

RECOMENDACIONES PARA LA FERTILIZACION NITROGENADA DE TRIGO Y MAIZ EN LA PAMPA ONDULADA *

*Roberto Alvarez, Haydée S. Steinbach, Carina R. Alvarez, y Susana Grigera
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires
Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina
ralvarez@agro.uba.ar*

Información utilizada

Las recomendaciones aquí presentadas han sido elaboradas como estimaciones de las dosis de nitrógeno (N) a aplicar a los cultivos de trigo y maíz en la Pampa Ondulada (noreste de Buenos Aires-sur de Santa Fe). Estas estimaciones están basadas en funciones de respuesta de los cultivos a la disponibilidad de N. Las funciones fueron ajustadas sobre poblaciones de 282 situaciones para trigo y 320 situaciones para maíz correspondientes al período 1996-2002. Estas situaciones provienen de experimentos realizados por la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes de la FAUBA (20%), datos publicados por INTA e INPOFOS Cono Sur (50%) e información proveniente de lotes de producción aportada por asesores técnicos (30%). Las poblaciones de datos cubren una amplia gama de condiciones de fertilidad, clima y manejo pero no deben considerarse como excluyentes de otras condiciones posibles. La disponibilidad de N mineral para los cultivos se definió como la suma del N del suelo (nitratos de 0 a 60 cm) más la dosis de N del fertilizante. Los análisis de suelo se realizaron a la siembra o inmediatamente después en trigo y a la siembra o en el estado de 4-6 hojas en el maíz. No hubo diferencias entre los valores de nitratos según momento de muestreo en maíz a nivel población, ni efectos sobre la respuesta a la disponibilidad de N, por lo que no se diferenciaron dichas situaciones en el análisis. Los cultivos antecesores más comunes fueron maíz, sorgo y soja para el trigo y soja para el maíz. Los sistemas de labranza variaron desde siembra directa a labranza con reja y vertedera en ambos cultivos. No se detectaron efectos significativos de estas variables sobre la respuesta de los cultivos a la disponibilidad de N y por lo tanto, no se separaron las poblaciones por sistema de labranza o antecesor. Las funciones establecidas representan un abanico amplio de respuestas probables del rendimiento a la disponibilidad de N y pueden ser mejoradas en situaciones puntuales con información sitio-específica. En consecuencia, deben considerarse como una primera aproximación para la determinación de las dosis de fertilizante nitrogenado a aplicar, de uso orientativo ante la carencia de datos precisos para una situación de interés. Las funciones obtenidas estiman la respuesta de trigo y maíz a N no siendo el fósforo (P) limitante. Las poblaciones de datos usadas para establecer los ajustes tenían en todos los casos niveles de P extractable iguales o superiores a 15 ppm y en casi todos los casos recibieron fertilización fosforada. En consecuencia, estas funciones, y las recomendaciones que de ellas surgen, no deben utilizarse en situaciones donde se prevean limitaciones de fertilidad fosforada sin realizar una fertilización de base con P.

Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N°18, Junio 2003.

Funciones de respuesta del rendimiento al nitrógeno mineral

Se ajustaron diferentes modelos matemáticos de respuesta a las poblaciones de datos de rendimiento en función del N disponible (N del suelo + N del fertilizante). En todos los casos, el modelo potencial fue el que presentó mejor ajuste (Figura 1, Tabla 1). La relación entre el rendimiento y el N disponible está afectada por factores genéticos, ambientales y de manejo y, por consiguiente, no pudo presentarse una sola función de respuesta con alto nivel de ajuste. Esta limitación fue enfrentada presentando tres funciones para cada cultivo, cubriendo así diferentes escenarios de respuesta a la fertilización. Se ajustó una función al total de datos, llamada de rendimientos medios, otra a un segmento de situaciones con rendimientos bajos y una tercera a situaciones con rendimientos altos. La función de rendimientos bajos corresponde al ajuste de las situaciones con rendimientos en el 25% inferior de la distribución y la de rendimientos altos al ajuste de las situaciones en el 25% superior. De esto se desprende que en el caso de las funciones de rendimientos medios es esperable que aproximadamente un 50% de las situaciones posibles logren rendimientos superiores al estimado por la función y otro 50% inferiores. Para la función de rendimientos bajos un 13% de las situaciones posibles tendrían rendimientos iguales o menores al estimado y un 87% mayores. Contrariamente, para la función de rendimientos altos es esperable que un 13% de las situaciones posibles presenten rendimientos iguales o superiores al predicho por la función y un 87% inferiores. Las funciones de rendimientos medios pueden explicar un 46% de la variabilidad de los rendimientos de trigo y un 19% de la de maíz. En el caso del maíz, el ajuste mejora con modelos que incluyen las precipitaciones lográndose un 33% de explicación del rendimiento considerando las precipitaciones durante el ciclo del cultivo. La respuesta del rendimiento de maíz a la disponibilidad de N estuvo regulada fuertemente por las precipitaciones. La curva de bajos rendimientos corresponde a una subpoblación de datos con precipitación media para este período de 528 mm, la de rendimientos medios de 611 mm y la de rendimientos altos de 674 mm. La probabilidad que los resultados obtenidos en una situación particular estén comprendidos entre las curvas de bajos y altos rendimientos es de aproximadamente 75%.

