanecerrural.com dolores.recaldesian@ gmail.com

Tel.: 03624 444 507 Cel.: 0362 154 873807

www.amanecerrural.com

Entrevista

▶
Aníbal
Ivancich

“El equilibrio nutricional del maíz es básico para el logro de altos rendimientos”

En este número entrevistamos a Aníbal Ivancich, Presidente de MAIZAR, un espacio que convoca a todos los integrantes de la cadena productiva, comercial, industrial, alimenticia y exportadora del maíz, con el fin de promocionar el crecimiento de este insumo como producto y generar un mayor volumen de oferta para las industrias capaces de darle un más alto valor agregado.

1. ¿Cuáles son las principales actividades de Maizar para este año?

Ayudar a los distintos sectores de la cadena del maíz y del sorgo, que hoy encuentran situaciones de dificultad, a que puedan sortear las mismas, y que la cadena de valor en su conjunto vaya resolviendo los problemas que afectan su competitividad, poniendo especial énfasis en los costos de transacción.

2. ¿Cómo ve al sector agropecuario en la actualidad?

Como el sector de la economía argentina que tiene la oportunidad de resolver una gran parte de los problemas económicos y sociales de nuestro país. Para poder lograr esto se debe mejorar la capacidad de coordinación con las distintas áreas del sector público y aprovechar este momento de valoración del sector por parte del Gobierno.

3. ¿Cuál considera es el rol del maíz en el sistema productivo?

El maíz se transformó en los últimos 20 años en el grano más producido del mundo y que se siembra en más países. Esto se dio porque el grano pasó de ser solo usado para alimentación animal a un insumo básico de una gran cantidad de industrias (producción de carnes vacuna, porcina y aviar, leche y productos lácteos, molliendas húmeda y seca, bioetanol, biogás y biomateriales).

Nuestro país debe agregar valor a nuestra producción de maíz para seguir la tendencia de lo que ocurre en el

resto del mundo. Esto se traducirá en la creación de una gran cantidad de empleo y de desarrollo económico.

4. ¿Cuáles son las perspectivas para la próxima campaña?

Todavía es un poco temprano para saber cómo será la siembra de la campaña 17/18. Sin embargo, está claro que en esta cosecha se lograrán rendimientos récords, que implicarán un replanteo del cultivo hacia nuevos límites de rendimiento. Las perspectivas de que el área, que ya aumentó en 2016, siga aumentando en 2017, se verán impactadas por la cosecha y los consumos en el resto del mundo.

5. ¿Cómo cree impacta la correcta fertilización de este cultivo?

El equilibrio nutricional del cultivo es básico para el logro de altos rendimientos. La fertilización se fue ajustando en los últimos años a partir de la siembra directa, los nuevos híbridos y la aparición de los maíces de segunda.

6. ¿Qué opina sobre la actual reposición de nutrientes a nivel país?

El año 2016 fue un año de ventas récord de fertilizantes para el cultivo de maíz. Se verificó un importante salto respecto de años anteriores, demostrando que el productor estuvo dispuesto a fertilizar mejor. Esto va a mostrar que una correcta reposición de nutrientes conduce a ecosistemas más sustentables y mayores rendimientos de los cultivos.

IDENTIKIT

Nombre: Aníbal Ivancich

Edad: 49

Hobby: Entrenador de rugby infantil

Club de fútbol: Newells

Fertilización y contenido de proteína en soja

El bajo contenido de proteína de la soja argentina es un tema de preocupación para la cadena, ya que el país viene soportando importantes pérdidas en la exportación de harina proteica y de grano debido a esta causa en las últimas campañas. En la cosecha 2013 el promedio de proteína se ubicó en 37,1% frente al promedio de 16 años de 38,7%. Ese contenido relativamente bajo de proteína de esa campaña habría implicado un costo extra de alrededor de USD 405 millones para el complejo oleaginoso nacional, debido a la consecuente caída en la calidad proteica de la harina de soja, principal producto de exportación de la República Argentina. Esta cifra surge de considerar los mayores costos energéticos por elevar el nivel de proteína de la harina de soja mediante un proceso adicional de secado; menores ingresos por la pérdida de volumen del subproducto al disminuir la humedad y reducción de ingresos por descuentos comerciales aplicados por la venta al exterior de harina con menor calidad que la exigida según estándares internacionales.

Hoy existen en el mercado bonificaciones por partidas de mayor contenido de proteína, que podrían ayudar al productor a mejorar su margen bruto. Dado que la semilla se comercializa bajo contrato, ameritarían considerar la ecuación económica. También se ha estudiado mucho la fertilización específica, tal como existe hoy ya en pro-

cesos de adopción para trigo y cebada. Sin embargo, los datos no son conclusivos. Fisiológicamente la planta de soja debe repartir su oferta de fotosintatos almacenados durante el ciclo entre aceite y proteína en las semillas o granos, proceso algo más complicado que almacenar almidón y proteína. Por lo tanto no siempre la fertilización garantiza mayor contenido de proteínas aunque si mayor rendimiento de grano. Beneficiarse económicamente realizando una fertilización específica de algún nutriente, en dosis, fuente, momento y aplicación no está aun suficientemente clara ni para los científicos ecofisiólogos que investigan el tema.

PROBABLES CAUSAS

Se ha atribuido las caídas en los valores de proteína al agotamiento del suelo, que es innegable, con menores índices de materia orgánica y cationes, producto del largo tiempo bajo cultivo con fertilizaciones sub-óptimas. Pero es más probable que tengan mayor influencia tanto la genética de las variedades utilizadas como los altos rindes, que han venido aumentando sostenidamente desde los últimos 45 años como lo muestra la figura de abajo. En forma general se puede decir que cuanto mayor es el rinde mayor es la cantidad de aceite obtenida pero menor es su concentración de proteína.



ELIGIENDO VARIEDADES

Otra opción directa para beneficiarse del sobreprecio de una soja con alta proteína es por el uso de variedades especiales. En la actualidad existe una única variedad de soja de esta clase comercializada en el país (AW 3702 ProFat). Esta variedad produce mayor proteína por su germoplasma, pero no es una característica transgénica, sino simplemente es la forma en que deriva sus reservas en producir aceite y proteína. El promedio de la última campaña fue alrededor del 42,5 % de proteína en todos los lotes analizados. Es una variedad clasificada como Delta 3, porque produce tres veces más de proteína que las demás variedades, y ya hay en estudio nuevas variedades que producirán hasta cinco veces más de proteínas que las comunes.

Recientemente la Universidad de Arkansas liberó al mercado una nueva variedad, UA 5814HP, no transgénica de grupo de madurez V tardío, la mencionada anteriormente es del grupo 3, que tuvo una muy buen performance productivo, con rindes entre 4 y 4,3 t/ha en evaluaciones en 12 localidades en el estado de Arkansas y fuera de éste. Los niveles de proteína de esta variedad son de aproximadamente 45.5 %.

