

# Fuentes de N alternativas a la urea: ¿en qué situaciones pueden marcar la diferencia en los cultivos de invierno en Uruguay?

NOTA TÉCNICA

Sebastián Mazzilli\*, Esteban Hoffman\*

## INTRODUCCIÓN

El manejo del nitrógeno N en cultivos de invierno es una de las principales determinantes del rendimiento y la calidad panadera del grano. Por tal motivo, la investigación nacional ha puesto especial esfuerzo en el estudio de la dinámica de este nutriente (Perdomo *et al.*, 1999; Hoffman *et al.*, 2001). A pesar de este esfuerzo, no fue generada una recomendación de fertilización nitrogenada que fuera objetiva y aplicable en condiciones de campo sino hasta fines de la década de los 90, cuando investigadores de la Facultad de Agronomía lograron generar una propuesta tecnológica de ajuste del nitrógeno para cebada, que posteriormente fue adaptada al trigo (Hoffman, *et al.*, 2001).

Si bien esta propuesta de manejo ha sido validada y ampliamente difundida a técnicos y productores (Hoffman *et al.*, 2001), todo el trabajo fue desarrollado con urea y el modelo está ajustado para esta fuente; por lo tanto, surgen dudas acerca de la necesidad de realizar modificaciones en la corrección del N, así como en la existencia de diferencias en la respuesta vegetal, cuando son utilizadas otras fuentes de este nutriente.

Desde 2001 hasta la fecha en Uruguay ha sido escaso el volumen de trabajos en manejo de N en cultivos de invierno. A su vez, este periodo coincide con el ingreso al mercado de fuentes líquidas de N, como el UAN (que, además de sus menores pérdidas de N por volatilización, ofrece un aporte más rápido de N). También se registra la vuelta al mercado del Nitrato de amonio (NA), que asimismo brinda un aporte más rápido de N disponible y más independiente de la humedad del suelo.

El objetivo de este trabajo es analizar la información disponible, enfatizando las situaciones donde puede ser importante el cambio hacia otras fuentes alternativas a la urea, especialmente en los ambientes en donde la velocidad del aporte de N puede establecer cambios relevantes en la respuesta vegetal.

## ¿CUÁNDO Y POR QUÉ DEBERÍAMOS CAMBIAR UREA POR OTRAS FUENTES?

La urea es una fuente de N amoniacal que, para que el N quede disponible para ser absorbido por los cultivos en condiciones de secano, debe transformarse a la forma de  $N-NO_3$ . Para llegar a este estado, el N debe pasar por una serie de etapas, que van desde la hidrólisis de la urea, el pasaje por carbonato de

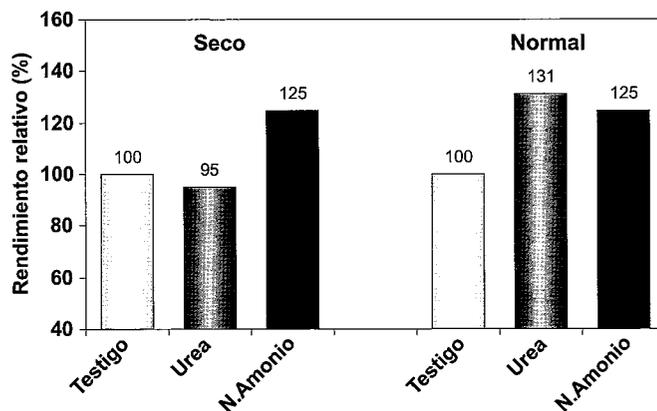


Figura 1. Respuesta relativa al testigo sin N, del agregado de nitrógeno (30 kg/ha) en cebada, según fuente de nitrógeno para dos condiciones hídricas contrastantes, dadas por distintas zonas de la red de Nitrógeno de cebada (Perdomo, Hoffman, Pastorini y Pons, s/p).