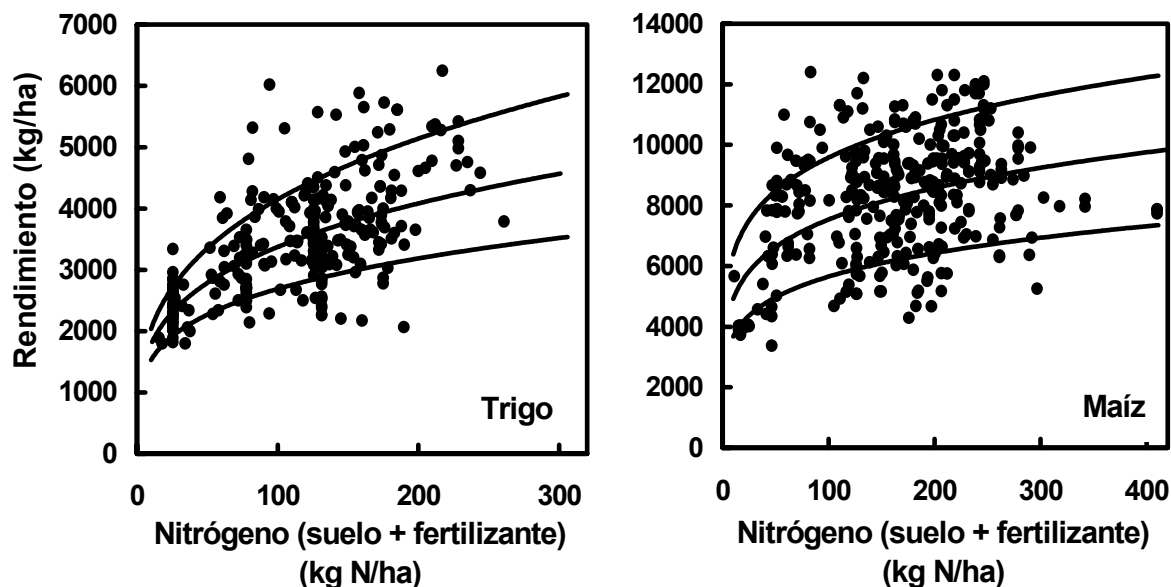


Figura 1. Relaciones entre los rendimientos de trigo y maíz (14% humedad) y la disponibilidad de N mineral. Las curvas representan funciones de ajuste para el total de las poblaciones (rendimientos medios) y para situaciones con altos rendimientos (25% superior) y bajos rendimientos (25% inferior). N: N del suelo como nitrato de 0-60 cm más el N aportado por la fertilización.

Tabla 1. Coeficientes de las funciones de ajuste de rendimiento a nitrógeno. Rendimiento = $a * N^b$. N: N mineral del suelo de 0-60 cm más el N aportado por la fertilización (kg N/ha).

Rendimiento	Trigo			Maíz		
	a	b	R ²	a	b	R ²
Bajo (25 % inferior)	870	0,245	0,60	2400	0,186	0,36
Medio (todos los datos)	950	0,275	0,46	3200	0,186	0,19
Alto (25 % superior)	1000	0,309	0,72	4260	0,176	0,45