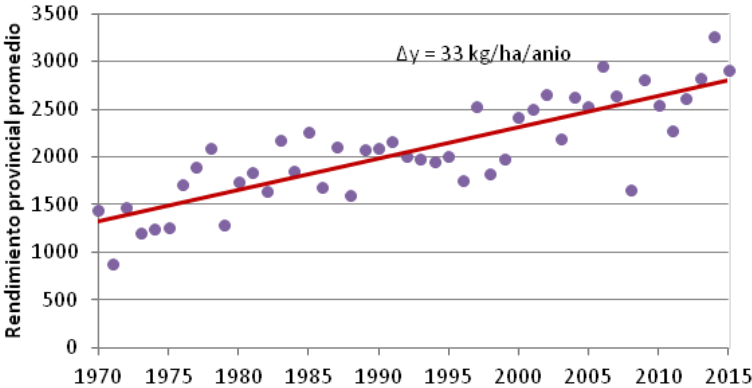
Por sus características genéticas estas variedades tienen, en condiciones ambientales iguales, mayor contenido de proteína que el promedio. Si bien el contenido de proteína también varía por la fecha de siembra, el rendimiento final, la fertilidad del lote, la suma térmica y otros factores, estas variedades siempre mantienen el diferencial en proteína.

Normalmente para producir soja con estas variedades se realizan contratos cerrados donde se pacta la bonificación por porcentaje de proteína logrado en cada camión cosechado. La Universidad de Arkansas está en proceso de acuerdos con semilleros de EEUU para multiplicarla.

La soja de estas variedades producen harinas con cerca del 50 al 53 % de proteína, contra un 47 % de base, valores que ciertamente interesan a la industria de alimentos balanceados para aves y cerdos por el mayor potencial para brindar un valor nutricional mejor por kg de alimento.

¿Y CON LA FERTILIZACIÓN?

La soja en general contiene 35-40% de proteína, y entre los esfuerzos que se están realizando para aumentar más este valor y además la calidad de las proteínas y mejorar así su valor nutritivo es la fertilización. En la búsqueda de estrategias de manejo



para corregir y aumentar el contenido de proteína, diferentes estrategias de fertilización con Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S) se han investigado con mucha frecuencia intentando detectar además posibles interacciones con otros factores ambientales, principalmente la disponibilidad de estos elementos en el suelo.

Es importante tener en cuenta que los niveles de proteína normalmente mejoran con un adecuado suministro de tres nutrientes esenciales: Nitrógeno, Fósforo y Azufre. Para el nitrógeno hay que pensar en la inoculación, mientras que el fósforo y azufre deberán ser adicionados a través del fertilizante.

Pero aquí no se plantea una situación de insuficiencia de cualquier nutriente, ya sea aportado desde el suelo o por una fertilización corriente. Lo que se pretende es aumentar el contenido y calidad de las proteínas a partir de una dosis adicional de fertilización de algún nutriente o específica por su momento o fuente o aplicación con ese objetivo y sin sacrificar rendimiento.

Estudios en numerosos grupos de investigación en varios países demostraron algunas veces beneficios de la fertilización con N mineral para aumentar el rendimiento de la soja. Sin embargo, otro gran grupo de estudios han reportado que la fertilización con N mineral es innecesaria bajo las condiciones ambientales normales, cuando se realiza una inoculación con bacterias específicas fijadoras de N y hay un contenido nutricional suficientemente bueno. Por lo tanto, el N necesario para el crecimiento y la producción de la soja pueden ser suministrados por fijación biológica de N y por el N presente en el suelo.

TABLA 1. Valores promedio de los cuatro sitios de cada tratamiento de rinde de grano, contenido de proteína sobre base seca y producción total de proteínas.

	Rendimiento	% Proteína	Proteína
Soja Sin fertilización/monocultivo	3.487	37,8	1.318
Soja fertilizada P + S/monocultivo	3.717	37,8	1.406
Cult. Cobertura/Soja – Sin fertilización	3.295	37,8	1.246
Cultivo Cobertura sin fertilizar/Soja P + S	3.623	38,5	1.394
Cultivo Cobertura + N / Soja + P y S	3.576	38,5	1.377
Cult. Cobertura + N / Soja + P y S/ en rotación	4.082	38,6	1.576

El nitrógeno es requerido por la soja en mayor cantidad que otros elementos, en especial después de la floración. Aproximadamente el 84% de la absorción de N por la soja se asigna y destina a los granos, resultando en una demanda de alrededor de 80 kg de N por cada tonelada de granos producidos. El N es constituyente de muchos compuestos, incluyendo clorofila, enzimas, ácidos nucleicos, aminoácidos y proteínas. Así, el aumento de la absorción de N por las plantas de soja puede influir en el crecimiento y en el rendimiento, así como las concentraciones de proteína y aceite en los granos.

Con referencia al azufre, en la soja es una de las principales fuentes de proteínas para la alimentación animal. Sin embargo, el aminoácido que compone la proteína de los granos no es ideal debido al contenido de aminoácidos que contienen azufre. Las semillas de soja contienen dos proteínas principales, a saber, glicinina y B-Conglicinina. La glicinina, compone aproximadamente el 50% del total de la proteína del grano, y es relativamente rica en aminoácidos que contienen azufre (1,8%). La B-Conglicinina es la segunda proteína más abundante y es relativamente pobre en estos aminoácidos (0,6%) azufrados. Aumentando el contenido de proteína ricas en azufre y disminuyendo los niveles de proteínas pobres en azufre, podría mejorarse la calidad nutricional de la soja.

Una cuestión que rodea las investigaciones destinadas a mejorar el contenido de proteínas en el grano de soja, es que si bien un mayor contenido de proteína es una característica deseable, no se sabe si tal aumento se acompañará de un aumento de la calidad de las proteínas. La calidad de las proteínas de soja podría mejorarse significativamente aumentando la concentración de los aminoácidos azufrados, cisteína y metionina. Para determinar si existía una correlación entre la cantidad y la calidad de proteína, se compararon los aminoácidos de soja que diferían en el contenido de proteína. La soja con mayor contenido de proteína tenía un porcentaje significativamente menor de aminoácidos de azufre, mientras que aquellos con menor contenido de proteína exhibieron un mayor contenido de cisteína y metionina. En general la aplicación de Nitrógeno eleva el contenido de proteínas pero disminuye la de los aminoácidos azufrados. Por esta razón, la disponibilidad durante el ciclo de por sí compleja, y proporción del N y del S tiene mucha importancia en el porcentaje final de proteínas, y de proteínas azufradas (glicinina).

Con el fósforo también se dan algunos resultados contradictorios. Aún considerando la superior importancia de este elemento en el rendimiento y en la calidad de todos los cultivos, el efecto del P sobre el rendimiento tiende a 'diluir' el contenido de proteína resultando valores porcentuales menores con la fertilización fosfatada.

EXPERIENCIAS LOCALES

Un proyecto reciente del INTA evaluó el contenido de proteína en grano en función de distintas estrategias de fertilización e intensificación de la secuencia en cuatro ambientes de la región pampeana. Se establecieron ensayos en distintos ambientes: Balcarce, G. Villegas, Marcos Juárez y Paraná. Adonde se evaluaron los tratamientos siguientes de fertilización de reposición:

1. Soja sin fertilización y en monocultivo.
2. Soja con fertilización de reposición de fósforo (20 kg P/ha) y azufre (15 kg S/ha) y en monocultivo.
3. Rotación/Secuencia, Cultivo de cobertura (CC) /Soja - ambos sin fertilización.
4. Rotación/Secuencia, Cultivo de cobertura sin fertilizar/ Soja con fertilización con P y S.
5. Rotación/Secuencia, Cultivo de cobertura fertilizado con 80 kg N/ha/Soja con fertilización con P y S.
6. Rotación/Secuencia, Cultivo de cobertura fertilizado con N / Soja con fertilización de P y S, en una rotación Trigo/soja-Maíz -CC/Soja.