amonio, amonio, nitrito y finalmente nitratos. Estas distintas etapas están afectadas en forma diferente por la temperatura, pero sobre todo por la humedad, en particular el pasaje de amonio a nitratos (Tisdale *et al.*, 1993). Cuando el suelo se encuentra con bajo contenido de humedad, aunque sea suficientes para la hidrólisis de la urea y el pasaje hasta amonio, la etapa de nitrificación se ve enlentecida, llevando a que las cantidades de N disponibles para el cultivo sean bajas y retrasadas en el tiempo (Watson, 2000). Si la deficiencia de N es importante, la velocidad de llegada del nutriente al cultivo, desde el fertilizante, se asocia con la eficiencia de uso del mismo (Bologna y Rincón, 1997).

En la Figura 1 se presentan los resultados de ocho ensayos de la red de N en cebada, llevados a cabo en el marco de la Mesa Nacional de Cebada (no publicados). Estos ensayos se agruparon de acuerdo a la característica hídrica del ambiente al momento del agregado del N (normal y seco), para dos fuentes de aporte de N (Urea y Nitrato de Amonio), que determinan distintas velocidades de aporte de N, en asociación con la humedad del suelo.

En el ambiente definido como "normal" (húmedo, sin pérdidas de N por lixiviación o desnitrificación), la urea no se diferenció de una fuente de aporte más rápido de N, como es el Nitrato de Amonio (NA).

Cuando el N fue agregado sobre un suelo seco, la urea no permitió corregir la situación de deficiencia, a diferencia de lo observado con el NA. Esta fuente se mostró independiente de las

\* Ings. Agrs. Dpto. de Producción Vegetal. EEMAC.

variaciones de humedad al momento de la fertilización en los ocho experimentos, a diferencia de lo observado con la urea. Esta diferencia estaría asociada a que el 50% del N está rápidamente disponible como N-NO<sub>3</sub> en el NA y, al no existir el pasaje de NH<sub>4</sub> a NO<sub>3</sub>, el aporte de N es menos dependiente de la humedad del suelo (Bologna y Rincón, 1997).

En la Figura 2 se presenta la respuesta a dos fuentes nitrogenadas de N, en cebada cervecera, para un ambiente con severa deficiencia del nutriente a inicios de macollaje.

Cuando la deficiencia temprana es muy severa (N-NO<sub>3</sub> en suelo a 20 cm. = 4,5 ppm), una fuente con entrega rápida de N permite sacar antes en el tiempo al cultivo de la situación de deficiencia. En este caso, la diferencia a favor del NA fue indescontable y, por lo tanto, fue superior la eficiencia de uso del N. Vale la pena mencionar que el agregado de 30kg de N/ha bajo la forma de NA permitió igualar el rendimiento en grano obtenido con el doble de la dosis de N, agregado como urea. En este caso, se lograron 3000kg/ha de grano con 30kg de N/ha de NA (casi 50 kg grano/kg de N) y con el doble de N como urea, llevando a que la eficiencia de uso del N como urea fuese la mitad que la obtenida con una fuente más eficiente como el NA. El trabajo de Bologna y Rincón (1997) muestra que en el tratamiento con NA a los 5 días había 15ppm N-NO<sub>3</sub> en el suelo, mientras que esa concentración se alcanzó con la urea recién al día 12. Esta información muestra dos situaciones en las cuales la urea puede ser superada por una fuente cuyo aporte de N se produce antes en el tiempo.

Buscando otras situaciones en las cuales la velocidad de aporte de N pudiera establecer diferencias en la respuesta a su agregado en cultivos de invierno, en el año 2003 se realizó un experimento con tres fuentes de este nutriente (Cuadro 1).

El trabajo se instaló en un Brunosol éutrico de la Unidad Fray Bentos, sobre un campo natural manejado sin laboreo (Mazzilli, 2004). Si bien el tiempo de barbecho puede ser considerado suficiente (101 días), al momento de la siembra aún existían abundantes restos orgánicos en descomposición. La siembra fue realizada el 10 de junio con un cultivar de trigo de ciclo largo (INIA Tijereta), que se caracteriza por una baja tasa de crecimiento hasta Z 30 y tasas de crecimiento muy elevadas durante el encañado (llevando a que la demanda de N sea muy alta).