Fertilización para rendimientos medios

Las funciones presentadas permiten estimar la rentabilidad de la fertilización, los rendimientos esperados y el ingreso neto para escenarios contrastantes de respuesta a N. Los antecedentes de rendimiento del sistema de interés pueden

llevar a la decisión de elegir una u otra función. Sin embargo, factores ambientales no controlables, como la sanidad en trigo o las precipitaciones en maíz, pueden influir marcadamente en la respuesta a la fertilización produciendo una gran variabilidad de año en año. En consecuencia, es difícil predecir el rendimiento que se va a lograr al momento de decidir la dosis de N, ya que la elección de uno u otro escenario debe hacerse durante las fases iniciales del cultivo. Sin embargo, es posible contrastar cómo respondería un sistema productivo, que va a lograr en el largo plazo rendimientos medios, si se aplican las distintas funciones ajustadas. Para ello puede calcularse la rentabilidad de la inversión en fertilización ($\text{ingreso neto por fertilización (\$/ha) / inversión en fertilización (\$/ha)}$), el rendimiento esperado (kg/ha) y el ingreso neto por fertilización ($\text{\$/ha}$) aplicando las funciones de bajos, medios y altos rendimientos, y comparar los resultados (Figura 2). Si se aplica la función de bajos rendimientos como criterio de fertilización se logra, tanto en trigo como en maíz, la máxima rentabilidad de la inversión en fertilización pero, en el largo plazo, bajos rendimientos promedio y los menores ingresos netos. Considerando a la tierra como el factor limitante este criterio es el menos recomendable. Aplicando el criterio de fertilizar para altos rendimientos puede lograrse en el largo plazo el promedio de rendimiento más alto pero a costa de una menor rentabilidad de la fertilización que usando el criterio de rendimientos medios. Este último es el que permite lograr a largo plazo el mayor ingreso neto medio y, en consecuencia, podría ser el criterio más recomendable, especialmente en trigo. Fertilizando para rendimientos medios se logra el uso más eficiente de la tierra con el mayor ingreso económico por unidad de superficie. Consecuentemente, cuando en un sistema productivo particular se considere que el rango probable de variación de los rendimientos es semejante al de las poblaciones de datos presentadas aquí, lo más recomendable para maximizar el ingreso neto es diseñar la estrategia de fertilización nitrogenada empleando la función de rendimientos medios (escenario más frecuente en el largo plazo). En maíz existe una posibilidad alternativa relacionada a la dependencia de la respuesta del rendimiento a la disponibilidad de N en función del escenario de precipitación. Cuando sea posible definir un escenario de precipitaciones diferente al promedio es posible optar por las curvas de alto o bajo rendimiento. En situaciones donde se prevea que no existirán limitaciones hídricas importantes para el cultivo por aplicación de riego podría elegirse trabajar con la función de altos rendimientos. Por el contrario, en situaciones donde sean probables precipitaciones menores que el promedio sería aconsejable estimar la dosis de N a aplicar con la función de bajos rendimientos. Este caso puede darse si se cuenta con pronósticos meteorológicos que indiquen un efecto “Año Niña” para el ciclo del cultivo, en el cual sean probables precipitaciones menores a la media.