Los resultados de un primer año de experimentación se presentan en la tabla 1. Si bien en general, una mejora en la oferta de nutrientes tiene mayor impacto en el crecimiento del cultivo que en la calidad del grano, cuando se analizó conjuntamente los cuatro ambientes, hubo diferencias significativas en el contenido de proteína entre tratamientos. Los cultivos de soja fertilizados con P y S anteceditos por un cultivo de cobertura produjeron granos con un mayor contenido de proteína. Y no hubo respuesta a la fertilización con P y S bajo soja continua.



Probablemente, la respuesta a la fertilización fue pequeña en relación al error experimental, y las diferencias entre tratamientos solo aparecen con claridad cuando aumentamos el número de datos, producto de reunir en el análisis todos los ambientes. Por otro lado, el ambiente influyó significativamente con diferencias entre sitios, pero no modificaron la respuesta a los tratamientos de fertilización. Además, no hubo relación entre el rendimiento y el porcentaje de proteína, que pueda contribuir a explicar las diferencias entre ambientes. En Marcos Juárez se produjeron granos con mayor contenido de proteína y en Balcarce con menor contenido.

En el experimento el contenido de aceite de los granos difirió significativamente entre los sitios, pero no fue afectado por los tratamientos de fertilización. Cabe destacar que los ambientes con mayor contenido de aceite fueron los que tuvieron menor contenido de proteína, y los tratamientos fertilizados tendieron a presentar menor contenido de aceite. Esta experiencia muestra mejoras en el contenido de proteína del grano de soja en respuesta a la fertilización con P y S en combinación con cultivos de cobertura.

RESULTADOS CONTRADICTORIOS

La pregunta ¿puede la fertilización nitrogenada aumentar el contenido de proteína de grano bajo distintas condiciones ambientales y agronómicas, en particular cuando existe una mayor demanda de N en las etapas iniciales de desarrollo? Y con los otros nutrientes? Algunos estudios son muy valiosos por la cantidad y variedad de situaciones específicas de sitio-cultivo que involucran, Haq y Mallarino investigaron los efectos de la fertilización en las concentraciones de aceite y proteína de grano de soja en 112 ensayos de campo realizados en Iowa entre 1994 y 2001. Cuarenta y dos ensayos evaluaron la fertilización foliar (mezclas N-P-K con o sin S, B, Fe y Zn) aplicado entre las etapas de crecimiento de V5 y V8. Setenta ensayos evaluaron fertilización por aplicación al voleo en pre-siembra o en bandas (35 ensayos con P y 35 con K). La fertilización foliar y del suelo P o K aumentó significativamente en 20 ensayos, pero la fertilización foliar aumentó la concentración de proteína en un único ensayo (0,5 %), pero la disminuyó en dos ensayos (0,6 %). La fertilización con fósforo aumentó la concentración de proteína en cinco ensayos (0,5 %), pero la disminuyó en dos ensayos (0,6 %). La fertilización con potasio aumentó la proteína en dos ensayos (0,9 %), pero la disminuyó en dos ensayos (1,1 %). Las respuestas sobre el total de producción de proteína a la fertilización tendieron a seguir las respuestas de rendimiento. La fertilización aumentó la producción de proteínas en 13 ensayos. Los autores concluyen que si bien la fertilización aumenta el rendimiento de la soja tiene efectos poco frecuentes, inconsistentes y pequeños en las concentraciones de aceite y proteína, aunque aumenta la producción total de aceite y proteínas.

Otros experimentos también muestran resultados inconsistentes respecto a tratamientos de dosis y momentos así como en interacción con los cultivares. Las aplicaciones de nitrógeno en R5 aparecen como las más confiables para aumentar los rendimientos pero no sobre el efecto sobre las concentraciones de aceite y proteína. Los resultados en general indican que las recomendaciones de aplicaciones de fertilizantes nitrogenados para soja es, por lo menos, proposición riesgosa.



PREMIO POR MAYOR CONTENIDO DE PROTEÍNA

El dilema de adecuar los programas de fertilización, más allá del objetivo de lograr un mejor rendimiento y mantener la fertilidad del suelo es una situación parecida a la que se le plantea al productor de trigo. Muchas veces aplicaciones específicamente destinadas a aumentar el porcentaje de proteína terminan aumentando el rendimiento de grano y eventualmente el contenido total de proteína. En este mismo sentido, lograr premios por partidas con altos niveles de proteína en soja es materia de negociación con los corredores de grano o por contrato previos. En el mercado hay premios por partidas de soja con altos niveles proteicos, se han ofrecido bonificaciones de 10 u\$s/t, sobre la base del precio “pizarra” Rosario, para niveles de proteína de 38,5% a 39,0%, 15 u\$s/t para el rango de 39,1% a 39,5% y 20 u\$s/t para niveles superiores a 39,6%. Capturar parte de esa oportunidad de mercado, además del uso de una variedad específica, mediante el manejo de la fertilización parece más complicado que hacerlo en trigo o en cebada.

CONCLUSIONES

Una harina de soja con una base del 47%, nivel estándar mínimo del mercado internacional requiere granos con al menos 38% de proteína al 11 % de humedad. Muy pocas localidades lograron generar partidas con niveles de proteína superiores a 39%. En los últimos años los niveles proteicos promedio fueron tan bajos que muchas empresas aceiteras debieron renegociar contratos de exportación para fijar nuevos mínimos en valores de 45,5% a

46,5%; problema no exclusivo de las aceiteras, ya que los exportadores de poroto también tienen inconvenientes comerciales al no poder cumplir con el contenido mínimo de proteína determinados en los contratos.

Mejor y mayor número de investigaciones conclusivas son necesarias para determinar técnicas de fertilización adecuadas para mejorar el contenido de proteínas, y deberían realizarse con el monitoreo de varios factores intervinientes, por ejemplo la fecha de siembra; al menos para interpretar los resultados, ya que las condiciones climáticas durante del llenado de granos no solo no son controlables sino que presentan una elevada variabilidad interanual. No debe descartarse el uso de bioestimulantes específicos y hormonas que puedan acelerar o modificar los procesos fisiológicos.

No se propone limitar la fertilización sino por el contrario, mantenerla en niveles óptimos que permita la reposición de los nutrientes que afectan más sensiblemente el contenido y calidad de las proteínas, principalmente aquellos que no pueden ser provistos de una forma que no sea la fertilización, ya sea directa al cultivo como indirecta al cultivo antecesor o de cobertura.

Indudablemente mitigar el descenso del nivel proteico registrado por las partidas de soja provenientes de la mayor parte de las regiones de producción en las últimas campañas requiere que el sistema tecnológico y académico se ponga a investigar el tema y reciba la adecuada financiación en particular de las empresas beneficiarias.



