

# EVALUACION DE DOSIS Y FUENTES NITROGENADAS EN TRIGO Y CEBADA CERVECERA

## RATES OF NITROGEN SOURCES IN WINTER CROPS

Gustavo N. Ferraris<sup>1</sup>, Nicolas Vaio<sup>2</sup>, Juan Bencardini<sup>2</sup>

**Palabras clave:** cereales de invierno, nitrógeno, volatilización, lixiviación, N-NBPT, polímeros, eficiencia.

Las salidas de nitrógeno (N) desde el suelo representan una pérdida económica y un posible riesgo ambiental. El uso de inhibidores de volatilización y polímeros ha resultado exitoso en cultivos de verano, y no sería irrelevante en cereales de invierno. En cuatro experimentos, tres de trigo y uno de cebada cervecera, se evaluó el tratamiento con NBPT y la fuente Ultimax, revestida con Policote y otros polímeros, sobre el rendimiento y concentración de proteína. Se determinaron diferencias entre fuentes y dosis en ambos parámetros, confirmando la relevancia del manejo de N en estos cultivos.

### INTRODUCCION

El trigo es un cultivo tradicional de la Región Pampeana Argentina, y el principal cereal de invierno que ocupa nuestra superficie agrícola. Además de su valor económico, su importancia en las rotaciones se ha incrementado hasta tornarse un participante indispensable de los sistemas agrícolas. Amplia y durable cobertura de residuos, gran capacidad de competencia con las malezas y consumo hídrico que permite disminuir napas y evitar encharcamiento son algunas de las causas por las que su presencia en los campos argentinos se ha revalorizado. Junto con la cebada, son las principales especies que desarrollan una estratégica capacidad de crecimiento al final de la primavera, etapa clave para el normal progreso de los cultivos de verano. Es en esta época del año donde se incuban procesos de enmalezamiento y ascenso freático que limitan luego la productividad de soja y maíz.

El N es el principal elemento en la nutrición de gramíneas. Sus carencias afectan la expansión y duración del área foliar, reducen el cuajado de flores y producen aborto de granos. En ambientes con largo historial de balance negativo, la cantidad, distribución y forma de aplicación durante el ciclo es quizás la principal decisión de manejo, y la mayor inversión realizada en el cultivo. Este elemento es sumamente dinámico y está sometido a diferentes vías de salida del sistema (Rose *et al.*, 2018).

El comportamiento diferencial entre fuentes se

ha profundizado en cultivos de verano, pero podría ser igualmente relevante en la fertilización de cereales de invierno. A pesar de que la volatilización suele ser un fenómeno propio del ambiente riguroso del verano (Ferraris *et al.*, 2014; Pawlick *et al.*, 2019), con altas temperaturas y lluvias escasas y poco frecuentes, no se puede descartar que el fenómeno ocurra en otros momentos del año. El N-NBPT (N-(n-butyl) triamida thiofosforica) ha demostrado ser un inhibidor eficiente de este tipo de pérdidas, bloqueando la enzima ureasa durante un período prudencial de tiempo y haciendo así que el paso a N-nitrato ocurra de manera gradual (Ferraris *et al.*, 2014; Rose *et al.*, 2018). De igual manera, los polímeros como Policote®, sin una inhibición enzimática, producen igualmente una liberación gradual que disminuye las vías de pérdida (Costa *et al.*, 2011). Este tipo de polímeros podrían actuar sobre la volatilización pero también mitigando la lixiviación ante lluvias copiosas o frecuentes (Chalk *et al.*, 2015). La mitigación de pérdidas de N no solo tiene implicancias económicas sino también ambientales (Chalk *et al.*, 2015; Gilsanz *et al.*, 2016)

El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados en trigo y cebada cervecera. Las hipótesis propuestas son 1. Las fuentes protegidas de la volatilización incrementan la Eficiencia de uso de N (EUN), maximizando los rendimientos y 2. Esta mejora en la eficiencia se manifiesta en diferentes

1- INTA EEA Pergamino. Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino

2- Nutrien Ag Solutions Argentina SA

\* [ferraris.gustavo@inta.gob.ar](mailto:ferraris.gustavo@inta.gob.ar)

**Tabla 1.** Descripción de los sitios experimentales. Año 2018.

Sitio	Pergamino - INTA	Pergamino - INTA	Tambo Nuevo	Colón
Cultivo	Trigo	Cebada cervecera	Trigo	Trigo
Tipo de Suelo	Argiudol típico	Argiudol típico	Argiudol típico	Argiudol típico
Serie Suelo	Pergamino	Pergamino	Arroyo Dulce	Hughes
Cultivar	DM Ñandubay	Andreia	K. Rayo	DM Algarrobo
Fecha de siembra	20-Jun	20-Junio	2-Julio	10-Junio

dosis aplicadas a campo.