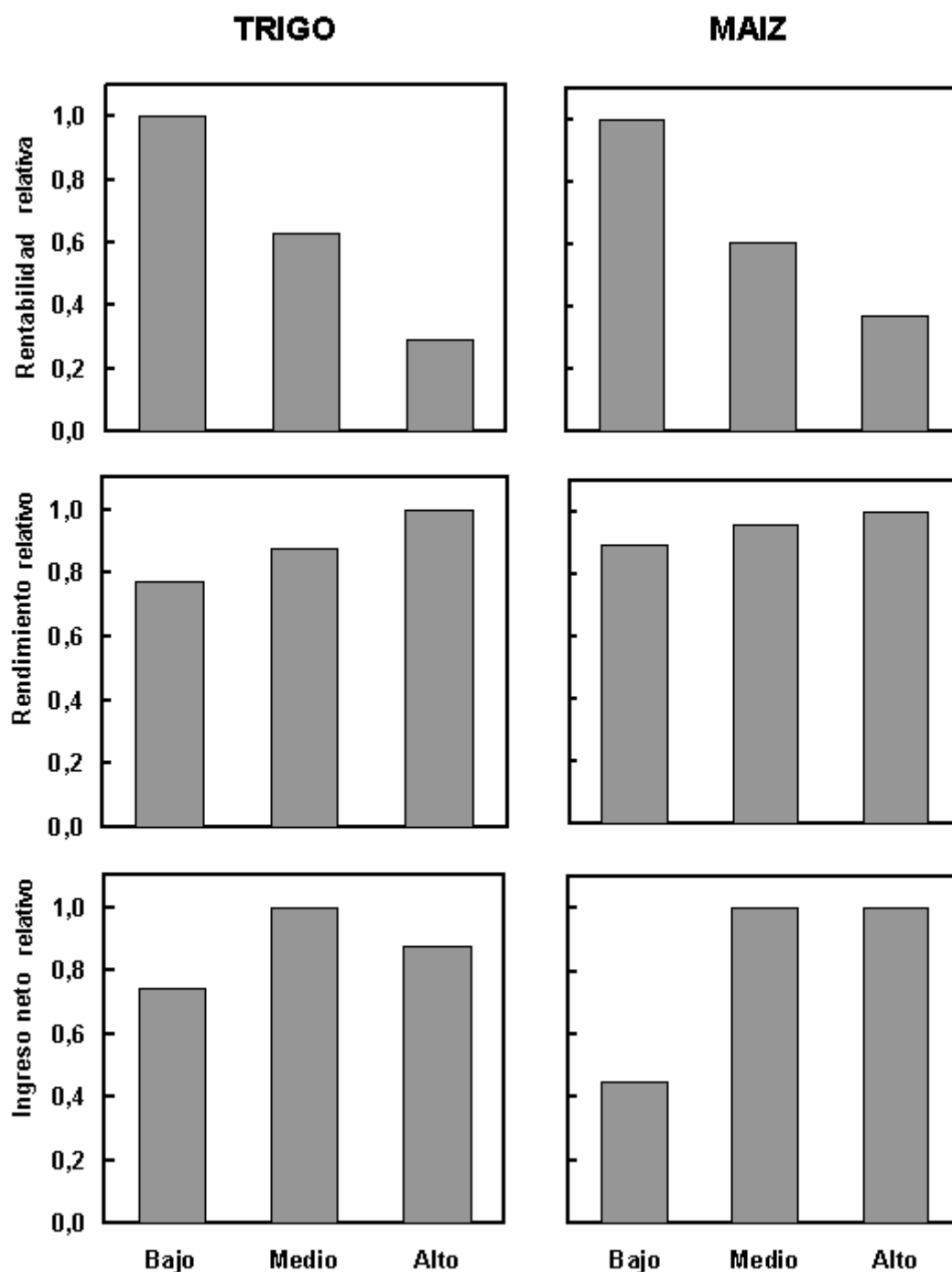
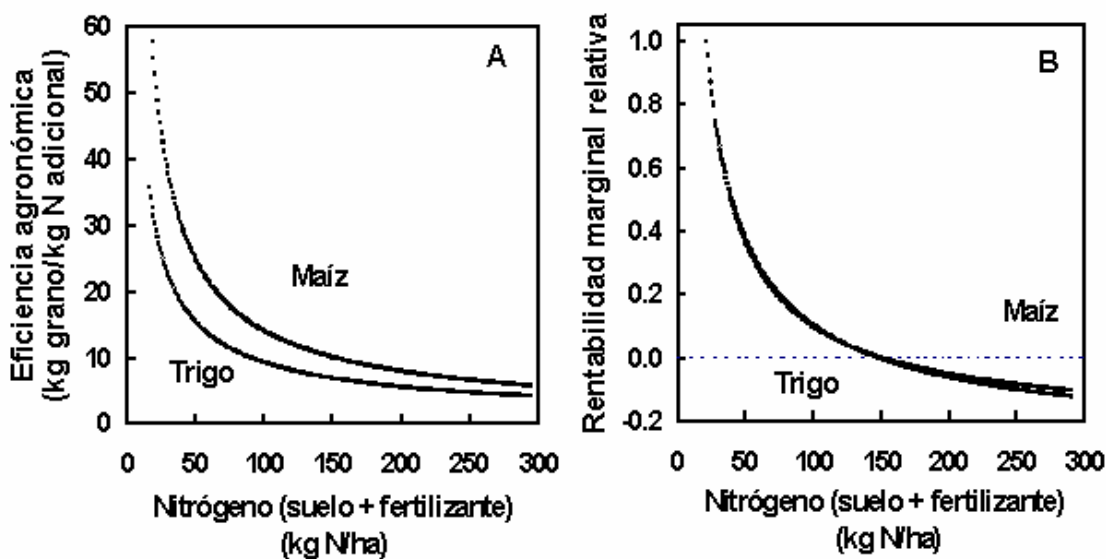


Figura 2. Comparación para los cultivos de trigo y maíz de la rentabilidad de la inversión en fertilización (ingreso neto por fertilización (\$/ha)/inversión en fertilización (\$/ha)), rendimiento promedio esperado (kg/ha) e ingreso neto por fertilización (\$/ha) empleando tres funciones diferentes de predicción de respuesta a N: de bajo, medio y alto rendimiento. En todos los casos, los resultados se han expresado en forma relativa dando el valor de 1 al escenario con valor más alto. Los cálculos fueron realizados considerando el N del suelo en 40 kg N/ha para trigo y 80 kg N/ha para maíz, con una relación de precios (N fertilizante/grano) de 7 y 10 respectivamente. La dosis de N se calculó por diferencia con el N del suelo llevando el límite de fertilización hasta una rentabilidad marginal del 10%. No se ha considerado costo de aplicación del fertilizante.