El acceso a la información necesaria para la toma de decisión. Sembrando Noticias, más que un sitio de campo, el lugar del campo.

www.sembrandonoticias.com

Un método para mejorar el diagnóstico de Nitrógeno para maíz

Juan Orcellet, Nahuel Reussi Calvo, Hernán R. Sainz Rozas N. Wyngaard, y Hernán Echeverría
orcellet.juan@inta.gob.ar

Las recomendaciones de fertilizantes nitrogenados para maíz corrientemente se basan en medir la concentración del suelo $N-NO_3$ antes de la siembra a una profundidad de 0 a 60 cm (PPNT) y determinar el fertilizante nitrogenado a aplicar comparando el valor medido de N de nitratos, indicador de la disponibilidad, con umbrales que varían dependiendo de las condiciones locales y el objetivo de rendimiento. Sin embargo, se ha demostrado que muchas veces este valor de nitratos antes de la siembra no predice bien la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada porque este indicador toma en cuenta una pequeña fracción del N total disponible, y no considera la liberación que gradualmente se mineraliza de la materia orgánica del suelo durante toda la temporada de crecimiento. En este sentido, el nivel crítico 22 ppm N comúnmente usado representa sólo el 9% de la absorción final de N.

Otro método comúnmente utilizado para calcular el requerimiento de fertilizante nitrogenado para el maíz se basa en la concentración de $N-NO_3$ en los 30 cm superiores del suelo en la etapa de 6 hojas o V6. En este método, la dosis de fertilizante nitrogenado se calcula comparando el valor en el suelo de los nitratos medidos en V6 en la capa superficial de suelo hasta los 30 cm con umbrales regionales de disponibilidad de N. Este valor, (PSNT) se considera un indicador más preciso de la disponibilidad de N del suelo que la medición en pre-siembra, ya que representa una mayor proporción del N del suelo mineralizado durante la temporada de crecimiento. Sin embargo, hay quienes argumentan este valor PSNT subestima la respuesta de N de maíz porque hasta esa etapa de V6, las bajas temperaturas del suelo resultan en bajas tasas de mineralización de N.

Considerando que los métodos de diagnóstico tradicionales N (PPNT y PSNT) no toman en cuenta al N directamente mineralizado del suelo, y la importancia de estimar este proceso para determinar la cantidad disponible de N del suelo para el maíz se ha realizado. Si bien se han propuesto y utilizado muchos métodos, estos se consideran laboriosos para ser adoptados por laboratorios de rutina

Entre los métodos biológicos, el método de incubación anaeróbica (Nan), ya descrito en 1982 por Keeney es simple, preciso y rápido, y por lo tanto, adecuado para determinaciones de rutina en laboratorios de suelos. Los resultados de Nan están muy asociados con el rendimiento de maíz que se obtiene sin fertilización nitrogenada, así como con la absorción de N por el maíz durante el ciclo de crecimiento. Además, el Nan es sensible a los cambios en el uso del suelo y las prácticas de manejo. Otra ventaja de este método al compararlo con otros métodos biológicos (por ejemplo, incubaciones aeróbicas) es que debido a las condiciones de saturación de agua, no es necesario estandarizar el contenido óptimo de agua de la muestra de suelo. Sin embargo, la tasa de mineralización de la fracción lábil de la materia orgánica del suelo, cuantificado por el Nan, es muy influenciado por factores tales como la textura del suelo, disponibilidad de agua, que varían entre diferentes lotes. Para superar este inconveniente, se puede corregir el Nan según la textura y temperatura para estimar el N mineralizado en condiciones de campo.

La cuantificación del Nan en muestras de suelos podría ser una estrategia útil para mejorar la fiabilidad o capacidad de diagnóstico de las terminaciones de nitratos en pre o post siembra (PPNT o PSNT). Por ejemplo, usar un índice combinado entre el $N-NO_3$ en pre siembra junto con el Nan, que demostró me-

jorar la capacidad de predicción del rendimiento del trigo y su contenido de N, en comparación con el uso único del N-NO₃ en pre siembra. Para el maíz, los valores críticos de N-NO₃ en V6 (PSNT) fueron de 75 y 90 kg/ha de N, para sitios con valores altos y bajos de Nan respectivamente. Sin embargo, actualmente no hay estudios de evaluación del uso de un índice combinado (Nan + PPNT o PSNT) para diagnosticar la capacidad de suministro de N del suelo para el maíz.

Teniendo en cuenta que tanto el N-NO₃ medido en pre siembra o en estadios de V6 (PPNT y PSNT) evalúan sólo la disponibilidad de N en las etapas iniciales de crecimiento, donde la absorción de N por el maíz es sólo el 10% del total, determinar el valor de Nan, que está en gran medida asociado con la absorción total de N por el maíz, mejoraría la capacidad de predicción de estos métodos de diagnóstico de necesidad de N. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar si las recomendaciones de N para el cultivo podrían mejorar mediante la inclusión de un estimador de mineralización potencia de N (Nan) y así estimar los requerimientos de fertilizantes nitrogenados para maíz, en áreas con condiciones edáficas y climáticas contrastantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 35 experimentos de campo en tres áreas diferentes y en dos fechas de siembra y se agruparon en a) SE de Buenos Aires, Pampeana Norte, estos a su vez en dos fechas de siembra: b) En fecha y c) tardía. En cada sitio se evaluaron el PPNT, PSNT y el nitrógeno amoniacal (N-NH₄) liberados durante la incubación anaeróbica (Nan) de una muestra de suelo, datos que luego se relacionaron con el rendimiento del maíz en parcelas no fertilizadas (0N) y con la respuesta del maíz a una fertilización nitrogenada (N resp %).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de maíz en las parcelas de testigo (0N) varió entre las áreas y entre fechas de siembra en el orden RP. Norte tardía > RP Norte temprana = R. Sudeste (Figura 1). Las diferencias en las precipitaciones y la mineralización de N pueden explicar estas diferencias de rendimiento en las parcelas testigo. La res-

puesta del rendimiento a la fertilización con N fue de 2076 ± 672 kg/ha para R.P Norte temprana $\geq 1677 \pm 625$ kg/ha para R. Sudeste $\geq 999 \pm 670$ kg/ha para RP. Norte tardía. El contenido de N en el grano tanto en los testigos como en los fertilizados fue mayor en la R. Sudeste que en las demás regiones, coincidiendo con el menor rendimiento de grano que observamos (Fig.1).

Incorporar el valor de Nan a los modelos PPNT y PSNT mejoró su capacidad para predecir el rendimiento de maíz en parcelas testigo sin N y la respuesta a la fertilización nitrogenada sólo en áreas con características de suelo y climáticas similares. Independientemente de la región geográfica, cuando el PPNT y PSNT se combinaron con Nan, textura y temperatura, se incrementó significativamente su capacidad para predecir el rendimiento en parcelas de control sin nitrógeno de 0N la capacidad para estimar la respuesta. La inclusión de Nan puede mejorar los modelos de diagnóstico N tradicionales cuando se combina con propiedades de suelo y de clima ya influyen en la velocidad de mineralización del N nativo del suelo.