## MATERIALES Y METODOS

Durante el año 2018, se condujeron cuatro experimentos de campo en la región norte de Bs As, tendientes a evaluar dosis y tratamientos de protección de nitrógeno en trigo y cebada cervecera. Fueron conducidos con un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos. Una descripción de los sitios experimentales se presenta en la Tabla 1, mientras que los tratamientos en cuanto a fuentes y dosis se detallan en la Tabla 2, y los datos de suelo en la Tabla 3. Todos los sitios fueron sembrados con aplicación de superfosfato triple de calcio (0-20-0) en línea de siembra, y sulfato de calcio (0-0-0-S18- Ca22) en cobertura total, para que otros elementos fuera de N no limitaran la producción. Se aplicaron fungicidas e insecticidas para proteger a los cultivos de enfermedades y plagas.

Los tratamientos consistieron en la evaluación de Urea – Urea + NBPT y Utilmax. Esta última es una fuente ureica recubierta por tres polímeros que posibilitan una liberación gradual. Esto permitiría atenuar las posibles pérdidas por volatilización pero también por lixiviación. Las aplicaciones se realizaron al momento de la siembra, Definir el momento de aplicación de cada uno de ellos.

**Tabla 2.** Tratamientos evaluados en el experimento. Pergamino, año 2018.

Trat.	Fuente	Dosis (kg ha <sup>-1</sup> )
T1	Control	
T2	Urea	130
T3	Urea + NBPT	130
T4	Utilmax	130
T5	Urea	260
T6	Urea + NBPT	260
T7	Utilmax	260

La cosecha se realizó en forma mecánica con una cosechadora de parcelas Wintersteiger Nurserymaster, recolectando la totalidad de la parcela, de 12 m<sup>2</sup>. En Colón se realizó en forma manual, sobre una superficie de 2 m<sup>2</sup>. Se calculó la Eficiencia agronómica de Uso de N, como ( $\Delta$  rendimiento /  $\Delta$  dosis) Sobre una muestra de cosecha en dos de los experimentos, Cebada Pergamino y Trigo Tambo Nuevo se determinó la concentración de proteína en grano, a partir de una muestra compuesta por sub-muestras provenientes de las cuatro repeticiones.

**Tabla 3.** Datos de suelo al momento de la siembra

Sitio	pH (0-20 cm) agua 1:2,5	Mat. Orgánica (0-20 cm) %	P-disp. (0-20 cm) ppm	N-Nitratos suelo 0-60 cm kg ha <sup>-1</sup>	S-Sulfatos suelo 0-20 cm Ppm
Pergamino - Trigo	5,9	3,05	10,6	41,1	8,0
Pergamino - Cebada	5,7	3,10	14,5	36,2	8,5
Tambo Nuevo	5,9	2,71	12,0	48,6	8,8
Colón	5,8	2,98	12,0	56,7	9,2



## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 4 se presentan los datos de rendimiento (a), eficiencia de uso de N (EUN) (b) y proteína (c) para cuatro y dos localidades, respectivamente.

**Tabla 4.** Comportamiento de fuentes de Nitrógeno en cereales de invierno, a diferentes dosis de aplicación. Año 2018.

**a.** Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

T	Tratamientos	Pergamino – INTA Trigo Ñandubay	Pergamino – INTA Cebada Andreia	Tambo Nuevo Trigo Rayo	Colón Trigo Algarrobo
T1	N0	3095,0 d	3631,8 d	2663,6 c	3724,7 b
T2	Urea 130 $\text{kg ha}^{-1}$	5445,5 c	4707,8 c	3384,8 b	4477,7 a
T3	Urea + NBPT 130 $\text{kg ha}^{-1}$	5722,7 abc	4883,3 bc	3739,4 ab	4504,7 a
T4	Utilmax 130 $\text{kg ha}^{-1}$	5536,4 c	4631,9 c	3627,3 ab	4785,7 a
T5	Urea 260 $\text{kg ha}^{-1}$	5709,1 bc	5007,5 bc	3751,5 ab	5059,0 a
T6	Urea + NBPT 260 $\text{kg ha}^{-1}$	6104,5 a	5403,8 a	3700,0 ab	5032,7 a
T7	Utilmax 260 $\text{kg ha}^{-1}$	6009,1 ab	5036,9 b	3909,1 a	4833,0 a
P=		0,0001	0,0001	0,0001	0,007
CV (%)		4,9 %	3,9 %	7,7 %	9,5 %

**b.** Eficiencia marginal en el uso de nitrógeno ( $\text{kg grano: kg N}^{-1}$ ) en diferentes tratamientos de fertilización. En la dosis máxima se calculó como (diferencia de rendimiento / diferencia dosis) respecto del nivel inferior.

