

# CUANTIFICACIÓN DE LAS PERDIDAS DE NITRÓGENO POR VOLATILIZACIÓN Y SU EFECTO SOBRE EL CULTIVO DE MAÍZ DESDE UREA DE LIBERACIÓN CONTROLADA

Barbieri<sup>1</sup>P. A.; Echeverría<sup>2</sup> H. E.; Saínz Rozas<sup>2</sup> H. R.

<sup>1</sup> Becario CONICET, <sup>2</sup> EEA INTA Balcarce. E-Mail: [fertibalc@balalcarce.inta.gov.ar](mailto:fertibalc@balalcarce.inta.gov.ar)

## Introducción

El uso de labranzas conservacionistas y en particular de la siembra directa (SD) reducen la disponibilidad de nitrógeno mineral. Por lo tanto, la fertilización nitrogenada con dosis mayores que bajo labranza convencional es una práctica necesaria para la obtención de similares rendimientos (Dominguez et al. 2000), por lo menos durante los primeros años de implementada dicha técnica.

Bajo SD las aplicaciones de fertilizantes a base de urea son frecuentemente realizadas en superficie, de esta manera, pérdidas significativas de nitrógeno (N) se pueden producir debido a la volatilización de amoníaco ( $N-NH_3$ ) (Fox, Piekielek 1993). En la zona de Rafaela, provincia de Santa Fé, se han determinado pérdidas de nitrógeno (N) por volatilización desde urea aplicada en superficie en SD, de hasta el 40% (Fontanetto 1999). Por el contrario, la magnitud de dichas pérdidas no superó el 15% en el SE Bonaerense siendo las mismas dependientes de la dosis de N utilizada (Sainz Rozas et al. 1999). La menor temperatura y la mayor capacidad de intercambio catiónico de los suelos del SE Bonaerense explicarían los resultados obtenidos.

Como consecuencia de las pérdidas de  $N-NH_3$  desde la urea, se ha propuesto el empleo de otros fertilizantes nitrogenados que se caracterizan por presentar pérdidas por volatilización de escasa magnitud, como el nitrato de amonio y nitrato amónico calcáreo (García et al. 1999), o la utilización de productos que retarden o inhiban la hidrólisis de la urea (Fox, Piekielek 1993; Watson et al. 1994; Sainz Rozas et al. 1999). Otra alternativa es el empleo de urea tratada con polímeros solubles solo en condiciones de temperatura y humedad favorable.

La fertilización nitrogenada es una práctica de manejo necesaria para la realización de una agricultura sustentable, no obstante, en la actualidad el aumento en el precio del fertilizante ha incrementado sustancialmente los costos de producción. Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar estrategias de manejo tendientes a mejorar la eficiencia de uso del fertilizante aplicado. Dada la escasa información acerca de las pérdidas por volatilización de  $N-NH_3$  desde urea de liberación controlada (tratada con polímeros que retardan su hidrólisis), se plantea como objetivo de este experimento determinar las pérdidas por volatilización, la

respuesta en rendimiento y la eficiencia de uso de N (EUN) del cultivo de maíz bajo SD desde urea sin y con el tratamiento con polímero.

### **Materiales y Métodos**

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Balcarce, durante la campaña 2004/05, sobre un cultivo de maíz realizado en un lote de prolongada historia agrícola (más de 30 años) realizándose los últimos 5 años bajo SD, con una cobertura de rastrojo del 80%. El suelo es un Paleudol petrocálcico con un pH de 5,6, 4,9% de materia orgánica y 19,5 mg kg<sup>-1</sup> de P. La disponibilidad de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> al momento de la siembra fue de 38 kg ha<sup>-1</sup> en los primeros 60 cm de profundidad.

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones con un arreglo factorial 2 x 2; dos fuentes de N (urea de liberación controlada tratada con polímero =Urea+P, urea granulada = Urea) y dos dosis de N (60 y 120 kg ha<sup>-1</sup>) aplicado al voleo a la siembra, además se incorporó un tratamiento testigo.

El método utilizado para estimar el NH<sub>3</sub> volatilizado fue un sistema de absorción semiabierto estático, adaptado del propuesto por Nommik (1973). Las determinaciones de NH<sub>3</sub> volatilizado se realizaron desde la aplicación del fertilizante, hasta la ocurrencia de una precipitación superior a 20 mm. El ensayo se condujo sin limitaciones hídricas durante la floración a fin de poder expresar las eventuales pérdidas de N del sistema. En madurez fisiológica se determinó el rendimiento del cultivo y el contenido de N en grano (Nelson y Sammer). La eficiencia de uso de N en grano (kg de grano kg N disponible<sup>-1</sup>) fue calculada como el producto de sus componentes eficiencia fisiológica (kg de grano kg de N absorbido<sup>-1</sup>) y de recuperación (kg de N absorbido kg de N disponible<sup>-1</sup>). El N disponible fue calculado como la suma entre el N mineral al momento de la siembra, N acumulado en grano por el testigo y el N aplicado como fertilizante. Los resultados fueron analizados utilizando las rutinas incluidas en el programa Statical Analisis System (SAS) (SAS Institute Inc 1985)