Determinación del objetivo de nitrógeno económicamente óptimo para rendimientos medios

La naturaleza curvilínea de la respuesta del rendimiento a la disponibilidad de N determina que, cuando el nivel de N del suelo es bajo, la respuesta sea mucho mayor ante el agregado de una unidad del nutriente, que cuando el nivel inicial de N es alto. Consecuentemente, la pendiente de la curva de respuesta, conocida como eficiencia agronómica (kg grano producido/kg N aplicado) es mayor en situaciones con bajo contenido de nitratos que en situaciones con alto contenido (Figura 3A). Esto conduce también a un mayor retorno económico de la fertilización en situaciones de baja fertilidad inicial (Figura 3B). A medida que el suelo es más fértil disminuye la respuesta a la fertilización y la ganancia económica que produce.



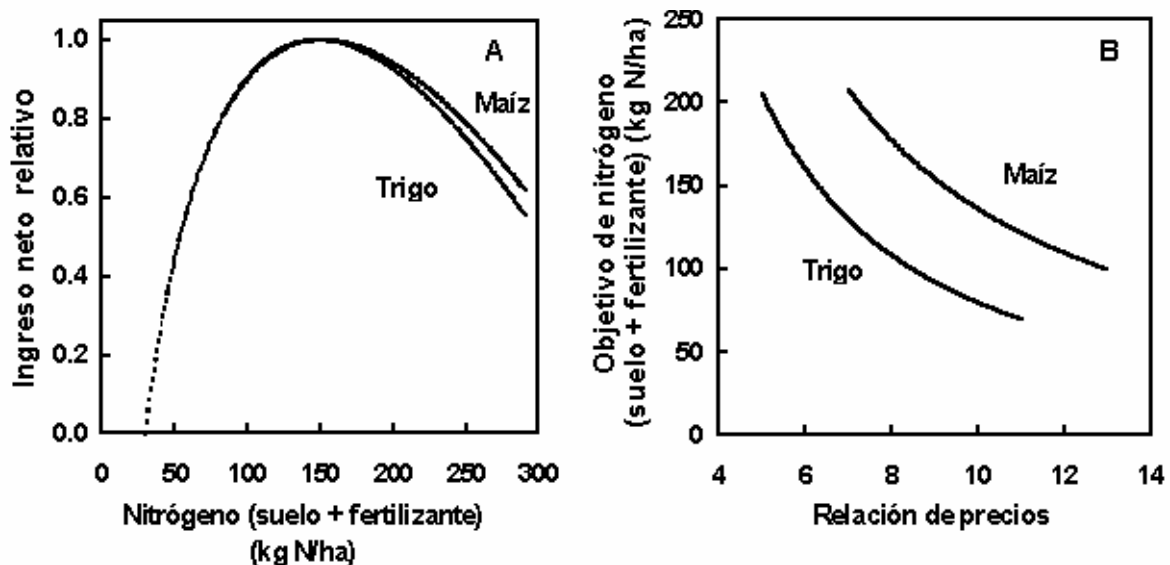
$$\text{Eficiencia agronómica trigo} = 269 * N^{-0.730}$$

$$\text{Eficiencia agronómica maíz} = 614 * N^{-0.820}$$

Figura 3. Eficiencia agronómica para trigo y maíz en función del nivel de N mineral del suelo para niveles medios de rendimiento (A) y rentabilidad neta marginal {[ingreso extra por fertilización con 1 kg N/ha (\$/ha) – costo de la unidad de N (\$)]/ costo de la unidad de N (\$)} (B), para niveles medios de rendimiento. La rentabilidad marginal ha sido expresada en forma relativa dando el valor de 1 a la rentabilidad máxima. No se ha incluido el costo de aplicación del fertilizante.

