

APLICACIONES INCORPORADAS Y "AL VOLEO" DE FERTILIZANTES FOSFATADOS EN CULTIVOS DE MAÍZ

Ing. Agr. Mirian Barraco, Ing. Agr. Martín Díaz-Zorita e Ing. Agr. Cristian Álvarez



INTRODUCCIÓN

En la región de la pampa arenosa es creciente la frecuencia de lotes con contenidos subóptimos de fósforo (P) para el logro de cultivos de maíz de alta producción. Dada la baja movilidad del P en el suelo, las aplicaciones localizadas tendrían mayor eficiencia que aplicaciones en superficie ("al voleo"). Mallarino (1997) y Fariña Nuñez (1997) sugirieron que la respuesta a la fertilización en bandas probablemente es superior a la aplicación "al voleo" cuando los suelos son muy deficientes en P o presentan alta capacidad de fijación. Sin embargo, cuando la fertilización "al voleo" se anticipó varios meses al momento de la siembra, ésta fue tan eficiente como la fertilización localizada (Mallarino, 1998).

También se observó que a medida que el nivel de P del suelo aumenta, las diferencias entre aplicarlo "al voleo" o en bandas disminuyen o son nulas (Mallarino, 1997; Darwich, 1998). No obstante, en trigo Bordoli et al. (2004) no encontraron diferencias entre aplicaciones incorporadas y "al voleo" en lotes con niveles bajos de P y en sistemas estabilizados de siembra directa del Uruguay.

El éxito de la aplicación en superficie puede ser atribuida a un incremento de la actividad de las raíces en los primeros centímetros de suelo por una mayor fertilidad y humedad superficial en sistemas sin remoción de suelos junto a precipitaciones adecuadas durante la estación de crecimiento de los cultivos que permitirían el ingreso del fertilizante en el suelo (Belcher y Reglan 1972, Bordoli y Mallarino 1998).

Algunos estudios comparan aplicaciones "al voleo" anticipadas y fertilizaciones incorporadas al momento de la siembra y con resul-

tados poco consistentes pero es escasa la información sobre los efectos de estas estrategias aplicadas en el momento de la siembra de los cultivos. Nuestros objetivos fueron (a) evaluar el efecto de aplicaciones de P "al voleo" e incorporadas en el momento de la siembra de cultivos de maíz sobre su producción y eficiencia de uso del nutriente y (b) evaluar el efecto de aplicaciones anticipadas.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló entre las campañas 2002 y 2004 en 6 sitios de producción de maíz ubicados en el oeste de Buenos Aires y este de La Pampa en suelos con texturas superficiales franco-arenosas y con valores de P extractable (método de Bray Kurtz 1) inferiores a 17 ppm (**Cuadro 1**). En cada uno se evaluaron 2 formas de aplicación de P en el momento de la siembra de los cultivos (1) en superficie ("al voleo") o (2) incorporada por debajo de la línea de siembra y 3 niveles de P (11, 22 y 44 kg P ha⁻¹). También se evaluaron aplicaciones de 22 kg P ha⁻¹ aplicadas al voleo 60 días antes de la siembra de los cultivos.

En todos los sitios la fuente de P empleada fue fosfato monoamónico (9-52-0). El diseño de las parcelas fue en franjas de al menos 10 surcos de ancho y 10 m de longitud. En todos los sitios el manejo del cultivo se hizo según las prácticas tradicionales del productor detalladas en el **Cuadro 1**. En el estadio de **v6** de los cultivos se aplicó N en forma de urea (esparcida en superficie) para alcanzar una disponibilidad de N de 150 kg N ha⁻¹ (N suelo + N fertilizante).

En madurez fisiológica se determinó la producción de granos de los cultivos por cosecha y trilla manual en áreas de muestreo de 5 m². En cada sitio se consideraron 4 áreas de

Cuadro 1. Resumen de propiedades edáficas y de manejo en los sitios experimentales MO = materia orgánica (Walkley y Black), Pe = Fósforo extractable (Bray Kurtz 1) y FS = fecha siembra. Híbr= Híbrido.

SITIO	LOCALIDAD	DOSIS DE P APLICADA kg ha ⁻¹	MO %	Pe ppm	ANTECESOR	HÍBRIDO	LABRANZA	FS
1	Colonia Barón (LP)	11-22-44	1,88	9,9	Girasol	DK 688	Directa	04.10.02
2	Drabble (BA)	11-22-44	2,52	11,3	Pastura	AX 884	Conv.	25.09.03
3	Drabble (BA)	11-22-44	2,38	12,7	Soja	AX 884	Directa	07.10.03
4	General Villegas (BA)	22	2,32	9,9	Soja	DK 752	Directa	07.09.04
5	Drabble (BA)	11-22-44	2,35	7,3	Soja	Pucará	Directa	20.10.04
6	América (BA)	22	2,76	16,9	Soja	NK 900	Directa	25.09.04

evaluación apareadas entre tratamientos y distribuidas a lo largo de las franjas bajo evaluación. Los análisis se realizaron para cada nivel de P agregado. Para cada sitio se calculó la eficiencia de uso P (EUP) como el cociente entre la respuesta a la fertilización (rendimiento con P - rendimiento sin P) y la dosis de P aplicada. También se evaluó la regresión lineal entre los rendimientos de cada tratamiento y el "índice ambiental" o rendimiento medio de cada sitio.

Se recolectaron los datos de precipitaciones durante el ciclo de los cultivos en cada uno de los sitios experimentales.

