DETERMINACION DE LA UTILIZACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO EN MAIZ POR VIA ISOTOPICA Y NO ISOTOPICA

Peter E. Daniel (1), Roberto Alvarez (2), Cristian P. Simon (2) y Gustavo Ranosky (3).

(1): Centro de Radiobiología y LAQUIGE (CONICET), (2) Centro de Radiobiología; (3) Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Avda. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

La importancia del nitrógeno como factor de producción, en los sistemas intensivos de explotación de maíz, hace que el estudio de su eficiencia de uso resulte de fundamental importancia en el diseño de planes de fertilización. La utilización de compuestos marcados con ^{15}N es una herramienta de gran utilidad para estudiar las transformaciones que sufre el fertilizante en el suelo y como influyen las mismas sobre el grado de aprovechamiento del nitrógeno por la planta (IAEA, 1971). A su vez, resulta de interés la comparación del nivel de uso del fertilizante determinado por el método isotópico con el obtenido por procedimientos más simples basados en la acumulación de nitrógeno total, los cuales al ser de fácil aplicación pueden ser utilizados ampliamente.

El método diferencial indica una recuperación del fertilizante mayor al método isotópico cuando el agregado de nitrógeno al suelo produce un aumento de la absorción del elemento de origen edáfico (Reddy y Patrick, 1976 y Tomar y Soper, 1981). Dicho aumento ha sido explicado en base al mayor desarrollo radical de las plantas fertilizadas (Aleksic et al, 1968) o a la inmovilización del nitrógeno del fertilizante y la mineralización del nitrógeno del suelo (Rekhi et al, 1982). Este último fenómeno también ha sido considerado responsable de la menor utilización hallada por el método isotópico respecto al de la regresión (Broadbent y Reyes, 1971).

En maíz, cultivado bajo riego en la región maicera argentina, se ha observado que la recuperación del nitrógeno agregado es mayor cuando se determina por el método diferencial respecto al del ^{15}N, debido al intercambio isotópico entre el fertilizante y la biomasa microbiana (Daniel et al, 1986). El objetivo de este trabajo es determinar, en condiciones de secano, si se produce la inmovilización del nitrógeno del fertilizante y la mineralización del nitrógeno edáfico y comparar la recuperación del elemento obtenido por vía isotópica con el método diferencial y el de la regresión.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en un Argiudol típico de la localidad de Castilla, Prov. de Buenos Aires. Las principales características de 0 a 20 cm fueron: C orgánico 2,66%, N total 0,246%, pH 6,3, N–NO_3 23 ppm y P asimilable 3 ppm.

Se usó el híbrido Dekalb 2F11 sembrado el 5/10 /84 con una densidad de 80.000 pl. ha^{-1}, haciéndose una aplicación basal de 150 kg ha^{-1} de superfosfato triple. Se utilizaron 3 dosis de nitrógeno 0, 40 y 80 kg ha^{-1} en forma de $(NH_4)_2SO_4$, agregando en solución en el estado de 5 hojas, luego de escardillar el cultivo a razón de 1,7 lm^{-2}. El enriquecimiento en ^{15}N fue de 4% at. exc. para la dosis de 40 kg ha^{-1} y de 2% para la de 80 kg ha^{-1}. Se realizaron 4 parcelas por tratamiento de 6 hileras por 5 m de largo ca-

da una. Las plantas cosechadas fueron secadas a 70°C, las muestras de suelo se tomaron del entresurco y sobre la hilera, en este caso en los lugares ocupados por las plantas recién cosechadas y se mantuvieron a −15°C hasta el momento de ser analizadas.

El nitrógeno total en planta se determinó por un micro–Kjeldahl (Richter, 1980) y el enriquecimiento en ^{15}N por el sistema de Rittenberg (Fiedler y Proksch, 1980). En el suelo los análisis se realizaron en la forma descripta por Daniel et al (1986), estimándose el nitrógeno de la biomasa microbiana como la diferencia entre el contenido de nitrógeno del suelo fumigado y el testigo a los 10 días de incubación.