El ingreso neto por fertilización aumenta a medida que aumenta la dosis de N hasta un máximo a partir del cual la respuesta del rendimiento a la fertilización no llega a compensar su costo y se produce una caída (Figura 4A). Existe por lo tanto un nivel de N disponible al cual llevar el suelo donde la ganancia que produce la fertilización es máxima. Este nivel es el objetivo de N a alcanzar y la dosis de fertilización debe ser igual a la diferencia entre el objetivo y el nivel del N mineral del suelo. Este objetivo no es fijo y depende de la relación entre los

precios del fertilizante y el grano y del nivel de rendimiento esperado. Cuando el fertilizante es barato o el grano valioso, se genera una relación de precios baja y es necesario producir menos grano por unidad de N agregada para compensar su costo. Esto hace que se logre un ingreso máximo con objetivos de N más altos. Por el contrario, con altas relaciones de precios debe llevarse el sistema a objetivos de N menores para el máximo ingreso. La naturaleza de la función de ingreso neto es elástica, especialmente con relaciones de precios favorables, lo que implica que para ingresos altos o cerca del máximo hay poca variación del ingreso ante cambios importantes del contenido de N mineral del suelo. Esto permite disminuir marcadamente las dosis de N a agregar con un efecto mínimo sobre el ingreso neto esperado, disminuyendo así también la magnitud de la inversión en fertilización. Los objetivos de N así calculados decrecen al aumentar la relación de precios y aumentan cuando la relación de precios disminuye (Figura 4B).



$$N \text{ objetivo trigo} = 1860 * RP^{-1,38}$$

$$N \text{ objetivo maíz} = 2070 * RP^{-1,18}$$

Figura 4. Ingreso neto por fertilización en función del nivel de nitrógeno al que se lleva el suelo, calculado con una relación de precios de 7 para trigo y de 10 para maíz, en un suelo con 30 kg N/ha inicial. El ingreso neto se expresó en forma relativa dando el valor de 1 al máximo (A). Objetivos de N a alcanzar en función de la relación de precios para trigo y maíz, calculados para cuando el ingreso marginal decrece hasta el 10% (0.1 \$ ingreso neto/\$ invertido) (B). No se ha incluido el costo de aplicación del fertilizante. RP: relación de precios.

Cálculo de la relación de precios y estimación del contenido de nitrógeno del suelo

Para la determinación de la dosis de fertilizante es necesario fijar el objetivo de N a alcanzar, que depende únicamente de la relación de precios cuando no hay

costo de aplicación, y conocer el nivel de nitratos del suelo de 0 a 60 cm. En el cálculo de la relación de precios deben considerarse, como costo del fertilizante, el precio del mismo puesto en el campo más el costo financiero, si lo hubiera, por haber usado crédito para adquirirlo. El valor del grano a utilizar es el neto, luego de descontar los gastos de cosecha, flete, secado y comercialización, representa el ingreso real por unidad de grano que recibe el productor tras la venta.

$$\text{Relación de precios} = \frac{\text{Precio N (\$/kg N)} + \text{interés}}{\text{Precio bruto grano (\$/kg)} - \text{gastos}}$$

El precio del N depende del precio del fertilizante y su concentración de N:

$$\text{Precio del N (\$/kg N)} = \frac{\text{Precio del fertilizante (\$/t)}}{\text{kg N/t fertilizante}}$$

Para el cálculo del interés a pagar se debe considerar la tasa mensual y el período de inmovilización, generalmente 6-8 meses. Los gastos representan según los casos un 20-30% del precio bruto en trigo y 30-40% en maíz.

La estimación del contenido de N mineral del suelo se realiza sobre la base de la concentración de nitratos hasta los 60 cm de profundidad. Deben tomarse muestras, generalmente por estratos de 20 cm, determinar la concentración de nitratos en cada estrato, promediar las concentraciones de los diferentes estratos, transformar los resultados a N de nitratos y llevar a kg N/ha usando una estimación de la densidad aparente del suelo. La concentración de nitratos dividida un factor de 4,4 se transforma en la concentración de N de nitratos. Una estimación aceptable de la densidad aparente de los suelos de la Pampa Ondulada es 1,3 t/m³, determinando una masa de suelo hasta los 60 cm de profundidad de 7.800.000 kg/ha.

$$\text{Nitrógeno del suelo (kg N/ha)} = \frac{\text{Nitratos de 0-60cm (ppm)}}{4.4} \times 7,8$$

Cuando no se cuenta con toda la información necesaria para realizar estos cálculos pueden estimarse en forma aproximada los kg N/ha de 0 a 60 cm multiplicando la concentración de nitratos de 0 a 20 cm (ppm) por un factor de 1,15. Esto es posible debido a que normalmente la concentración de nitratos de 0 a 20 cm está muy correlacionada con la concentración hasta los 60 cm, siendo esta última equivalente a 0,65 x nitratos 0-20 cm. En situaciones donde se hayan registrado precipitaciones muy intensas previas al muestreo no es aconsejable utilizar esta simplificación. Si los análisis de nitratos se realizan en presembrado, y a la siembra se aplica un fertilizante fosforado que contiene también N, para la estimación del nivel inicial de N disponible, previo a la fertilización nitrogenada, deben sumarse el N de nitratos del suelo y el N aportado con el fertilizante fosforado. Cuando los análisis de nitratos se realizan postsiembra, el N que aportó el fertilizante fosforado ya está incorporado en el suelo y esta incluido en los análisis y no debe sumarse.