A pesar que hasta el estadio de Z 30 se habían agregado 83 kg de N/ha, el cultivo presentaba aún una importante deficiencia estimada de este nutriente (% N total en planta 2,8). Con ello se había generado una situación de demanda por llegada rápida de N, a la que se sumaba una condición de falta de agua en superficie. Todo esto determinaba, *a priori*, condiciones ideales para evaluar las diferencias en respuesta vegetal asociadas con distintas fuentes de aporte de N.

La fuente Sol UAN presenta solamente un 25% del nitrógeno total como componente amoniacal, mientras que Foliar U y Urea contienen un 100% amoniacal.

Considerando que el cultivo de trigo estaba en banda 4 y con 2,8% de N en planta, se esperaba una respuesta mínima a 40 UN (modelo de respuesta a N; Baetghen, 1992). En la Figura 3 se presenta la respuesta en rendimiento al agregado de N, en promedio para las tres fuentes evaluadas.

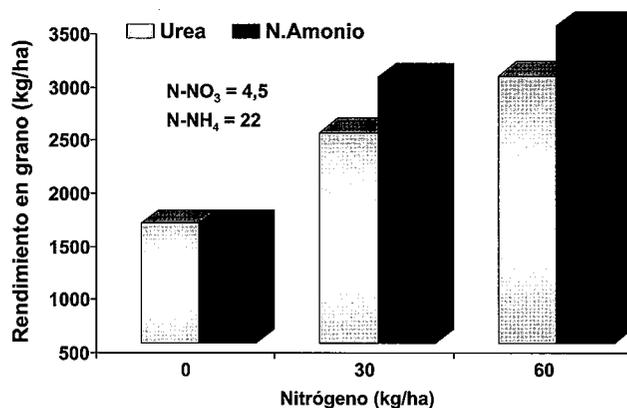


Figura 2. Respuesta al agregado de N en cebada a inicio de macollaje, para dos fuentes nitrogenadas, en un ambiente con elevada deficiencia del nutriente (Bologna y Rincón, 1997).

Cuadro 1. Características de las fuentes evaluadas.

Fuente	Contenido de N %	Estado	Densidad g/L
Urea	46	Sólido granulado	-
Foliar U	20	Líquido	1,2
Sol UAN	32	Líquido	1,32

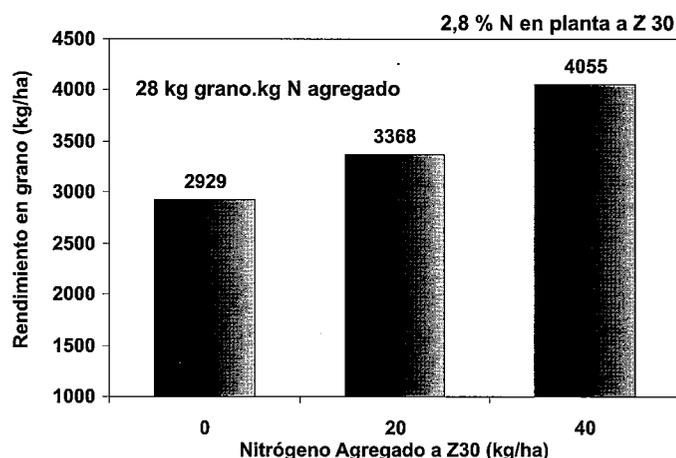


Figura 3. Respuesta en rendimiento al agregado de N a Z 30 en trigo, promedio para tres fuentes nitrogenadas (Mazzilli, 2003).