CONCLUSIONES

Agregar el indicador Nan a los métodos tradicionales de diagnóstico de requerimientos de fertilizante nitrogenado, por ejemplo N-NO₃ en pre siembra o V6 (PPNT y PSNT) mejoró la capacidad de predicción de la respuesta del maíz a la fertilización en ambientes con características edáficas y climáticas similares. Además, las predicciones de rendimiento del maíz fueron más precisas cuando se combinó los valores de PPNT o PSNT con una medida de mineralización de N (Estimado a partir de Nan, textura y temperatura), independiente de la región geográfica.

Nuestro método puede proporcionar mejores estimaciones de la disponibilidad de N del suelo para el maíz en los agros ecosistemas templados húmedos, aunque queda por validarse para un rango más amplio de sistemas con distintas condiciones climáticas y edáficas. Un modelo actualizado de la oferta de N del suelo basado en nuestro enfoque es adecuado para determinar la dosis óptima de fertilizante nitrogenado para el maíz que minimice su costo y el impacto ambiental de la fertilización nitrogenada.

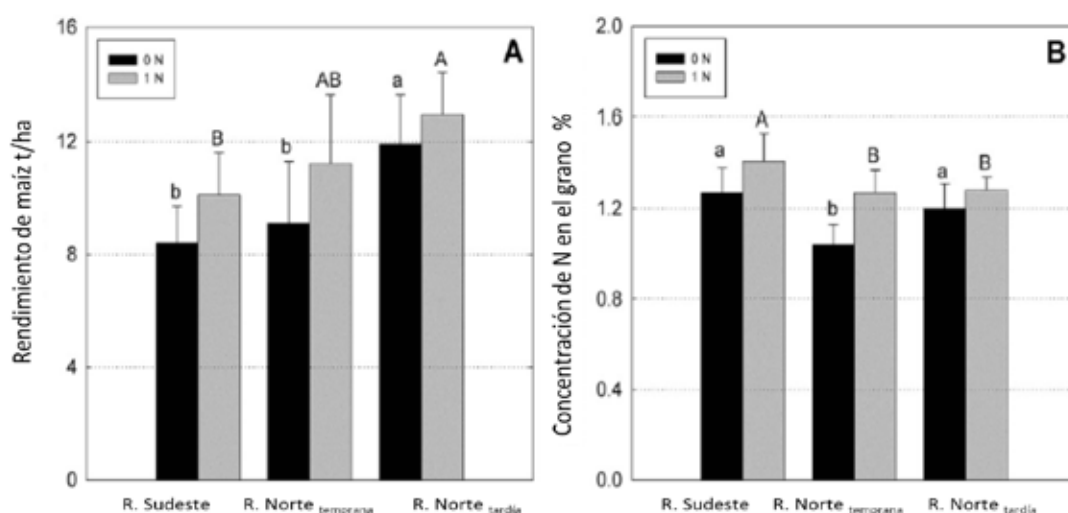


FIGURA 1. (A) Rendimiento de maíz y concentración de N (B) en parcelas no fertilizadas (0N) o parcelas fertilizadas a dosis óptima de N (1N) en la Región Sudeste y en las regiones Norte en dos fechas de siembra diferentes: temprana y tardía, respectivamente, en diferentes ensayos de campo entre 2007 y 2013. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre las regiones para las parcelas testigo (0N) mientras que las letras mayúsculas indican diferencias entre las parcelas fertilizadas (1N).



LOCALIZACIÓN DEL FERTILIZANTE FOSFATADO EN EL CULTIVO DE SOJA: efectos sobre la nutrición y el crecimiento

Oscar Alonso Vaquer; Gerardo Rubio;
Flavio Gutierrez Boem; Mirian Barraco;
Martín Díaz-Zorita
alonsovaquer@yahoo.com.ar

INTRODUCCIÓN

Las limitaciones de fósforo (P) para el normal crecimiento de los cultivos se extienden sobre una amplia superficie cultivada, a nivel global, por lo que incrementar la eficiencia de adquisición y uso por las plantas contribuirá a mejorar la producción agrícola. La absorción del P por las plantas es afectada por la irregular distribución espacial, horizontal y vertical del P disponible en el suelo, cuyo origen es tanto natural, por ejemplo la distribución de materiales parentales, como por resultado de las prácticas de fertilización y del manejo de los residuos de cultivos, o deposiciones del ganado. En sistemas agrícolas con moderada remoción del suelo y en labranza cero, la distribución espacial de la aplicación de fertilizantes fosfatados contribuye a la formación de patrones heterogéneos que afectan la disponibilidad del nutriente para las plantas. Al aplicar fertilizantes en bandas la proporción de suelo fertilizado representa entre el 1 y el 2 % del total explorado por las raíces, formando así sitios enriquecidos con este nutriente que perduran en el tiempo.

El P tiene concentraciones muy bajas en la solución del suelo y poca movilidad, por lo que las raíces de plantas deben toparse con estos sitios con alta concentración (“parches”) para lograr su adquisición. Cuando las raíces alcanzan una zona enriquecida en nutrientes a menudo proliferan en ella e incrementan localmente su capacidad de absorción en comparación con otras raíces que crecen fuera de estos “parches”. Esta alteración en la distribución de las raíces es un comportamiento de las plantas en “parches” o frente a otras plantas competidoras por los mismos recursos. Estos mecanismos permiten a las plantas enfrentar la heterogeneidad edáfica, tanto temporales como espaciales.

En las condiciones de producción predominantes en la región sojera argentina, cuando los niveles de P extractable son inferiores a 12 ppm (Bray) se pueden esperar respuestas superiores a los 200 kg/ha, equivalentes del 5 al 10 % del rendimiento alcanzable. Si bien se han descrito cambios en la absorción y en la respuesta en producción de soja a la aplicación de fósforo en suelos potencialmente limitados en este nutriente, los estudios integrando los procesos de absorción y de uso ante patrones espaciales de distribución y temporales de adquisición son menos frecuentes. Además, estudios que comparan tecnologías de aplicación de nutrientes en bandas con otras ubicaciones sobre los rendimientos de soja en condiciones de campo suelen presentar resultados contradictorios.

Una limitante de este tipo de comparaciones se debe a los efectos confundidos de varios factores. Al comparar tratamientos de fertilización en bandas con aplicaciones al voleo en la superficie del suelo, no sólo se modifica la distancia entre las plantas y las zonas enriquecidas, sino también la masa de suelo con la que reacciona el fertilizante. A su vez si la banda de aplicación se incorpora al suelo también pueden verse interacciones debidas a diferencias por la humedad, entre otros factores, en el sector de fertilización. Sin embargo, es frecuente observar mayor crecimiento temprano de soja cuando la fertilización fosfatada está próxima a la línea de siembra, principalmente en suelos fríos durante la siembra o imperfectamente drenados. En trabajos en condiciones controladas se observó que, en estadios muy tem-

pranos de las plantas, al aumentar el distanciamiento del fertilizante al eje vertical se retrasaba el desarrollo aéreo de las plantas, pero que posteriormente esto era parcialmente compensado cuando las raíces alcanzaban los parches enriquecidos. Por lo tanto no está claro si este mayor crecimiento inicial se refleja en una mayor eficiencia en el uso del P o si la planta puede compensar este crecimiento una vez que posteriormente encuentra una fuente de P.