### **Resultados y discusión**

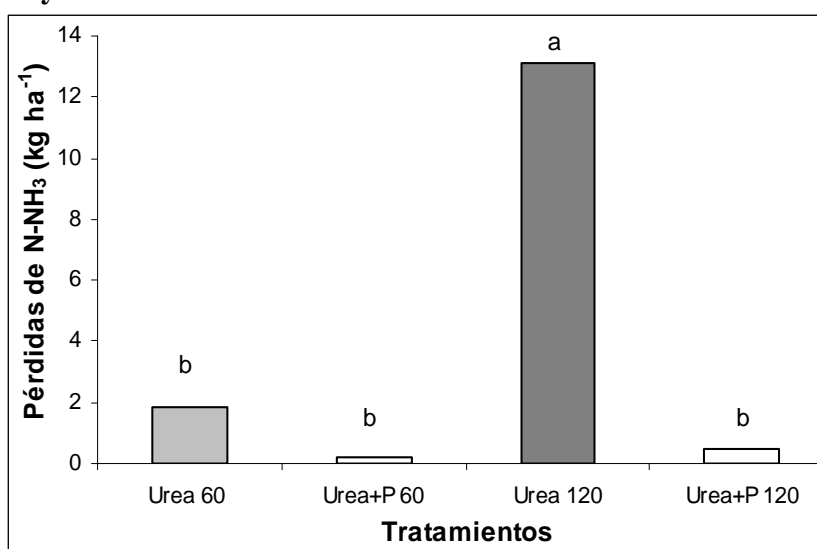
Las pérdidas de N-NH<sub>3</sub> por volatilización se extendieron por un período de 7 días dado que una lluvia de 29 mm incorporó la urea en el perfil del suelo, el tratamiento Urea presentó mayores pérdidas de N-NH<sub>3</sub> respecto del Urea+P, dicho comportamiento fue similar para ambas dosis (Tabla 1). En todos los momentos evaluados, como así también para las pérdidas totales acumuladas se determinó interacción entre los factores de tratamiento, esto fue debido a las escasas pérdidas por volatilización de N-NH<sub>3</sub> determinadas en el tratamiento 120 Urea+P, similar comportamiento fue observado cuando las pérdidas totales fueron expresadas como porcentaje del N aplicado (Fig 1). La aplicación de Urea presentó los mayores valores

de pérdidas de N-NH<sub>3</sub>, mientras que la Urea+P produjo los menores independientemente de la dosis utilizada (Tabla 1). Esto demuestra que la utilización del polímero es un método eficiente para reducir las pérdidas de N-NH<sub>3</sub> por volatilización, resultados que coinciden con lo informado por otros autores para suelos de la zona en los que la urea fue tratada con el inhibidor de la actividad ureasa nBTPT (Sainz Rosas *et al.*, 1999).

**Tabla 1. Análisis de la varianza para la variable volatilización de N-NH<sub>3</sub>**

		Días desde la fertilización				
		2	4	5	7	Total
Tratamiento		Kg ha <sup>-1</sup>				
Dosis de N						
Urea	60	0,59 a	1,06 b	0,36 b	0,41 b	2,42 b
	120	3,02 a	6,27 a	3,33 a	1,26 a	13,70 a
Urea con P	60	0,14 b	0,22 b	0,26 b	0,22 b	0,8 b
	120	0,16 b	0,28 b	0,33 b	0,34 b	1,10 b
Prom. producto	Urea	1,81	3,67	1,74	0,84	8,05
	Urea con P	0,15	0,25	0,28	0,28	0,96
Prom. dosis	60	0,37	0,64	1,73	0,80	1,61
	120	1,60	3,27	0,29	0,31	7,40
Análisis de la Varianza para la presencia de producto y dosis						
P		*	*	*	**	**
N		§	§	*	**	*
P*N		§	§	*	**	*
Análisis de la Varianza de dosis de N incluyendo el testigo						
Testigo		0,08 b	0,14 b	0,22 b	0,14 b	0,60 b
60		0,37 ab	0,64 ab	0,29 b	0,32 b	2,69 b
120		1,59 a	3,25 a	1,27 a	0,75 a	6,16 a

**\*\*,\* ,§** Diferencias significativas al 1, 5, y 10% de probabilidad, respectivamente  
**Valores con distinta letra indican diferencias significativa al 10% de probabilidad según el test de Tukey.**



