



Maíz de segunda: mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada

Benzi¹, Patricia; Boxler², Miguel

¹INTA Arias. ²CREA Sur de Santa Fe. E-mail: intaarias@mjuarez.inta.gov.ar

Introducción

La agricultura es un proceso continuo en el cual todas las actividades tienen efecto sobre los resultados inmediatos y en las campañas siguientes. Esto obliga a optimizar el uso de los recursos buscando la mejor combinación que permita obtener el máximo beneficio sustentable en el tiempo. Se debe buscar maximizar la sinergia entre ellos, haciendo una utilización racional y no un mayor uso de insumos.

El cultivo de maíz se caracteriza por su aporte de cobertura a los sistemas de producción agrícolas puros, determinado por la cantidad y calidad de rastrojos que produce. El maíz de segunda es una alternativa productiva a considerar por el elevado aporte de rastrojos con alta relación Carbono (C)/Nitrógeno (N) que brinda cobertura estable durante el invierno, además de incorporar otra gramínea en la rotación y distribuir los riesgos asociados a los cultivos de verano.

El N es el principal nutriente que limita la productividad de los cereales en la región pampeana argentina (Echeverría y García, 2005). Por ello, la fertilización constituye una de las herramientas del manejo empresarial que afecta más directamente el costo de producción de cereales como el maíz. La posibilidad de describir los rendimientos en función del agregado creciente de nutrientes mediante la construcción de curvas de respuesta permite ajustar las recomendaciones en función de nuevas tecnologías.

Una característica relevante para el manejo del cultivo de maíz de segunda son las altas tasas de crecimiento del cultivo durante la etapa vegetativa, pero bajas en el período reproductivo. Este es un aspecto de importancia al momento de elegir el lote, que debe poseer una buena recarga hídrica del perfil para que el cultivo no sufra déficits durante los primeros estadios. La velocidad de su ciclo es importante también a la hora de planificar las labores culturales sobre el cultivo y los márgenes de tiempo disponibles para ello, que generalmente son acotados.

Desde hace varios años, el Grupo Suelos y Producción Vegetal de INTA Marcos Juárez realiza ensayos con el objetivo de evaluar el rendimiento de híbridos de maíz sembrados en segunda fecha de siembra (Vallone, 2007). En esta misma línea, la Oficina Técnica INTA Arias ha realizado en la campaña 2007/2008 un ensayo con características similares al presentado en este trabajo, pero llevado a cabo en otro ambiente de la zona (Benzi et al., 2008).

Con la finalidad de generar mayor información local sobre el tema, se condujo un ensayo cuyos objetivos fueron evaluar la respuesta a dosis crecientes de N en el cultivo de maíz de segunda, y estimar el balance de N resultante. Adicionalmente, se analizaron los costos y márgenes económicos de cada dosis de N evaluada.

Materiales y métodos

En el marco de la red de ensayos de dosis crecientes de N en maíz del Proyecto Regional de Agricultura Sustentable de la Provincia de Córdoba, fue llevada a cabo una experiencia en campo de productor. El ensayo se hizo en conjunto entre la Agencia de Extensión INTA Arias y la Región CREA Sur de Santa Fe en el Establecimiento Kilgruman, Cavanagh, Departamento Marcos Juárez (Córdoba).

El diseño del ensayo fue en bloques completamente aleatorizados. Sobre un suelo serie La Bélgica, Hapludol típico de textura franco gruesa, se sembró el 16/12/2008 el híbrido Nidera AX 852 MG a 52 cm entre hileras, en siembra directa. El ancho de cada parcela fue de 72 surcos un largo de 150 metros. El cultivo antecesor fue trigo, fertilizado con 130 kg de urea y 130 kg de una mezcla compuesta por 104 kg de Fosfato Diamónico (DAP), y 26 kg de Sulfato de Calcio, y rindió 34 qq.

A partir del análisis de suelo al momento de la siembra (cuadro 1), se obtuvo el contenido de N en los primeros 60 cm, el cual fue de 90 kg/ha. En todos los tratamientos se fertilizó a la siembra con 100 kg de una mezcla P+S con 50% de Fosfato Monoamónico (MAP) y 50% de Sulfato de Amonio (SDA).

Los tratamientos evaluados se presentan en el cuadro 2. El fertilizante nitrogenado (urea granulada) se incorporó al momento de la siembra con una fertilizadora. La cosecha se realizó en forma mecánica. Los datos de precipitaciones y número de heladas mensuales se presentan en el cuadro 3.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por análisis de varianza, estudiando la respuesta al agregado de dosis crecientes de N, y se ajustaron curvas de respuesta a N.

Cuadro 1. Análisis de suelo al momento de la siembra.

Prof. (cm.)	pH (1:1)	M.O. %	P Disp. (ppm)	N-NO ₃ (ppm)	S (ppm)	CIC	DA (g/cm ³)	H ^o (%)
0-20	6,1	2,66	16,2	52,8	12,8	17,4	1,3	17
20-40	--	--	--	48,4	--	--	--	18,1
40-60	--	--	--	48,4	--	--	--	17,1

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

Cuadro 2. Tratamientos evaluados.

Tratamiento	Urea (kg/ ha)*	N (kg /ha)**
1 (N51)	0	16
2 (N51)	75	51
3 (N85)	150	85
4 (N120)	225	120
5 (N 154)	300	154

*46% de N

** N (urea+map+sda)

Cuadro 3. Precipitaciones y número de heladas durante el ciclo del cultivo.