En promedio, el máximo rendimiento se logró a la dosis máxima evaluada, con una eficiencia media de 28kg de grano por quilogrammo de N agregado. Sin embargo, existió una interacción significativa entre la respuesta al N y la fuente (Figura 4).

La máxima respuesta para las tres fuentes se dio a la máxima dosis evaluada, aunque sin diferencias significativas (Figura 4). El UAN determinó casi 500kg/ha más de rendimiento que las dos fuentes 100% amoniacales y elevados valores de eficiencia del nitrógeno agregado (Cuadro 2). La interacción resultó significativa por la respuesta a la dosis de 20kg de N/ha. De forma similar a los resultados obtenidos por Bologna y Rincón (1997), con una fuente de aporte más rápido (NA), en este caso con 20kg de N/ha como UAN, se logró el mismo rendimiento en grano que con el doble de la dosis de urea, sin importar su formulación.

Cuando el cultivo se ve sometido a situaciones de severa deficiencia de N, y más aún cuando el suelo está seco e ingresa a la etapa de máxima demanda, como en este caso, la mayor velocidad de aporte de N del fertilizante permitió lograr el mismo resultado con menos dosis o, a la dosis máxima, una eficiencia netamente superior del nutriente.

Otro resultado que es relevante para la producción, sobre todo cuando no se pueden utilizar fuentes como UAN (para este tipo de situaciones), es que cuando se prevén necesidades de 40kg de N/ha (como en este ambiente), trabajar con sub-dosis del nutriente agregadas como urea (ejemplo 20kg de N/ha) significa mantener la situación de nutrición nitrogenada del cultivo sin obtener respuestas en rendimiento. Esto puede visualizarse en la Figura 5, que representa la evolución del macollaje, hasta las espigas finales a cosecha, para los distintos tratamientos evaluados.

## CONSIDERACIONES FINALES

- Cuando se prevén deficiencias tempranas no extremas de N y las condiciones de humedad no son limitantes, la urea es una opción que no ofrece inconvenientes para cubrir la demanda por parte de los cultivos de invierno.
- Cuando, por el contrario, se prevén deficiencias tempranas extremas de N y las condiciones de humedad son limitantes, fuentes que aporten N en forma más rápida permitirían garantizar mayores respuestas biológica y económica del nutriente agregado.
- Cultivares de trigo y cebada que tienen baja tasa de crecimiento hasta Z 25-30, sólo pueden lograr elevados potenciales de rendimiento en grano si concretan elevadas tasas de crecimiento durante el encañado. En este sentido, manejar la velocidad de disponibilidad del N mediante distintas fuentes alternativas a la urea determinó mayor velocidad de absorción y crecimiento y, por lo tanto, mayor tasa de concreción de potencial de rendimiento. ▼

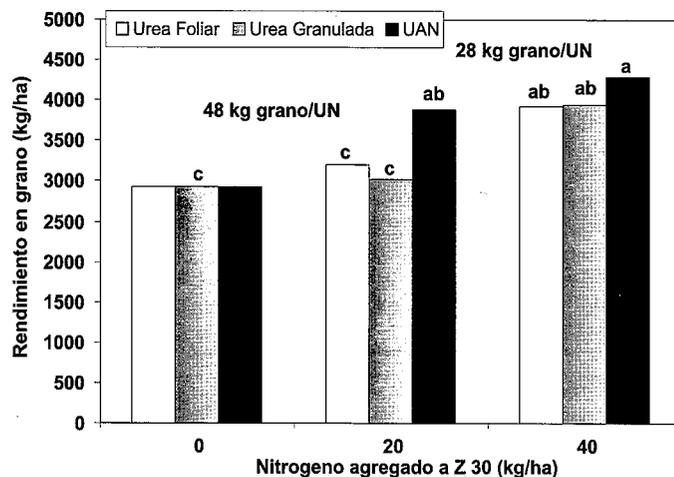


Figura 4. Rendimiento en grano de trigo, en respuesta al agregado de N para tres fuentes. Valores seguidos por la misma letra no difieren entre sí  $p < 0,05$ . (Mazzilli, 2004)

Cuadro 2. Eficiencia de uso de nitrógeno agregado (kg grano/kg Nitrogeno).