La determinación del porcentaje de aprovechamiento del fertilizante por vía isotópica se realizó en la forma descripta por IAEA (1983). El método diferencial se utilizó asumiendo que la variación en el contenido de nitrógeno de las plantas fertilizadas respecto al testigo provenía del nitrógeno agregado y el método de la regresión se aplicó según Terman y Brown (1968). El análisis de los datos se realizó por ANVA y test de Dunnett.

RESULTADOS Y DISCUSION

La fertilización no afectó la producción de materia seca de los órganos aéreos de la planta. A cosecha, el grano representaba entre el 43 y 45% del peso seco, no habiendo diferencias entre tratamientos. Durante los inicios del período de llenado de grano se observaron diferencias significativas (P = 0,05) entre el testigo y las plantas que recibieron 80 kg N. ha^{-1} en la cantidad de nitrógeno acumulado (**Figura 1**). A la madurez, el contenido del elemento en los distintos tratamientos no difirió significativamente, estando entre el 71 y 74% del total de nitrógeno de la parte aérea de la planta en el grano.

La acumulación de nitrógeno derivado del fertilizante siguió una tendencia semejante a la del nitrógeno total (**Figura 1**). Para la dosis de 40 kg N ha^{-1} el 8,3% del elemento en la planta provenía del fertilizante al final del ciclo y el 13,3% para la de 80 kg N. ha^{-1}, no habiendo diferencias en el enriquecimiento en ^{15}N de la paja y del grano. La baja proporción del nitrógeno en la planta derivado del fertilizante y la falta de respuesta a la fertilización se debieron en parte a una desigual distribución del mismo en el suelo. Un mes luego de la aplicación aún no se había equilibrado el nivel de nitrógeno soluble entre el entresurco y la rizosfera debido al $(NH_4)_2SO_4$ agregado (**Figura 2**). A pesar de que se trató de rociar el fertilizante en la forma más uniforme posible ésto no se logró, debido quizás a que los pequeños lomos dejados sobre la hilera por la escardillada realizada antes de la aplicación determinaron el escurrimiento de la solución del fertilizante hacia el entresurco.

No se produjo un intercambio isotópico importante entre el nitrógeno del fertilizante y el de la biomasa microbiana ni se afectó el ritmo de mineralización del nitrógeno del suelo. De los 29 a los 63 días de la fertilización el nitrógeno soluble disminuyó al 50 por ciento en los tres tratamientos, manteniéndose casi constante la cantidad del mismo de origen edáfico en-

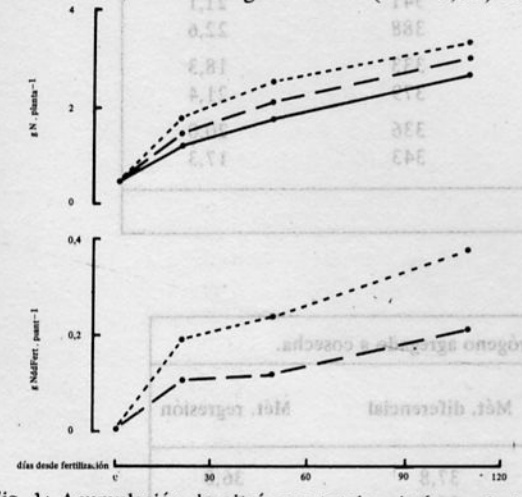

Fig. 1: Acumulación de nitrógeno total y nitrógeno derivado del fertilizante en la biomasa aérea de la planta. Testigo ---, 40 kg N ha^{-1} – – –, 80 kg N ha^{-1} - - - - -.