Recomendaciones para la fertilización de trigo y maíz incluyendo el costo de aplicación

Cuando la fertilización nitrogenada no implica un costo adicional de aplicación, debido a que el fertilizante se aplica junto con alguna operación habitual del cultivo, el objetivo de N es el estimado sobre la base de la relación de precios. También, cuando el nivel de N mineral del suelo es bajo y la dosis a aplicar alta, el objetivo de N no se ve modificado respecto del estimado con la relación de precios, aunque exista un costo de aplicación del N. Esto se debe a que este costo es pequeño respecto de la inversión en fertilizante y afecta muy poco el valor final de la unidad de N aplicada. Por el contrario, cuando el nivel de N del suelo es alto y, en consecuencia, baja la dosis, cada unidad de N que se aplica es más cara que su precio. Cuánto menor es la dosis mayor es este efecto y esto puede determinar que no sea rentable aplicar dosis pequeñas de N aunque el nivel de N mineral del suelo sea inferior al objetivo de N calculado sobre la base de la relación de precios. Con costo de aplicación, el ingreso neto de la fertilización debe calcularse como:

$$\text{Ingreso neto (\$/ha)} = [\text{incremento rendimiento (kg/ha)} \times \text{precio neto grano (\$/kg)}] - [\text{dosis N (kg/ha)} \times (\text{precio N} + \text{interés})(\$/\text{kg}) + \text{costo aplicación (\$/ha)}]$$

Mientras el incremento del rendimiento es variable en función de la dosis y esta varía según el nivel de N inicial del suelo y el objetivo de N a alcanzar, representando el fertilizante un costo variable, el costo de aplicación es constante dentro de un amplio rango de dosis y representa un costo fijo. Estos elementos permiten recomendar dosis de N para lograr el óptimo económico de la fertilización (Tabla 2). Para niveles bajos de N mineral inicial, las dosis a aplicar llevan el nivel de N al objetivo económico óptimo en función de la relación de precios. Cuando el nivel de nitratos es alto en general no es rentable la aplicación de dosis de N menores de 30-40 kg N/ha y en estas situaciones no es recomendable la fertilización si ello implica un costo de aplicación. En trigo, es recomendable la elección de variedades resistentes al vuelco cuando se lleve el suelo a objetivos superiores a 140 kg N/ha.

Tabla 2. Dosis recomendadas de fertilización nitrogenada para rendimientos medios de trigo y maíz en la Pampa Ondulada, en función de la relación de precios N fertilizante/grano y nivel de nitrógeno mineral del suelo (kg N/ha). Estas dosis se han calculado para llevar la rentabilidad marginal al 10% (0.1 \$/\$ invertido) con un costo de aplicación del fertilizante equivalente al costo de 8 kg N/ha. Las áreas sombreadas representan las situaciones más comunes de niveles de N y relación de precios.

TRIGO: Dosis de fertilización nitrogenada					
N mineral kg/ha	Relación de precios (\$ N/ \$ grano)				
	6	7	8	9	10
	----- kg N/ha -----				
20	140	110	90	70	60
30	130	100	80	60	50
40	120	90	70	50	40
50	110	80	60	40	30
60	100	70	50	30	0
70	90	60	40	0	0
80	80	50	30	0	0
90	70	40	0	0	0
100	60	30	0	0	0
110	50	0	0	0	0
120	40	0	0	0	0

MAIZ: Dosis de fertilización nitrogenada					
N mineral del suelo kg/ha	Relación de precios (\$ N/ \$ grano)				
	8	9	10	11	12
	----- kg N/ha -----				
20	160	130	120	100	90
30	150	120	110	90	80
40	140	110	100	80	70
50	130	100	90	70	60
60	120	90	80	60	50
70	110	80	70	50	40
80	100	70	60	40	0
90	90	60	50	0	0
100	80	50	40	0	0
110	70	40	0	0	0
120	60	0	0	0	0

Agradecimientos

Colaboraron en la realización de experimentos E. Cartier, G. Obregón, J. Salas, O. Montane, C. Valente y R. García. La información proveniente de lotes de producción fue aportada por A. Cattaneo, R. Klein, F. Solari y J.A. Cartier quienes también colaboraron en los trabajos de campo.