Varios autores describen que la incorporación de fertilizantes en altas dosis próximas a las líneas de siembra reduce el número de plantas emergidas. Varias experiencias relatan que la aplicación de fertilizantes fosfatados en íntimo contacto por la semilla provocaron reducciones del número de plantas logradas y éstas fueron mayores cuando las dosis fueron más altas, por lo que es conveniente diseñar estrategias de fertilización que consideren la eficiente nutrición fosfatada y a la vez reduzcan los riesgos de fallas en la implantación del cultivo.

En suelos potencialmente deficitarios en P, al aumentar la distancia entre el micrositio con alta concentración del nutriente y el eje central de la raíz de soja, ésta demorará la absorción del fósforo limitando solo inicialmente el crecimiento aéreo. El cultivo podría compensar con posterioridad la cantidad de fósforo absorbido presentando similares eficiencias de absorción del P, independientemente de la distancia entre los parches enriquecidos y las plantas. Una mayor concentración del fertilizante en una menor masa de suelo, pero manteniendo la dosis final por unidad de superficie, produciría una mayor absorción de fósforo por la planta debido a una menor interacción de éste con el suelo y por ende una menor fijación del fósforo al suelo.

El objetivo de este estudio fue determinar algunos de los cambios en el crecimiento y en la producción de soja en respuesta a la localización, vertical y horizontal, del fósforo aplicado al momento de la siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se desarrollaron en cinco sitios ubicados en Hapludoles representativos de la región oeste de Buenos Aires, alejados a las localidades de General Villegas, Bolívar y Pehuajó. En todos los casos los sitios se seleccionaron por presentar niveles de P extractable potencialmente limitantes para la normal producción de soja y bajo prácticas agrícolas continuas de larga duración, (Tabla 1). Los cultivos se establecieron en siembra directa con un distanciamiento de 52 cm entre líneas de siembra y se manejaron bajo prácticas de alta producción propias de cada región (ej. Variedad, fechas de siembra, densidad de siembra, etc.).

En cada sitio se compararon 6 tratamientos de fertilización con P en bandas discriminados en dos factores: (i) ubicación horizontal del P (en el eje de la línea de siembra, en los entresurcos o en entresurcos alternados) y (ii) ubicación vertical del P (bandas en superficie o incorporadas en el suelo) además de un control sin fertilización (Figura 1). En todos los casos, se aplicaron a la siembra, dosis equivalente a 30 kg de P_2O_5 /ha usándose fosfato mono amónico como fuente.

TABLA 1. Ubicación de los sitios experimentales, niveles de fósforo extractable (Bray) y condiciones de manejo y de producción de los cultivos de soja.

Ensayo	Antecesor	Variedad	Localidad	P - ppm (0-20 cm)	P - ppm (20-40 cm)	Fecha de Siembra
V10	Soja	DM 4250	G. Villegas	9,6	5,4	11-nov-10
P10	Maíz	DM 4670	Pehuajó	11,4	4,0	02-nov-10
B10	Maíz	DM 4670	Bolívar	8,2	2,5	04-nov-10
V11	Soja	DM 4250	G. Villegas	9,4	4,9	06-nov-11
V12	Soja	DM 4250	G. Villegas	9,2	5,2	02-nov-12

A los 15 días de la emergencia se cuantificó el número de plantas establecidas y luego se realizaron muestreos para la determinación de la biomasa aérea en estadios vegetativos tempranos de V3-V4, y durante estadios reproductivos de R4-R5. En esos momentos se cosecharon todas las plantas enteras consecutivas de un metro de surco en cada parcela, secándolas a 60°C hasta peso constante y determinándose la producción de materia seca y la concentración de fosforo.

A la madurez fisiológica de los cultivos se realizó la cosecha y trilla manual de las parcelas, determinándose el rendimiento de granos (a 14 % de humedad) y su concentración de P. Los tratamientos, en cada sitio, se dispusieron en diseños completamente aleatorizados y 4 repeticiones con parcelas de 40 m2.

30

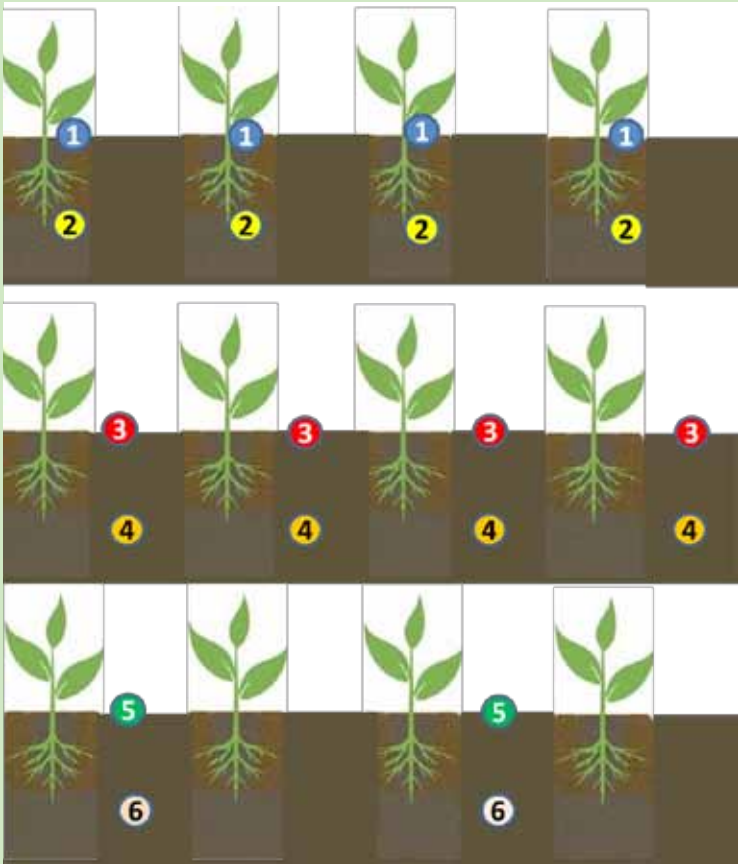


FIGURA 1. Esquema de ubicación del fertilizante según los diferentes tratamientos: (1) banda en superficie sobre la línea de siembra, (2) incorporado en la línea de siembra, (3) banda en superficie en el entresurco, (4) incorporado en el entresurco, (5) banda en superficie en entresurcos alternados, (6) incorporado en entresurcos alternados.

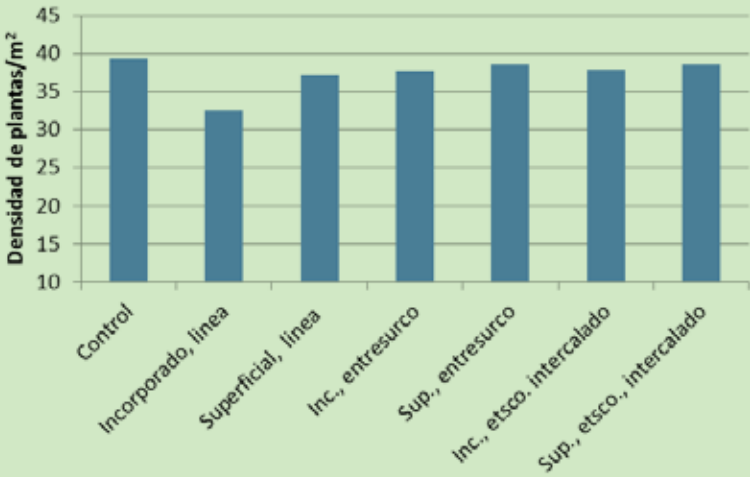
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tratamientos con incorporación del fertilizante en la línea de siembra se observó un 17% de reducción en la cantidad de plantas logradas con respecto al control sin fertilizar. En tanto que el resto de los tratamientos no mostraron diferencias con el control ni entre sí (Figura 2). Estos resultados validan la importancia de estudiar alternativas de manejo de esta práctica para el eficiente aporte del nutriente y evitar alteraciones en la estructura del cultivo.

