



## Manejo de la reposición de nutrientes en agricultura continua

Estación Experimental Agropecuaria

Marcos Juárez

Vicente Gudelj, Carlos Galarza, Pedro Vallone, Olga Gudelj, Claudio Lorenzón, Tomas Baigorria, y Beatriz Masiero. EEA INTA Marcos Juárez. E-mail: vgudelj@mjuarez.inta.gov.ar

### Introducción

El uso de fertilizantes en Argentina aumento considerablemente en la última década, aunque se esta muy lejos de llegar a reponer lo que por exportación se llevan los granos anualmente.

Estimaciones a partir de estadísticas del SENASA y el Proyecto Fertilizar-INTA indican que en la Región Pampeana los niveles de reposición de nutrientes en los cultivos tradicionales están en el orden del 20 - 25 %, 44-48 % y 10 % para nitrógeno, fósforo y azufre respectivamente, siendo prácticamente nulos para otros nutrientes esenciales (García, 2000). En el periodo 1996-2001 se aplico el 29 %, 45%, 1% y 9% de NPK y S de lo exportado por los cuatro principales cultivos: maíz, trigo, soja y girasol (Bianchini, 2004). Encuestas realizadas en el Área Pampeana en 2004 indican que si bien la mayoría de los productores fertiliza sus cultivos gramíneas, el 98 % de maíz y trigo, las dosis utilizadas son bajas teniendo en cuenta la extracción realizada por esos mismos cultivos. La cantidad de productores que fertiliza la soja 1° y 2° es mucho menor, 48 % y 23 % respectivamente (Cástino, 2005).

Experiencias de largo plazo en el área del INTA Marcos Juárez determinaron rendimientos de maíz, trigo y soja superior a la media regional, y un deterioro en las propiedades químicas en cuestión. Se atribuye lo anterior a un buen manejo del agua a través de la siembra directa y a un insuficiente aporte de nutrientes mediante fertilización, por lo que esos buenos rendimientos se lograron a expensas del suelo. La estrategia de reponer los nutrientes que se llevan los cultivos aparece como una forma de frenar ese deterioro (Gudelj et al 2002). Se han iniciado experiencias donde existen tratamientos que intentan reponer mediante fertilización todos los nutrientes que se llevan los cultivos con resultados promisorios tanto en lo productivo como en lo económico (5) y (6). Faltarían otras y fundamentalmente las que estudien diferentes estrategias de aplicación.

El objetivo del trabajo fue evaluar estrategias de manejo de la reposición de nutrientes en la secuencia T/S-M-S con la finalidad de determinar cuál es la más adecuada de utilizar desde el punto de vista de la productividad y efectos sobre el suelo.

### Materiales y métodos

El periodo de estudio abarca un mínimo de dos ciclos completos de la secuencia elegida, trigo/soja-soja-maíz. El ensayo se realiza en un lote con suelo argiudol típico de la serie Marcos Juárez de textura franco limosa (69 % de limo, 26 % de arcilla, 6 % de arena) que al momento de instalación del ensayo tenia 20 años de agricultura continua. El cultivo antecesor fue un maíz que tuvo un rendimiento de 12000 kg. /ha.

Los tratamientos que se evalúan son los siguientes:

- 1- Testigo
- 2- Reposición NPS, N (urea en cada cultivo de la secuencia), P y S anticipado e incorporado
- 3- Reposición NPS, N (urea en trigo y maíz de la secuencia), P y S anticipado e incorporado
- 4- Ídem a trat. 3, con un cultivo de cobertura previo a maíz y soja de 1°.
- 5- Ídem a trat 3, con roturación de suelo previo al cultivo de maíz.
- 6- Ídem a trat 3, P y S anticipado superficial en cobertura total.
- 7- Ídem a trat 3, sin considerar la reposición de N en soja
- 8- Fertilización que realiza el productor medio de la zona.
- 9- Reposición de N, reposición de P y S cuando alcancen el nivel critico.
- 10- Ídem a trat. 3, reposición de K anticipado e incorporado.