Variable / mes	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
N ^o de heladas	0	0	0	0	0	7*
Precipitaciones 2009 (mm)	0	60	194	90	31	30

*Fecha de 1er helada: 05/05/09

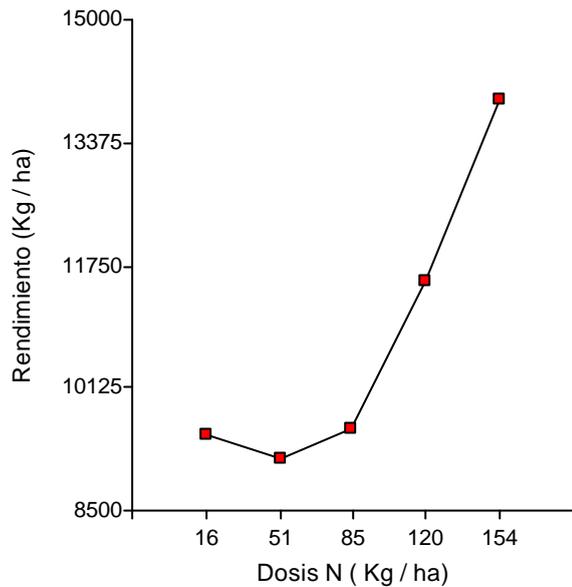
Fuente: Establecimiento Kilgruman.

Resultados y Discusión

Respuesta a dosis crecientes de N

Se observaron diferencias significativas (LSD, $p < 0,005$) entre los tratamientos N120 y N154 (gráfico1). La diferencia en rendimiento entre N120 y N154 fue de 2390 kg/ha. Entre los tratamientos N16, N51, N85 y N120 no se observaron diferencias estadísticamente significativas. La curva muestra que el maíz de segunda respondió al agregado de dosis altas de N, en este caso, a partir del tratamiento N85. En el N154 la pendiente de respuesta se mantiene positiva.

Gráfico 1. Curva de respuesta al agregado de dosis crecientes de N.



Balance de N

El balance de N se estimó a partir de la siguiente ecuación:

$$N \text{ cultivo: } (N \text{ inicial} * E_i) + (N \text{ fertilizante} * E_f) + (N \text{ mineralizado} * E_m)$$

Donde E_i , E_f y E_m indican las eficiencias de uso del N inicial, del fertilizante y mineralizado durante el ciclo del cultivo. A partir de esta ecuación se puede estimar el N mineralizado como:

$$N \text{ mineralizado: } ((N \text{ cultivo}) - (N \text{ inicial} * E_i) - (N \text{ fertilizante} * E_f)) / E_m$$

Las eficiencias consideran la cantidad de N que absorbe el cultivo de cada aporte.

Cuadro 4. Cálculo de los componentes del balance de N.

Rend. kg/ha	N cultivo*	N inicial	E_i	Aporte N inicial	N fert**	E_f	Aporte N fert	Aporte N min	E_m	N mineralizado
9489	182	90	0,5	45	16	0,6	9,6	127	0,8	102
9180	176	90	0,5	45	51	0,6	30,6	100	0,8	80
9570	184	90	0,5	45	85	0,6	51,6	88	0,8	70
11550	222	90	0,5	45	120	0,6	72,6	105	0,8	84
13941	267	90	0,5	45	154	0,6	93,6	130	0,8	104

*Cálculo de necesidad de N durante el ciclo del cultivo de maíz, según rendimiento obtenido (Ciampitti y García, 2009).

** N (Urea+MPA+SDA)

En la columna resaltada se observa el aporte al cultivo realizado por la mineralización, que al ser afectado por una eficiencia (E_m) del 80% de absorción del N mineralizado da como resultado el N mineralizado. Estas estimaciones varían mucho según las eficiencias que se utilicen. La mineralización real es la del tratamiento sin aplicación de N dado que, con fertilización, el aporte de mineralización estimado es variable (el N del fertilizante sustituye o a veces incrementa el N mineralizado).

Análisis de costos y márgenes

Cuadro 5. Cálculo de costos y márgenes obtenidos en cada tratamiento.

N (kg/ha)	Rend. (kg/ha)	Dif/Test (kg/ha)	Costos** (U\$S/ha)	Costo Marginal (U\$S/ha)	Margen Bruto (U\$S/ha)	Margen Bruto Marginal(U\$S/ha)
0	9.489	0	296	0	728	0
51	9.180	-309	322	27	668	-60
85	9.570	81	357	61	676	-52
120	11.550	2.061	407	111	839	111
154	13.941	4.452	458	162	1.046	318

En el cuadro 5 se observa que los tratamientos que tuvieron mayor Margen Bruto Marginal fueron N120 y N154, mientras que N51 y N85 fueron negativos respecto del testigo sin agregado de urea.

Conclusiones

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con dosis de 120N y 154N, y entre los tratamientos de 16N, 51N, 85N y 120N no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

Los tratamientos que mayor Margen Bruto Marginal tuvieron fueron el de 120N y 154N.

Sería oportuno explorar en experiencias futuras el agregado de dosis mayores a 154 N.

Agradecimientos

Jorge Ochoa (Est. Kilgruman), Fernando García (IPNI), Carlos Galarza y Belén Conde (INTA Marcos Juárez).

Bibliografía

- Benzi, P.; Boxler, M.; Lüscher, C. 2008. Fertilización nitrogenada y azufrada en maíz de segunda sobre trigo. Informe de Actualización Técnica N° 9. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
- Ciampitti I.; García, F. O. 2009. Cálculo de requerimientos y extracción de nutrientes. Cultivo de Maíz. IPNI Cono Sur, Acassuso, Argentina. (<http://www.ipni.net>). Verificado 07/07/09.
- Echeverría, H.E.; García F. O. 2005. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA. Bs As, Argentina.
- Vallone, P.; Gudelj, V.; Galarza, C.; Masiero, B. 2007. Ensayo comparativo de rendimiento de maíz en siembra de segunda. Campaña 2006/2007. Informe de Actualización Técnica N° 5. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.