Dosis	FUENTES		
	Urea	Urea foliar	UAN
0	0 c		
20	4 bc	14 bc	48 a
40	26 abc	25 abc	34 ab

\* Valores seguidos de diferente letra resultaron estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ )

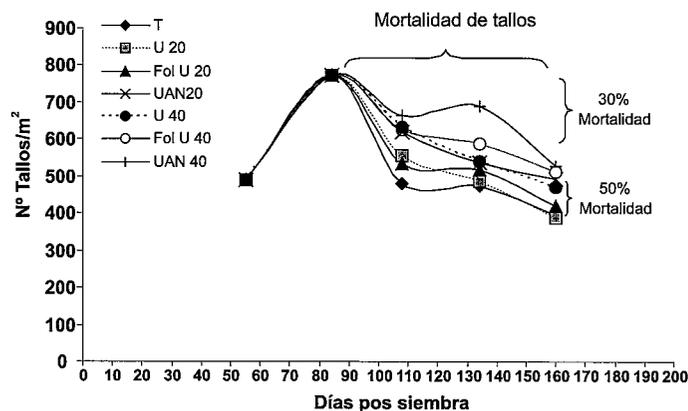


Figura 5. Evolución del número de tallos, hasta espigas finales a cosecha, para los distintos tratamientos evaluados (Mazzilli, 2004).

## BIBLIOGRAFÍA

- BAETHGEN, W. 1992.** Fertilización nitrogenada de cebada cervecera en el litoral oeste del Uruguay. INIA. La Estanzuela. Serie Técnica N° 24. 59p.
- BOLOGNA, J. L.; RINCÓN, F. 1997.** Efecto de la fuente nitrogenada, dosis y momento de aplicación en cebada sembrada sin laboreo con y sin rastrojo de sorgo en superficie. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 72p.
- MAZZILLI, S. 2004.** Efecto de la dosis de Nitrógeno y fuentes alternativas a la urea sobre la absorción, crecimiento y rendimiento en grano de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 68p.
- TISDALE, S.; NELSON, W.; BEATON, J.; HAVLIN, J. 1993.** Soil fertility and fertilizers. Fifth Ed. MacMillan Pub.Co. New York (U.S.A.). 635p.
- WATSON, C. J. 2000.** Urease activity and inhibition. Principles and practice. The International Fertiliser Society. Proceedings N° 454. 39 p.
- PERDOMO, C.; HOFFMAN, E.; PONS, C.; PASTORINI, M. 1999.** Relación entre la concentración de  $\text{NO}_3$  del suelo en siembra y Z 22 y la respuesta al nitrógeno en cebada Cervecera. III Congreso Latinoamericano de Cebada. Organizado por la Mesa Nacional de Cebada-FAO. Bastión del Carmen. Colonia. 1999. p62-63.
- HOFFMAN, E.; PERDOMO, C.; ERSNT, O.; BORDOLI, M.; PONS, C.; PASTORINI, M.; BORGHI, E. 2001.** Propuesta para el manejo del nitrógeno en cultivos de invierno. Seminario de discusión técnica. Proyecto de Difusión de la EEMAC. Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el Medio. Universidad de la República. 7 de Junio del 2001. 13p.

## JORNADAS y SEMINARIOS 2008

**JORNADA NUTRICION VEGETAL:** criterios para la fertilización con fósforo y potasio en sistemas agrícolas.

24 de julio de 2008



### JORNADA ANUAL DE PASTURAS

26 de setiembre de 2008



### JORNADA UNIVERSIDAD DE PUERTAS ABIERTAS

Martes 14 de octubre de 2008-10-23



**JORNADA ANUAL "UPIC: 10 años de investigación para una ganadería eficiente"**

14 de agosto de 2008

