

La aparición de híbridos de maíz de alto potencial, junto con el ajuste de tecnologías de cultivo y fundamentalmente un aumento en las precipitaciones estivales en las últimas campañas ha permitido el logro de cultivos de maíz de alto rendimiento en el noroeste bonaerense. Desde el punto de vista nutricional si consideramos que un cultivo de maíz requiere de 220 kg de N, 40 kg de P y 40 kg de S para producir 10 ton/ha de grano se acentúa la necesidad de un adecuado manejo en la provisión de nutrientes, no solo para lograr planteos de producción rentables en el corto plazo sino también para mantener o mejorar su disponibilidad en el suelo en el largo plazo.

El objetivo del presente artículo es presentar los resultados más relevantes de diferentes ensayos de fertilización en maíz realizados en el área de influencia de la EEA INTA Gral. Villegas y discutir aspectos de manejo y diagnóstico de necesidades de fertilización de los nutrientes más deficientes en la región. También se muestran algunos resultados preliminares de utilización de fertilizantes biológicos de reciente aparición.

### Manejo de la fertilización fosfatada

En el noroeste bonaerense la frecuencia de lotes con contenidos subóptimos de P para el logro de cultivos de maíz de alta producción es creciente. Si bien el uso de fertilizantes se ha incrementado, fundamentalmente en cultivos de maíz y trigo, las dosis aplicadas rara vez alcanzan a cubrir lo extraído por los cultivos. El análisis de suelo (capa 0-20 cm) para evaluar los niveles extractables de P, en combinación con el potencial de producción de cada lote, es la estrategia recomendada para la selección de dosis a aplicar de fertilizantes fosfatados (Tabla 1). Estas recomendaciones incluyen en forma parcial, el criterio de reconstrucción para los niveles muy bajos de P disponible y de mantenimiento para niveles de P disponibles superiores a 16 ppm. El rendimiento potencial está en gran medida asociado a la capacidad de provisión de agua de cada lote (textura, presencia o no de impedimentos para el desarrollo de raíces, cobertura de rastrojos, duración del barbecho, etc.) y del manejo agronómico del cultivo (ej. fecha y densidad de siembra, híbrido, control de plagas y malezas, etc.).

Tabla 1: Recomendaciones de dosis de  $P_2O_5$  (kg/ha) para la fertilización de cultivos de maíz según rendimientos esperados (kg/ha) y niveles de P extractable (Bray y Kurtz 1) en 0-20 cm (Adaptado de Echeverría y García, 1998)

Rendimiento (kg/ha)	Nivel de P Bray 1 (ppm)			
	< 5	7 - 9	11 - 13	16 - 20
	Dosis de $P_2O_5$ (kg/ha)			
5000	59	43	35	
6000	65	50	41	26
7000	71	56	47	32
8000	77	62	53	38
9000	83	68	59	44
10000	89	74	65	50
11000	95	80	71	56

La fertilización de base ha mostrado ser una herramienta útil para el logro de cultivos uniformes y de rápida implantación, fundamentalmente en sistemas de siembra directa y en fechas de siembra temprana. Con esta práctica se procura proveer al cultivo fundamentalmente de fósforo y nitrógeno, este último en dosis moderadas, localizados en cercanías de la línea de siembra tal de facilitar su accesibilidad inmediata a partir de la germinación de las semillas (Fig. 1).

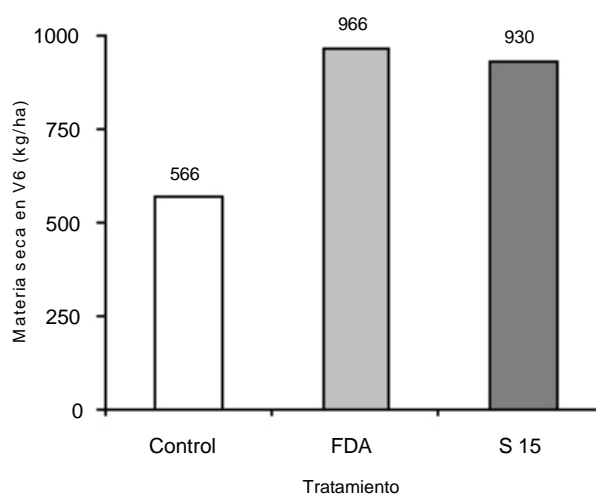


Figura 1: Materia seca de maíz en estadios de V6 según el tratamiento de fertilización de arranque. FDA= 95 kg/ha (18-46-0) y S15= 130 kg/ha mezcla Cargill (14-33-0-15) (Barraco y Michiels, 2004).