- 11- Ídem a trat. 3, reposición de K y Mg anticipado e incorporado.  
 12- Ídem a trat. 3, reposición de K, Mg anticipado e incorporado + micro nutrientes.  
 13- Ídem a trat 3, menos acidificante, CAN como fuente de N  
 14- Ídem a trat. 3 con encalado cada vez que se inicie la secuencia.  
 15- Ídem a 3, menos el N que hay previo a la siembra.  
 16- Ídem a trat 3 con la aplicación de fósforo, según necesidad de toda la secuencia, anticipado superficial en cobertura total.

Las parcelas experimentales son de 9,40m de ancho por 30 de largo, con tres repeticiones.

La experiencia comenzó en el ciclo 2006-7. En el mes de mayo se tomaron muestras de suelo para hacer la caracterización inicial. Luego del muestreo se aplicaron las dosis de fertilizantes correspondiente según tratamientos a evaluar El 14 de junio de 2006 se implanto trigo utilizando la variedad Pro-INTA Puntal y una densidad de siembra de 130 Kg. de semilla por ha. La cantidad de fertilizante utilizada en cada tratamiento se realizo en función de los siguientes rendimientos objetivos: Trigo: 5000kg. /ha.- Soja 2ª: 3200kg. / ha.- Soja 1ª: 4000 kg. /ha- Maíz: 12000kg. /ha..

Cuadro 1: Fuentes de fertilizantes, momentos y formas de aplicación y dosis utilizadas en 2006 previo a trigo.

Tratamientos	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Azufre		Magnesio		Micros		Kg. nutriente Aplicado ciclo 2006/7
	Fte	Mto.	Fte	Mto.	Fte	Mto.	Fte	Mto.	Fte	Mto.	Fte	Mto.	
1) testigo													
2)Reposición NPS	U	Eccs.	MAP	AI			Yeso Gran.						102 N 40 P 20,7 S
3) Reposición NPS	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran.						196 N 20,7 S 40 P
4) Rep. NPS Cultivo cobert. Previo a Mz y Tr	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran.						196 N 20,7 S 40 P
5) Rep. Roturación previo Mz	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran.						196 N 20,7 S 40 P
6) Reposición NPS	U	Etms	MAP	AS			Yeso Gran.						196 N 20,7 S 40 P
7) Rep. NPS sin N en Soja	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran.						102 N 20,7 S 40 P
8) Fert. Productor medio	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran.						80 N 9 P 12 S
9) Rep. N los demás cdo. alcancen nivel crítico	U	Etms		AI			Yeso Gran.						196 N 20,7 S
10) Rep. NPSK	U	Etms	MAP	AI	CIK	AI	Yeso Gran.						196 N - 20,7 S 40P-75 K
11) Rep. NPSKMg	U	Etms	MAP	AI	CIK SPM	AI	Yeso Gran.		SPM	AI			196 N - 20,7 S 40P- 75 K 10,5 Mg
12) Rep. NPSKMg-Micros	U	Etms	MAP	AI	CIK SPM	AI	Yeso Gran.		SPM	AI	OZn	AI	196 N - 20,7 S 40P- 75 K 10,5 Mg 0,310 Zn
13) Rep. NPS	CAN	Etms	MAP	AI			Yeso Gran						196 N - 20,7 S 40 P
14) Rep. NPS con Encalado en inicio	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran						196 N - 20,7 S

secuencia													40P
15) Rep. NPS menos el N del suelo al Mto de siembra	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran						181 N - 20,7 S 40P
16) Rep. NPS P en el inicio para toda la secuencia	U	Etms	MAP	AI			Yeso Gran						196 N - 20,7 S 103 P

**Referencias:**

U: urea, CAN: nitrato de amonio calcáreo, MAP: Fosfato monoamónico, SPM: sulfato de potasio y magnesio

CLK: cloruro de potasio, OZn: oxisulfato de Zn

AS: anticipada superficial, AI: anticipada incorporada, Ecce: en cada cultivo, Etms: en trigo y maíz de la secuencia

En el presente informe se presentan los resultados del trigo implantado en 2006/7.