RESULTADOS

La producción de grano varió entre 4070 y 14620 kg ha⁻¹ con diferencias entre sitios y tratamientos de fertilización (datos por sitio no presentados). La respuesta al agregado de P al momento de la siembra varió significativamente según la dosis y forma de aplicación (**Cuadro 2**).

Para las dosis de 11 kg y de 22 kg P ha⁻¹ las aplicaciones incorporadas aumentaron los rendimientos en 830 y 675 kg ha⁻¹ con respecto al testigo, respectivamente. En cambio, las aplicaciones "al voleo" no difirieron del tratamiento control. La aplicación de 44 kg P ha⁻¹ produjo incrementos medios significativos para

las 2 formas de aplicación de P evaluadas (**Cuadro 2**).

El agregado de P produjo incrementos medios de 2079 y 1830 kg ha⁻¹ para las aplicaciones "al voleo" e incorporadas, respectivamente, sin diferencias significativas entre estas. Resultados similares fueron descritos por Bianchini (2003) en lotes de maíz bajo sistemas de siembra directa y con aplicaciones de altas dosis de P.

La EUP mostró diferencias significativas según la dosis y estrategia de aplicación del fertilizante. En promedio, fue mayor en aplicaciones incorporadas que en aplicaciones "al voleo" en dosis bajas y medias de fertilización (11 y 22 kg P ha⁻¹), mientras que en dosis de P mayores (44 kg P ha⁻¹) no se observaron diferencias entre formas de aplicación y fue en promedio de 44 kg de grano (kg de P agregado)⁻¹. No obstante el coeficiente de variación de la EUP fue 66 y 29 % para aplicaciones "al voleo" e incorporadas, respectivamente.

En las aplicaciones incorporadas la EUP promedio disminuyó en la medida que se incrementaron las dosis de P agregado, mientras que en aplicaciones "al voleo" se observó un comportamiento inverso, altas dosis de P resultaron en mayores EUP.



Cuadro 2. Efecto del agregado de diferentes dosis y formas de aplicación de P en maíz sobre la producción de grano en 6 ambientes de la región de la pampa arenosa. T = control sin P, VSbra = aplicación "al voleo a la siembra", I = aplicación incorporada, VAnt= "aplicación al voleo 60 días antes de la siembra". EUP = Eficiencia de uso del P. Letras distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas entre tratamientos.

DOSIS P (kg ha ⁻¹)		PRODUCCIÓN DE GRANO (kg ha ⁻¹)				EUP (kg grano kg P ⁻¹)		
		T	VSbra	I	VAnt	VSbra	I	VAnt
11	Promedio	7225 b	7275 b	8054 a		20,5 b	74,5 a	
22	Promedio	8196 b	8842 b	9517 a	9003 b	29,0 b	60,0 a	24,0 b
44	Promedio	7225 b	9304 a	9057 a		46,5 a	41,3 a	

La aplicación de 22 kg P ha⁻¹ 60 días antes de la siembra de los cultivos si bien indujo a aumentos de rendimiento con respecto a la misma dosis de P aplicada "al voleo" en el momento de la siembra (161 kg ha⁻¹) estas diferencias no fueron significativas y resultaron inferiores a las aplicaciones incorporadas en la siembra.

COMENTARIOS FINALES

Los resultados de este estudio sugieren que para las condiciones ambientales predominantes en la región de la pampa arenosa, las correcciones de fertilización fosfatada en suelos potencialmente deficientes en P son de mayor eficiencia cuando se realizan localizadas en bandas incorporadas en el suelo debajo de la línea de siembra.

La aplicación esparcida en superficie ("al voleo") en el momento de la siembra permite aumentar los rendimientos de maíz cuando se realiza en altas dosis. Aplicaciones anticipadas de P "al voleo" no permitieron aumentos significativos en rendimiento.

Estudios futuros son requeridos para interpretar los factores ambientales y de manejo que justifican este comportamiento como así el mayor conocimiento de la práctica aplicada

con anterioridad a la siembra del cultivo.

Referencias

- ♦ Bianchini, A. 2003. Localización del fósforo en siembra directa. II Simposio en Fertilidad y Fertilización en Siembra Directa. XI Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo 2. pp 309-314.
- ♦ Belcher CR, Ragland JL. 1972. phosphorus absorption by sod- planted corn (*Zea mays* L) from surface applied phosphorus. Agron. J. 64: 754-757.
- ♦ Bordoli JM, Quinke A, Marchesi A. 2004. Fertilización fosfatada en trigo en siembra directa. Actas XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Simposio Nacional sobre suelos vertisolicos. Paraná, ER. 22 al 25 de Julio. En CD.
- ♦ Bordoli JM, Mallarino A. 1998. Deep and shallow Bandung phosphorus and potassium as alternative to broadcast fertilization for no-till corn. Agron. J. 90:27-33.
- ♦ Darwich, N. 1998. Fósforo un nutriente esencial para las plantas. En: Manual de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes.p. 65-94.
- ♦ Fariña Núñez, JR. 1997. Soja, la importancia de la ubicación del fertilizante. Revista Fertilizar N° 8. p. 4-7.
- ♦ Mallarino, A. 1997. Manejo de fósforo, potasio y starters para maíz y soja en siembra directa. 5° Congreso Nacional de AAPRESID. Mar del Plata. p. 11-19.
- ♦ Mallarino, A. 1998. Métodos de fertilización con fósforo y potasio para maíz y soja en siembra directa: Recientes avances en el cinturón del maíz. 6° Congreso Nacional de AAPRESID. Mar del Plata. p. 27-41.