En suelos con niveles subóptimos de P y en fechas tempranas de siembra es conveniente la fertilización localizada con fuentes fosfatadas tal que las raíces alcancen con facilidad al fertilizante. Las aplicaciones de P al voleo pueden constituir una alternativa interesante en lotes con niveles medios a altos de P, en donde el objetivo sea mantener los niveles de P del suelo. Aplicaciones al voleo requieren de mayores dosis que aplicaciones incorporadas para igual objetivo de rendimiento (Barraco y Díaz - Zorita 2005) (Fig. 2).

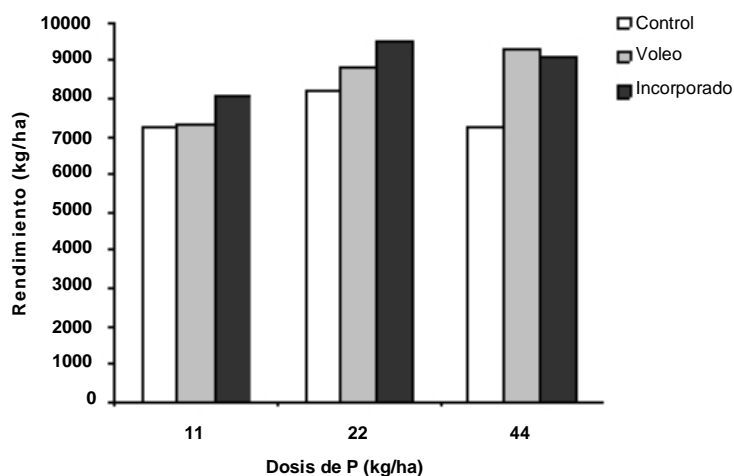


Figura 2: Respuesta al agregado de P en maíz según dosis y forma de aplicación de P.

### Manejo de la fertilización nitrogenada

Si bien los rendimientos de maíz están principalmente limitados por la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo, son abundantes los estudios regionales que muestran incrementos significativos en la producción de grano en la medida que se incrementa la disponibilidad de nitrógeno (de origen edáfico o por fertilización).

El maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg N/ha por cada tonelada producida. Por ello, para producir por ejemplo 10 ton/ha, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg N/ha absorbidos por el cultivo. Los requerimientos de N son crecientes desde su implantación, siendo máximos desde estadios de V6 (sexta hoja) hasta floración. Por lo tanto, el ajuste de las necesidades de N tiene como objetivo proveer de abundante disponibilidad de N a partir de estadios de V6. La provisión de N del suelo es muy dinámica y está sujeta a fluctuaciones en temperatura y humedad de los suelos, y al movimiento del N mineral (nitratos) junto con el agua del suelo.

Numerosos estudios desarrollados en la Región Pampeana muestran que aplicaciones de N al momento de la siembra pueden resultar menos eficientes que aplicaciones postergadas en aquellos suelos de textura arenosa y en años con elevadas precipitaciones en las primeras etapas del cultivo. No obstante estudios recientes desarrollados en la EEA INTA Villegas en hapludoles típicos muestran resultados similares en la producción de grano en aplicaciones a la siembra o en estadios de V6 de los cultivos (Barraco y Díaz-Zorita 2004).

La disponibilidad de N ( $N_{\text{suelo en V6}} + N_{\text{fertilizante}}$ ) se relaciona con los rendimientos de maíz y a partir de esta información es posible el ajuste de dosis de fertilización nitrogenada (Fig. 3). En general, con variaciones dependientes del nivel de producción esperado de los lotes, el nivel objetivo de disponibilidad de N para la zona oeste de Buenos Aires varía entre 120 y 145 kg/ha de N.