## Resultados

El análisis de suelo 0-18 cm previo a la siembra de trigo arrojó los siguientes resultados: 2,6 % materia orgánica y 16 ppm de nitratos.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de rendimientos del cultivo de trigo implantado en el ciclo 2006/7.

Cuadro 2: Rendimientos Kg. /ha trigo 2006

Tratamientos	Rendimientos (kg/ha)
16	5595 a
14	5375 ab
11	5270 ab
6	5245 ab
12	5213 ab
15	5189 ab
3	5178 ab
5	5158 ab
13	5115 ab
4	5105 ab
9	5083 ab
10	4920 b
7	4826 bc
2	4272 cd
8	3968 d
1	2517 e
PROMEDIO	4877
% CV	7.01
Pr>F	0.0001
Mínima diferencia significativa	570

En algunos tratamientos contrastantes se realizó análisis de calidad granos. Los resultados se pueden observar en el cuadro 3.

Cuadro 3: Calidad comercial

Tratamiento	Peso hectolítrico	% de proteína
13	79,43 a	13,27 a
3	79,13 a	13,17 a
16	78,33 ab	12,93 a
2	77 bc	11,3 b
1	76,97 bc	9,7 c
8	75,67 c	10,93 b

Tratamientos seguidos de la misma no difieren según Test LSD: (a: 5%)

En cuanto al peso hectolitrico los tratamientos 13 y 3 con mayor fertilización obtuvieron valores considerados buenos a muy buenos. El tratamiento 16 estuvo cerca de alcanzar esa valoración y estadísticamente no difiere de los dos primeros. Los tratamientos con menor fertilización 1,2 y 8 obtuvieron valores considerados aceptables. (Cuadro 3).

Los valores de % de proteínas fueron mejores en los tratamientos con mayor fertilización que alcanzaron valores considerados buenos a muy buenos en cuanto a calidad industrial. Los tratamientos con menor fertilización alcanzaron valores aceptables pero que sufren rebajas cuando se comercializan. (Tabla 3).

## **Conclusiones**

La respuesta a la fertilización se manifestó debido a la aplicación de nitrógeno + azufre. Al no haber un tratamiento sin azufre no se puede diferenciar cual fue la magnitud del aporte de cada uno de esos nutrientes en la respuesta. No hubo respuesta en los rendimientos por la aplicación de fósforo, magnesio y zinc. La fertilización con altas dosis de nitrógeno + azufre mostró importantes incrementos en los rendimientos y en los valores de calidad de trigo (proteína y peso hectolitrico). El tratamiento 3 de reposición NPS, 5178 Kg por ha supero al testigo (2517 Kg. / ha) en un 106 % y al tratamiento 8 reposición del productor medio de la zona (3968 Kg. /ha) en un 30 %.

## Bibliografía

- Bianchini, A. 2004. La Fertilidad del suelo en Planteos de siembra directa. Revista técnica de la Asociación de Productores en Siembra Directa.
- Cástino, E. 2005. Tendencias en el uso de fertilizantes en Argentina. Simposio "Fertilidad 2005". Actas del Simposio. Rosario. Santa Fe.
- García, F. 2000. Presentación de Jornada de Actualización Técnica para Profesionales "Fertilidad 2000". Actas de la Jornada. Rosario. Santa Fe.
- Gudelj, V.; Galarza, C.; Espoturno, G.; Vallone, P.; Gudelj, O.; Masiero, B.; Ghio, H. 2002. 16 años de Experiencias de Fertilización en Siembra directa. Actas del X Congreso Nacional de AAPRESID Rosario. Santa Fe.
- Gudelj, V.; Galarza, C.; Espoturno, G.; Gudelj, O.; Vallone, P.; Saavedra A.; Ghio, H.; Boll, M.; Martín, L.; García, F. 2004. Evaluación de alternativas de fertilización a largo plazo. Información para extensión N° 85, EEA INTA Marcos Juárez..
- Gudelj, V.; Galarza, C.; Espoturno, G.; Gudelj, O.; Vallone, P.; Ghio H. 2006. Evaluación de la fertilización a largo plazo. Informe de Actualización Técnica N° 1, EEA INTA Marcos Juárez..