**Figura 1. Pérdidas de N-NH<sub>3</sub> expresadas como porcentaje del N aplicado**

El rendimiento del cultivo y el contenido de N en grano se incrementó con la dosis de N y no fue afectado por la presencia del polímero (Tabla 2). La utilización de Urea+P no incremento el rendimiento probablemente a que las pérdidas de NH<sub>3</sub> desde el tratamiento Urea no fueron de gran magnitud (Tabla 1), resultados que coinciden con lo informado por Sainz Rozas *et al.* (1999) para cultivos de maíz bajo SD. Cuando se evaluó la respuesta en rendimiento a la aplicación de N teniendo en cuenta el tratamiento testigo (Tabla 2) se determinaron diferencias significativas solamente para la variable N acumulado en grano. El alto rendimiento del testigo determinó escasa respuesta a la aplicación de N y sería debida a que el N aportado por mineralización desde el suelo fue elevado dado que el cultivo antecesor fue soja. La EUN, como así también sus componentes: eficiencia fisiológica (EF) y eficiencia de recuperación (ER) no fueron afectadas por la presencia del polímero en la urea, por otra parte, el incremento en la dosis de N disminuyó estas variables (Tabla 2). Sin embargo, los tratamientos Urea+P mostraron mayor EUN respecto de Urea en ambas dosis, lo que sería debido a las bajas pérdidas de N como NH<sub>3</sub> (Tabla 1).

En síntesis, para este ambiente con escasas pérdidas de N por volatilización, no se determinaron ventajas nítidas del empleo de urea tratada con el polímero. Sin embargo en sitios donde dichas pérdidas son elevadas, las ventajas de este producto serían mayores.

**Tabla 2. Rendimiento, contenido de N en grano, eficiencia de uso de N y sus componentes (EF y ER) del cultivo de maíz bajo SD.**

Tratamientos	Dosis de N	Rendimiento	N en grano	EF	ER	EUN
		Kg ha <sup>-1</sup>				
Urea	60	10230,0	121,9	72,8	0,57	41,3
	120	10967,0	148,3	63,8	0,54	34,4
Urea con P	60	10554,0	125,6	72,7	0,59	42,5
	120	11189,3	147,5	65,4	0,54	35,1
Prom. producto	Urea	10598,3 a	135,1 a	68,3 a	0,55 a	37,8 a
	Urea con P	10871,5 a	136,6 a	69,1 a	0,56 a	38,8 a
Prom dosis	60	10391,8 a	123,7 b	72,3 a	0,58 a	41,9 a
	120	11078,0 a	147,9 a	64,6 b	0,54 a	34,8 b
Análisis de la Varianza para la presencia de producto y dosis						
P		ns	ns	ns	ns	ns
N		ns	*	*	ns	**
P*N		ns	ns	ns	ns	ns
Análisis de la Varianza de dosis de N incluyendo el testigo						
Testigo		9764,0 a	112,2 b	-	-	-
60		10391,8 a	123,7 ab	-	-	-
120		11078,0 a	147,9 a	-	-	-

**\*\*,\* ,§ Diferencias significativas al 1, 5, y 10% de probabilidad, respectivamente**  
**Valores con distinta letra indican diferencias significativa al 10% de probabilidad según el test de Tukey.**

## **Conclusiones**

Para las condiciones de este experimento, se determinó que la utilización de Urea+P redujo significativamente las pérdidas por volatilización de N-NH<sub>3</sub>. La utilización de Urea+P incrementó el rendimiento, el contenido de N en grano y la EUN del cultivo de maíz bajo SD, no obstante dicho aumento no fue significativo.

**Agradecimiento:** Trabajo realizado con fondos de la Unidad Integrada INTA-FCA Balcarce y de Profertil SA

## **Bibliografía**

- Dominguez GF, Studdert GA, Echeverría H E, Andrade FH 2001. Sistemas de cultivo y nutrición nitrogenada en maíz. *Ciencia del Suelo* 19: 47-56.
- Fontaneto H. 1999. Seminario: Diagnóstico de deficiencias de nitrógeno, fósforo y azufre en cultivos de la Región Pampeana. EEA-INTA Balcarce.
- Fox R H, Piekielek W P. 1993. Management and urease inhibitor effect on nitrogen use efficiency in no-till corn. *J. Prod. Agr.* 6:195-200.
- García FO, Fabrizzi K P, Picone L I, Justel J F. 1999 Volatilización de amonio a partir de fertilizantes nitrogenados aplicados superficialmente bajo siembra directa y labranza convencional en Argentina. XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón. Actas en CD.
- Keeny D R, Nelson W D. 1982. In *Methods of Soil Analysis. Part. 2. Chemical and Microbiological properties*, A L Page ed. pp. 643-693. American Society of agronomy, Madison, Wisconsin (USA).
- Nommik H. 1973. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest soil. *Plant Soil.* 39:309-318.
- Sainz Rozas H R, Echeverría H E, Studdert G A, Andrade F H. 1999. No-tillage corn nitrogen uptake and yield: effect of urease inhibitor and application time. *Agron. J.* 91: 950-955.
- Watson C J, Miller H, Poland P, Kilpatrick D J, Allen M D B, Garrett M K, Christianson C B. 1994. Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-Butyl) thiophosphoric triamide (nBPTP) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. *Soil. Biol. Biochem.* 9: 1165-1169.