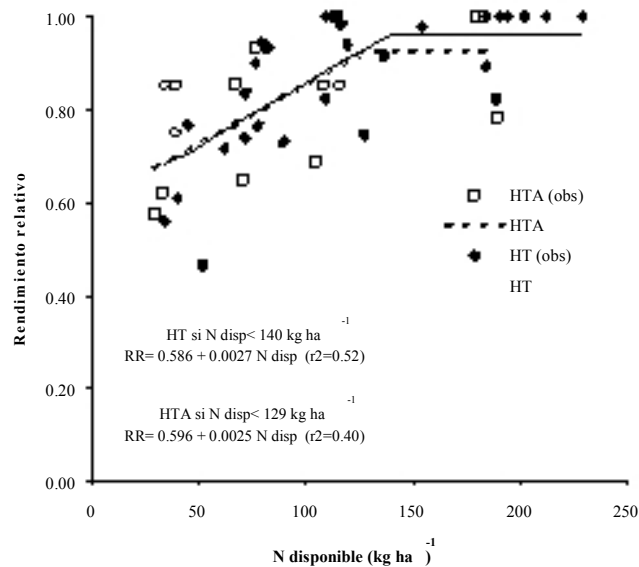


Figura 3: Disponibilidad de N (N suelo en V6 + N del fertilizante) y producción de cultivos de maíz en 11 sitios del noroeste bonaerense (Campañas 2001-4). HTA= Hapludoles Thapto Argicos, HT= Hapludoles Típicos

En maíces de segunda la disponibilidad de N al momento de la siembra en general es muy baja debido a la extracción del nutriente por el cultivo antecesor (trigo, avena, etc). En experiencias realizadas por la EEA Gral. Villegas se observó una mayor eficiencia de utilización del N (producción de grano adicionales /dosis de N aplicada) con aplicaciones de N al momento de la siembra. El fraccionamiento de la dosis entre siembra y V6 redujo la eficiencia en el uso de N. (Barraco y Díaz Zorita 2003).

#### Fertilización combinada nitrógeno-azufre

En la región predominan suelos con texturas gruesas y moderados a bajos contenidos de materia orgánica que en condiciones de alta producción pueden resultar en insuficiente provisión de N y S para los cultivos. En estos ambientes Díaz- Zorita y col. (2001) encontraron que el uso de fertilizantes con N y con S (ej. sulfato de amonio) mejora la eficiencia de uso del N aplicado, en especial con aplicaciones superficiales ("al voleo") (Fig. 4).

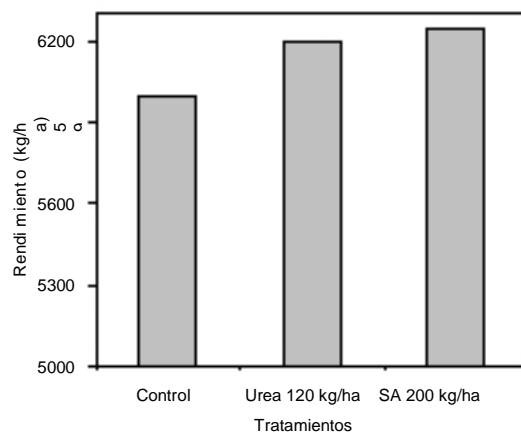


Figura 4: Respuesta de cultivos de maíz fertilizados con 60 kg/ha de N como urea o como sulfato de amonio (SA) en América, Bs.As.

Estudios desarrollados por Barraco (datos no publicados) en un Hapludol Típico franco arenoso con 1.9 % de MO muestran incrementos adicionales de aproximadamente 890 kg/ha mediante el agregado de S en la fertilización de arranque. (Fig. 5).