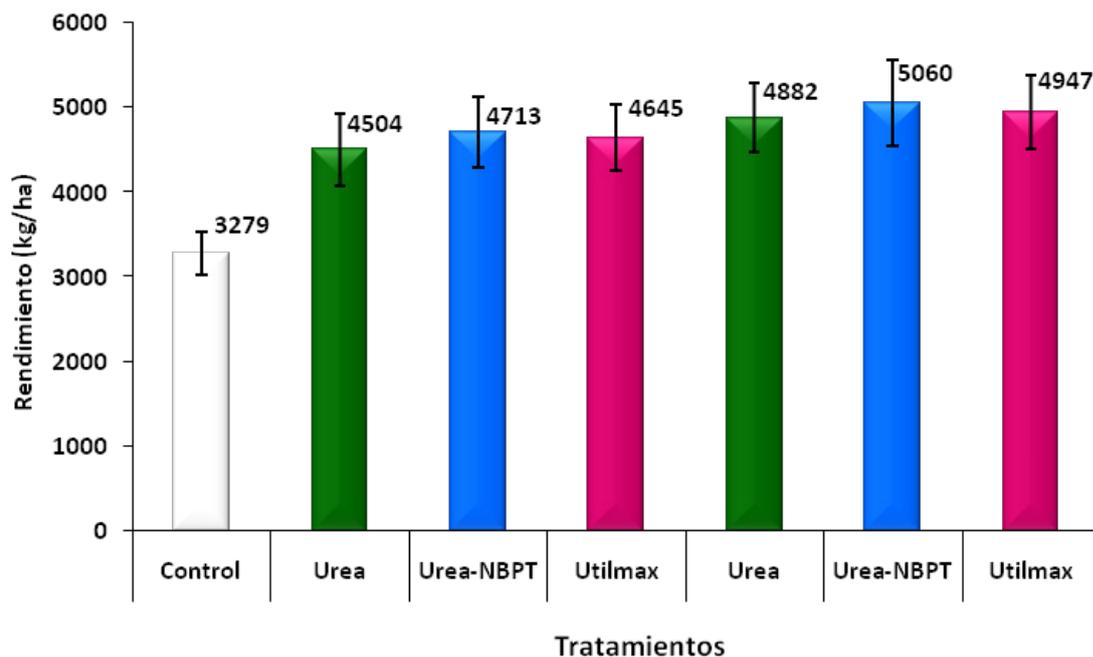
T	Tratamientos	Pergamino – INTA Trigo Ñandubay	Pergamino – INTA Cebada Andreia	Tambo Nuevo Trigo Rayo	Colón Trigo Algarrobo
T2	Urea 130 $\text{kg ha}^{-1}$	39,3	18,0	12,1	12,6
T3	Urea + NBPT 130 $\text{kg ha}^{-1}$	43,9	20,9	18,0	13,0
T4	Utilmax 130 $\text{kg ha}^{-1}$	47,0	19,2	18,5	20,4
T5	Urea 260 $\text{kg ha}^{-1}$	4,4	5,0	6,1	9,7
T6	Urea + NBPT 260 $\text{kg ha}^{-1}$	6,4	8,7	-0,7	8,8
T7	Utilmax 260 $\text{kg ha}^{-1}$	9,1	7,8	5,4	0,9

**c.** Proteína (%). Los valores de concentración de proteína provienen de una muestra compuesta desde las 4 repeticiones.

T	Tratamientos	Pergamino – INTA Cebada Andreia	Tambo Nuevo Trigo Rayo
T1	N0	10,4	12,4
T2	Urea 130 $\text{kg ha}^{-1}$	11,0	13,2
T3	Urea + NBPT 130 $\text{kg ha}^{-1}$	11,8	13,0
T4	Utilmax 130 $\text{kg ha}^{-1}$	11,1	13,4
T5	Urea 260 $\text{kg ha}^{-1}$	14,2	13,0
T6	Urea + NBPT 260 $\text{kg ha}^{-1}$	14,1	14,0
T7	Utilmax 260 $\text{kg ha}^{-1}$	14,3	13,4

Los rendimientos alcanzaron un promedio general para toda la red de  $4575,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , lo que puede considerarse como moderados, y algo inferiores a los obtenidos en la extraordinaria cam-

paña precedente. El nivel inicial de N fue bajo (Tabla 3), lo que posibilitó una pronunciada respuesta e hizo al sitio adecuado para la comparación entre fuentes.