La información bibliográfica fue obtenida de:

- Ambrogio M, Lorenzati S, Bizet H, Don H, Tanducci W, García FO, Fontanetto H. 2000. Trigo: explorando deficiencias nutricionales en la Región Pampeana. Resultados de los ensayos de fertilización AAPRESID-INPOFOS 1999/00. Informaciones Agronómicas 5: 6-11. INPOFOS Cono Sur.
- Baumer CR, Devito C, González N, Navas R. 1996. Fertilización de trigo en siembra directa. Rev. Tec. Agrop. 1(1): 1-5.
- Baumer C, Devito C, González N. 1997. Comparación de la eficiencia de una formulación líquida y otra sólida de fosfato diamónico en siembra directa en trigo. Rev. Tec. Agrop. 2(4): 1-4.
- Baumer C, Devito C, González N. 1997. Momentos de aplicación de nitrógeno en siembra directa en trigo. Rev. Tec. Agrop. 2(4): 5-7.
- Baumer C, Devito C, González N. 1997. Comparación de formas de aplicación de UAN en siembra directa en trigo (campaña 1996/97). Rev. Tec. Agrop. 2(4): 16-18
- Baumer C, Devito C, González N. 1997. Comparación de tres fuentes nitrogenadas en fertilización de trigo en siembra directa bajo riego y secano (campaña 1996/97). Rev. Tec. Agrop. 2(4): 12-15.

- Baumer C, Devito C, González N. 1997. Momento de aplicación de fuentes nitrogenadas en siembra directa de maíz en seco y bajo riego. *Rev. Tec. Agrop.* 2(5): 55-58.
- Caamaño A, Melgar R. 1997. Fertilización con fósforo, nitrógeno y azufre en maíz de alta producción. *Rev. Tec. Agrop.* 2(5): 11-14.
- Caamaño A, Melgar R. 1998. Fertilizantes nitrogenados: fuentes y momentos de aplicación en trigo. *Rev. Téc. Agrop.* 3(7): 36-38.
- Capurro J, Fiorito C, Gonzalez MC, Pagani R. 2001. Evaluación de respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz en Cañada de Gómez. Campaña 2000/2001. *Informaciones Agronómicas* 11: 13-15. INPOFOS Cono Sur.
- Capurro J, Fiorito C, Gonzalez MC, Pagani R. 2002. Fertilización del cultivo de maíz en Cañada de Gómez (Santa Fe). Resultados del ensayo campaña 2001/2002. *Informaciones Agronómicas* 15: 8-11. INPOFOS Cono Sur.
- Ferrari M, Carta H. 1996. Respuesta del maíz en siembra directa a distintas fuentes y dosis de fertilizante nitrogenado, campaña 1995/96. *Rev. Tec. Agrop.* 1(3): 5-8.
- Ferrari M, Carta H, Ventimiglia L, Ostojic J. 1997. Respuesta del maíz en siembra directa a distintas fuentes y dosis de fertilizante nitrogenado-campaña 1996/97. *Rev. Tac. Agrop.* 2(6): 15-18.
- García R, Annone JG, Martín AJ. 2002. El rendimiento y la calidad industrial de distintas variedades de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) en relación al uso del nitrógeno. *Rev. Tec. Agrop.* 7(19): 14-17.
- González N, Pagani G, Polidoro O, Mieres E. 2002. Comportamiento de cultivares de trigo en siembra directa con diferentes condiciones de manejo. *Rev. Tec. Agrop.* 7(19): 28-30.
- González N, Polidoro O. 2001. Comportamiento de cultivares de trigo en siembra directa con diferentes condiciones de fertilización con fósforo, nitrógeno y azufre. *Rev. Tac. Agrop.* 6(16): 11-12.
- Thomas A, Boxler M, Toledo BA, Houssay R, Martín L, Berardo A, García FO. 2001. Red de nutrición CREA Sur de Santa Fe. Resultados de la campaña 2000/2001: maíz. *Informaciones Agronómicas* 11: 5-10. INPOFOS Cono Sur.
- Ventimiglia LA, Carta HG, Rillo SN. 1998. Distintas fuentes nitrogenadas en la fertilización del maíz. *Rev. Tec. Agrop.* 3(8): 38-40.
- Ventimiglia LA, Carta HG, Rillo SN. 1999. Fuentes y momentos de aplicación de fertilizantes nitrogenados en trigo. *Rev. Tec. Agrop.* 4(11): 19-21.
- Ventimiglia LA, Carta HG, Rillo SN. 1999. Trigo: Fertilización foliar nitrogenada complementaria y momento de fertilización con nitrógeno. *Rev. Tec. Agrop.* 4(11): 22-24.