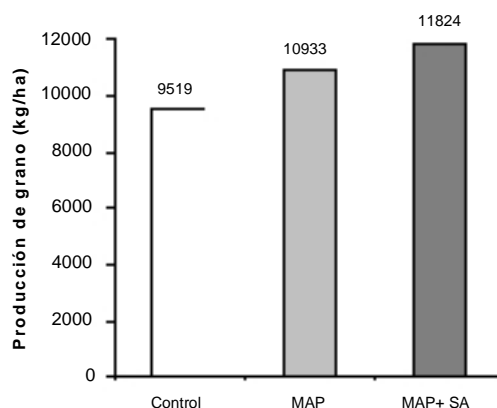


Figura 5: Producción de maíz según tratamientos de fertilización de arranque: Control= sin arrancador, MAP= 90 kg/ha de fosfato monoamónico, MAP + SA= 90 kg/ha de fosfato monoamónico + 53 kg/ha de sulfato de amonio. Todos los tratamientos con 200 kg/ha de urea en V6

### Micronutrientes

También en planteos de alta producción y con aplicaciones de altas dosis de N, P y S otros nutrientes requeridos en menor cantidad pueden surgir como limitantes. En general los suelos de la región muestran contenidos medios a bajos de Zn y B y estudios preliminares muestran respuestas al agregados de los mismos en dosis bajas (1 a 2 kg/ha) (Carta y col 2001, Ventimiglia y col 1999); no obstante se requiere de la intensificación de los mismos para elaborar métodos de diagnóstico y ajuste de prácticas de fertilización.

### Tratamientos con promotores biológicos de crecimiento vegetal

Resultados de 3 sitios de experimentación en el oeste bonaerense cultivados con maíz y con tratamientos con *Azospirillum* detectaron aumentos de aproximadamente 600 kg/ha, equivalentes a mejoras en un 6% sobre la producción de grano del control sin inoculación. Este comportamiento fue independiente del manejo de N (Fig.6).

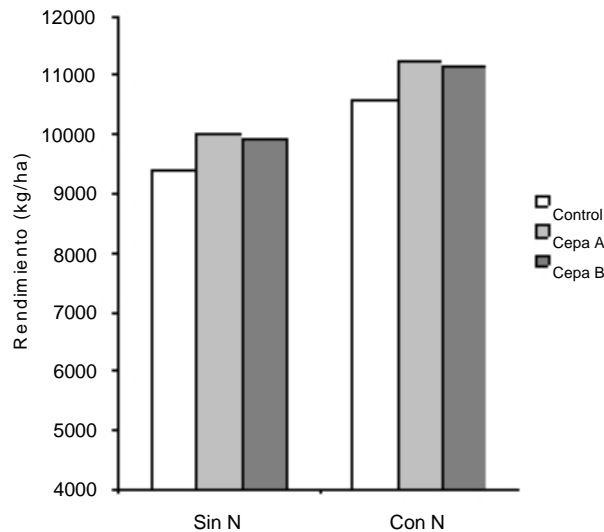


Figura 6. Producción de cultivos de maíz inoculados con *Azospirillum* en tratamientos líquidos sobre semillas (Cepas A y B de Nitragin) en Hapludoles énticos del oeste de Buenos Aires.

### Referencias

- Barraco, M., Díaz- Zorita, M. 2004. Momento de fertilización nitrogenada de maíz en la región de la pampa arenosa. Actas XIX Congreso AACCS. Paraná (ER). Pág. 146.
- Barraco M, Michiels C. 2004. Manejo de la fertilización con NPS en cultivos especiales de maíz. Resultados de Unidades demostrativas del Centro Regional Buenos Aires Norte de INTA. Año 2003-2004.pp 136-139.
- Barraco, M., Díaz- Zorita, M. 2004. Manejo de la fertilización nitrogenada en cultivos de maíz de segunda. Tecnicorreo. Boletín técnico para profesionales agropecuarios, editado por EEA INTA General Villegas. Setiembre 2003. pp: 28-31.
- Díaz-Zorita, M. 2001. Resumen de estudios de fertilización con azufre en el oeste bonaerense. EEA INTA General Villegas, Publicación Técnica 36.
- Díaz- Zorita M, Baliña R, Fernández- Canigia MV. (ed). Resumen de resultados de investigación y desarrollo aplicado de Nitragin. Campaña 2002-03. 62 pp.
- Echeverría, H., F. García. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. EEA INTA Balcarce, Boletín Técnico 149.