Si bien los niveles de P disponible en los suelos (Tabla 1) sugerían posibles limitaciones en la normal disponibilidad de este nutriente y la consecuente respuesta en producción de soja, la información analizada en promedio para los 5 sitios estudiados fue insuficiente para describir respuestas al P tanto en el crecimiento aéreo del cultivo durante en el periodo vegetativo (V3-V4) ni en el reproductivo (R4-R5), como tampoco en el rendimiento de grano (Tabla 2).

A pesar de que los cultivos no mostraron limitaciones en su crecimiento ni en el rendimiento por la disponibilidad de P, en estadios temprano (V3-V4) la aplicación de P promovió a una mayor concentración de P en la parte aérea (Tabla 2). Los contrastes entre tratamientos de fertilización muestran incrementos del 12 % en la concentración de P para los tratamientos fertilizados en relación al control sin fertilizar; en tanto que la incorporación del fertilizante en el suelo aumentó un 13% la concentración del

FIGURA 2. Densidad media de plantas logradas en cinco sitios de producción de soja según tratamientos de fertilización fosfatada.



LA MEJOR COMBINACIÓN PARA LLEGAR AL HOMBRE DE CAMPO

TodoAgro

TodoAgro
EDICIÓN IMPRESA

**LA LECTURA DEL SECTOR
EN EL CENTRO DEL PAÍS**

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

15.000 ejemplares por edición



TodoAgro.com.ar
INTERNET

**EL PORTAL LÍDER DE
AGRONOTICIAS EN ARGENTINA**

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

Más de 147.000 suscriptores



TodoAgro TV

**CALIDAD DE INFORMACIÓN EN
MEDIA HORA DE PROGRAMACIÓN**

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

3 años y más de
150 programas emitidos



TodoAgro Eventos

PASIÓN POR HACERLO BIEN

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

23.000 personas se
capacitaron entre 2007 y 2013



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

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

Horizonte Horizonte

**LAS CIENCIAS
Y LOS AGRONEGOCIOS
EN UNA MISMA REVISTA**



 /horizontea |  @horizontea | www.horizonteadigital.com

+ Campo

TABLA 2. Crecimiento, absorción de P y producción de soja según tratamientos de fertilización fosfatada, promedio de 5 sitios, para el estadios vegetativos tempranos (V3-V4) como reproductivos (R4-R5), y a la madurez.

Tratamiento	V3-V4				R4-R5			Madurez		
	Densidad plantas/m ²	Biomasa g/m ²	Conc. P mg/g	P absorbido mg/m ²	Biomasa g/m ²	Conc. P mg/g	P absorbido mg/m ²	Conc. P grano mg/g	Remoción P kg/ha	Rinde
Control	39,3	65,2	395	2,7	2,7	145	145	1.134	10,8	3.390
Incorporado, línea	32,5	64,5	385	3,1	2,7	181	181	1.055	11,6	3.304
Superficial, línea	37,2	70,8	386	3,1	2,8	192	192	1.054	12,9	3.745
Inc., entresurco	37,7	68,9	403	3,0	2,7	178	178	1.131	11,5	3.348
Sup., entresurco	38,6	62,3	409	2,7	2,6	153	153	1.138	11,6	3.492
Inc., etsco. intercalado	37,8	71,0	379	3,0	2,7	189	189	1.032	11,9	3.247
Sup., etsco., intercalado	38,6	66,6	373	2,8	2,5	168	168	924	11,4	3.498

P con respecto a los tratamientos con aplicación en bandas superficiales. La colocación del fertilizante sobre la línea de siembra incrementó la concentración de P en un 6%, mientras que no se encontraron diferencias al comparar los fertilizados en todos los entresurcos versus en entresurcos alternados.

Los incrementos en la concentración de P en la parte aérea indican una mayor captura total de P por parte del cultivo durante el periodo V3-V4 que en ausencia de fertilización. En promedio para el total los casos fertilizados la mejora fueron del 12% más de P que el testigo sin fertilizar. Pero en los tratamientos en que se incorporó el fertilizante en el suelo la captación media fue del 21% superior que en aplicaciones en bandas superficiales (Figura 4). La información disponible no permitió detectar diferencias significativas en los niveles de P capturado por el cultivo entre los tratamientos de posición horizontal (en la línea de siembra y, en el entresurco o en todos los entresurcos y en entresurcos alternados). En estadios reproductivos (R4-R5) la concentración y captura de P los vástagos de las plantas no mostraban diferencias entre los tratamientos fertilizados entre sí ni con el testigo. Resultados similares se observaron en las concentraciones de P en los granos (Tabla 2). Esto podría indicar que en estos casos la disponibilidad del P no fue el factor limitante para el rendimiento, sino que puede haber sido otro factor, como la oferta hídrica.

CONCLUSIONES

Si bien los niveles extractables de P de los suelos sugieren potenciales limitaciones para la normal de soja (rango de P Bray de 8 a 11 ppm), otros factores habrían limitado el crecimiento de las plantas de soja. Sin embargo, las diferentes estrategias de localización del P aplicado afectaron la absorción del fósforo en estadios tempranos de crecimiento.

El mayor aprovechamiento se verificó cuando el fertilizante se ubicó en bandas en el suelo en comparación con tratamientos en superficie. La localización junto a la línea de siembra redujo la cantidad de plantas logradas sustentando la importancia de analizar alternativas de manejo que en condiciones de limitaciones de la oferta de P contribuirían a mejorar su producción.

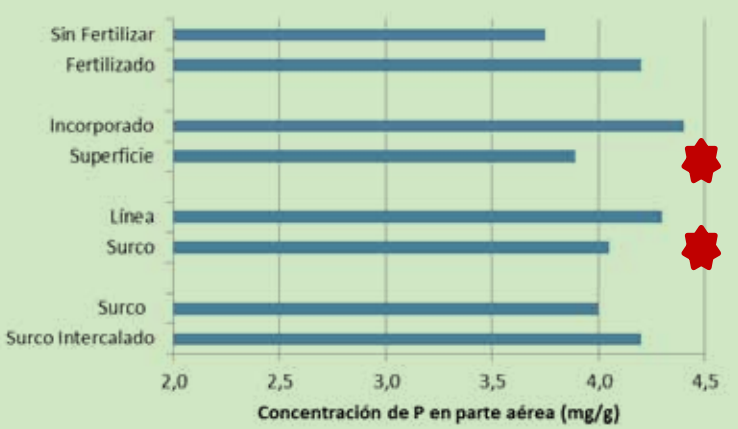


FIGURA 3. Concentración media de P en la parte aérea de plantas de soja durante V3-V4 según contrastes de tratamientos de fertilización con P. Promedio de 5 sitios experimentales. ★ indican diferencias significativas.