**Figura 1.** Producción media de grano según tratamientos de fertilización nitrogenada, promedio de tres localidades en trigo y una en cebada cervecera. Las barras de error representan la desviación standard entre localidades, para cada tratamiento en particular. INTA Pergamino, año 2018.

Los cuatro sitios evaluados presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $P < 0,0001$ ) (Tabla 4). La falta de fertilización nitrogenada resultó en una severa penalidad en los rendimientos (Figura 4). En promedio, se determinaron diferencias entre las dosis de 130 y 260 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1). En la comparación entre fuentes, las diferencias fueron escasas, y en general algo mayores en la dosis de 130 kg ha<sup>-1</sup>. Al ser el N limitado, la eficiencia se torna un factor más relevante. En promedio, los rendimientos máximos correspondieron a Urea + NBPT, luego con escasa diferencia Ulimax y finalmente urea sin tratamiento. La EUN

Respecto de la concentración de proteína, se determinó un notable efecto de dosis en cebada, conduciendo a valores por encima del óptimo (Tabla 4.b). En la dosis más baja, Ulimax fue la más conservativa en calidad, sugiriendo mayores niveles de N residual en el sistema. En el caso de trigo, se determinó proteína en el experimento de Tambo Nuevo, cuya variedad ha demostrado gran capacidad para acumular N en grano generando altos niveles de calidad. El comportamiento fue similar al observado en rendimiento, con moderado efecto de dosis y nuevamente cierta ventaja para Urea + NBPT, seguida por Ulimax (Tabla 4).

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis 1, puesto que se determinaron diferencias

significativas y muy relevantes entre tratamientos y dosis. En cuanto a fuentes, las diferencias fueron significativas en trigo - INTA y cebada - INTA. La hipótesis 2 es aceptada, ya que la jerarquía entre fuentes se manifestó de igual manera en ambas dosis, aunque en magnitud fuera más pronunciada en la dosis más baja.

En cultivos de alto rendimiento, el ajuste de la fertilización nitrogenada es una práctica compleja, que contempla calibrar dosis y oferta total, pero además momentos, fuentes y formas de aplicación. El óptimo es una condición sitio-específica, que puede variar entre cultivos, localidades y campañas.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Chalk, P.M., E.T. Craswell, J.C. Polidoro, C. Chen. 2015. Fate and efficiency of 15N-labelled slow- and controlled release fertilizers. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 102. pp. 167-178.

Costa, A., Miyazawa, M., & Tiski, I. 2011. Respostas da Cultura do Milho à Adubação com Uréia Revestida com Policote. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO.

Ferraris, G.N.; G. Elias, ML Galetto. 2014. Pérdidas de Nitrógeno por Volatilización en Maíces Tardíos en Pergamino (Bs As). Efectos de Fuente y Dosis. En. Actas MAIZ HD - X Congreso Nacional de Maíz. Comisión 3. Suelos y Fertilización. Rosario, Septiembre de 2014.

Abril 2019, Argentina

Gilsanz, C., D. Bàez, T.H. Misselbrook, M.S. Dhanoa, L.M. Cárdenas. 2016. Development of emission factors and efficiency of two nitrification inhibitors, DCD and DMPP. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 216. pp. 1-8.

Li, S., & Chen, G. (2019). Contemporary strategies for enhancing nitrogen retention and mitigating nitrous oxide emission in agricultural soils: present and future. *Environment, Development and Sustainability*, 1-39.

Pawlick, A., Wagner-Riddle, C., Parkin, G., & Berg, A. A. 2019. Assessment of nitrification and urease inhibitors on nitrate leaching in corn (ZEA MAYS L.). *Canadian Journal of Soil Science* CJSS-2018-0110.R1

Rose, T. J., Wood, R. H., Rose, M. T., & Van Zwieten, L. 2018. A re-evaluation of the agronomic effectiveness of the nitrification inhibitors DCD and DMPP and the urease inhibitor NBPT. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 252, 69-73. <<



DECARGAR ARTÍCULO