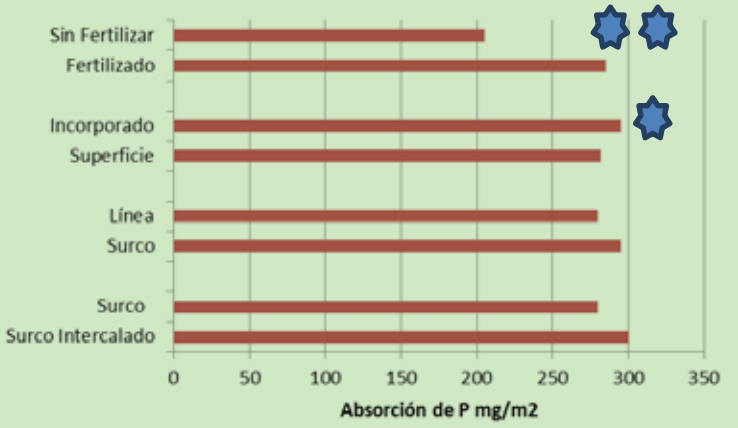


FIGURA 4. Absorción de P en la parte aérea de cultivos de soja durante V3-V4 según tratamientos de fertilización fosfatada, promedio de cinco sitios. ★ Indica diferencias significativas o muy significativas dentro de cada contraste.



NOTICIAS DEL DÍA

Fernando Rivara es el nuevo presidente de la Federación de Acopiadores de Cereales.

Rosgan estrenará el Espacio Santa Gertrudis en el próximo Rosgan

Alvarez Maldonado: "el crecimiento que ha tenido la ganadería en AgroActiva es muy importante"

Un encuentro a pura soja en Tucumán

VER MÁS NOTICIAS

ÚLTIMA EDICIÓN

VER OTRAS EDICIONES

ABC RURAL

El productor quiere Sembrar más trigo El gobierno no

VER MÁS

Nota de Tapa

El área triguera podría crecer entre 10 y 15%

Recientes anuncios de la Presidente no cumplieron las expectativas del sector productivo. Es más, generaron controversias.

VER MÁS



Protagonistas

Con la sangre de Apresid corriendo por sus venas

Nativa de la localidad santafesina de Zenán Pereyra, quinta generación de productores, radicada actualmente en Venado...

VER MÁS

Información Técnica

Barbechos, etapa clave que define rendimientos

La importancia de los barbechos radica en un mejor control de malezas y una eficiente conservación de la humedad en el...

VER MÁS

Destacados

Pergamino controlará fumigaciones en zonas periurbanas del Partido

El municipio bonaerense, informó que formará un equipo especial para controlar, con un tiempo de anticipación, las cond...

VER MÁS

Realidad Interior

Buscando la mejor calidad en lotes de alfalfa

Es necesario reconocer las acciones óptimas para obtener una alfalfa de alta producción con gran calidad de forraje. De...

VER MÁS

Ganadería

Granos y Cerdos. Actividades complementarias.

Para tener un pequeño criadero de cerdos es fundamental producir el propio alimento. Este es el caso de dos productores...

VER MÁS

Producción

Hacia sistemas ganaderos de precisión con valor agregado

En el marco de una positiva transformación de los sistemas productivos argentinos, el INTA organizó en la localidad condóbesa de Manfredi...

VER MÁS

Conectate a la información

www.nuevoabcrural.com.ar



17 y 18 de mayo de 2017 en Rosario

IPNI y Fertilizar lanzan el “Simposio Fertilidad 2017”



Fertilizar Asociación Civil y el IPNI Cono Sur presentan el “*Simposio Fertilidad 2017*”, bajo el lema “*Más allá de la próxima cosecha*”. El mismo tendrá lugar los días 17 y 18 de mayo de 2017 en el centro de Convenciones Metropolitano, Alto Rosario Shopping de la ciudad de Rosario, Santa Fe. El Simposio, en su 13° edición, está dirigido a productores, estudiantes, profesionales y técnicos, de la actividad pública y privada.

El “Simposio Fertilidad 2017” contará con el apoyo de profesionales destacados del ámbito nacional e internacional, quienes abrirán discusión sobre temas como: “Fertilizantes para la agricultura 2020”, “Rotaciones y carbono ¿cómo ayudamos con la nutrición?”, “Manejo por ambientes ¿cómo estamos? ¿dónde vamos?”, “Los desafíos de la agricultura”;



“¡Vuelven las pasturas! ¿Las fertilizamos?”, “Nutrición intensiva para sistemas ganaderos intensivos”, “Buscando altos rendimientos de maíz y soja: Rol de la nutrición”, “Trigo y cebada: Apuntando a rendimiento y calidad”, así como también se presentará un panel de “Novedades en fertilización”.

“Concebimos esta nueva edición del Simposio con el fin de estimular la discusión entre las partes involucradas en lo que refiere al manejo de la fertilización de cultivos y la fertilidad de suelos”, comentó la Ing. María Fernanda González Sanjuan, Gerente Ejecutiva de Fertilizar, uno de los organizadores del evento.

Complementariamente a los paneles de discusión, se realizarán exposiciones de posters de trabajos relacionados a la nutrición

de cultivos y los sistemas de producción en la región.

“El evento será un ámbito de discusión ideal sobre la fertilidad de nuestros suelos y el manejo nutricional de los cultivos considerando la intensificación productiva sustentable en la búsqueda de satisfacer las demandas de producción y calidad preservando el ambiente”, agregó el Ing. Fernando García, Director del IPNI, organizador también del Simposio.

En el evento también colaboran INTA, Aapresid, la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS), CREA Sur de Santa Fe, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario y la Fundación Producir Conservando.

Para mayor información e inscripción ingresar a: <http://Lacs.ipni.net> o a www.fertilizar.org.ar

El sector agroindustrial de los fertilizantes de América Latina se reunió en Buenos Aires

Del 25 al 27 de enero se realizó en Buenos Aires, el Fertilizer Latino Americano, la conferencia comercial sobre fertilizantes más importante de la región que convocó a más de 650 delegados.

Los oradores analizaron la situación de Brasil, uno de los principales consumidores del sector; el crecimiento exponencial que se registró recientemente en Argentina; el inmenso potencial de

México así como las tendencias del sector en China, India, la antigua Unión Soviética y otros mercados clave del mundo.

En el evento, Jorge Bassi, Vicepresidente de Fertilizar, dio una charla sobre el mercado local de fertilizantes y María Fernanda González Sanjuan, Gerente Ejecutiva de la entidad, participó de un panel vinculado con el tema.

El evento estuvo organizado por CRU en colaboración con Argus FMB.





Simposio **Fertilidad** 2017

Más allá de
la próxima
cosecha

17 Y 18 DE MAYO

CENTRO DE CONVENCIONES
METROPOLITANO
ROSARIO, SANTA FE, ARGENTINA



web LACS.IPNI.NET

@IPNIcs



FERTILIZAR.ORG.AR web

@FertilizarAC