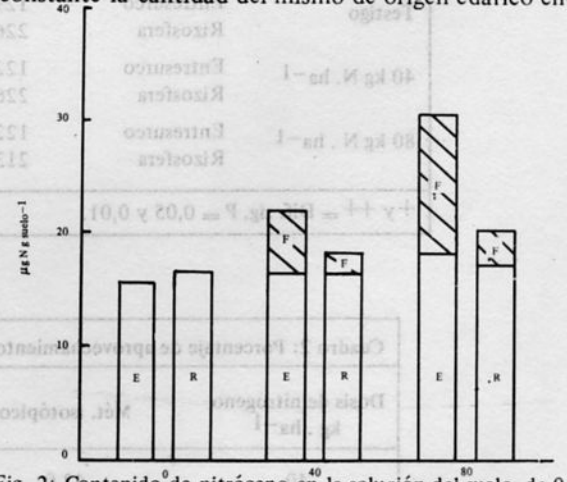

Fig. 2: Contenido de nitrógeno en la solución del suelo, de 0 a 20 cm de profundidad, a los 29 días de la fertilización. E: entresurco y R: rizosfera. F: nitrógeno derivado del fertilizante.

tre ellos (**Figura 3**). La proporción del nitrógeno asimilable proveniente del fertilizante fue del 37% para la dosis de 40 kg N. ha^{-1} y del 56% para la de 80 kg N ha^{-1} en ambos muestreos. Por otro lado, en los dos tratamientos, alrededor del 2,3% del nitrógeno mineralizado de los cuerpos celulares de los microorganismos en el entresurco y el 0,5% en la zona rizosférica provenía del fertilizante, lo que representaba menos del 2% del nitrógeno agregado. No se produjo tampoco inmovilización de nitrógeno siendo la respiración y la biomasa microbiana semejante en todos los tratamientos (**Tabla 1**).

Debido a que no se produjo intercambio isotópico entre el nitrógeno del fertilizante y el de los cuerpos microbianos, la cantidad de nitrógeno derivada del suelo fue la misma en el testigo y en los tratamientos fertilizados. Esto determinó que no hubiese diferencias significativas en el grado de aprovechamiento del fertilizante calculado por los distintos métodos empleados, siendo por otro lado semejante la recuperación del mismo para las dos dosis de nitrógeno (**Tabla 2**).

Estos datos sugieren la posibilidad de usar los mé-

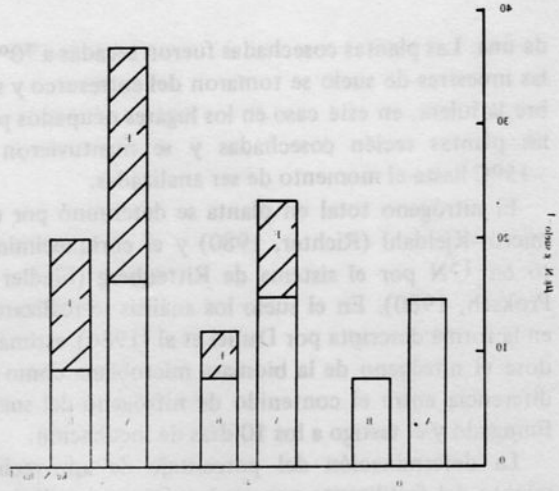

Fig. 3: Nivel de nitrógeno soluble en el entresurco de 0 a 60 cm de profundidad. A: 29 días de la fertilización, B: 63 días de la fertilización y F: nitrógeno derivado del fertilizante.

todos basados en la acumulación de nitrógeno en planta para determinar el aprovechamiento del fertilizante bajo condiciones en la que no se produzca un intenso reciclaje de nitrógeno en el suelo. Sin embargo, debe considerarse que en este caso el cultivo no res-

Tabla 1: Actividad biológica y biomasa microbiana, de 0 a 20 cm de profundidad, a los 29 días de la fertilización.

Tratamiento	Situación	Respiración $\mu g\ C{-}CO_2 . g^{-1}$ 0–10 d	C–biomasa $\mu g\ C . g^{-1}$	N–mineralizado $\mu g\ N . g^{-1}$
Testigo	Entresurco	129	341	21,1
	Rizosfera	226 ++	388	22,6
40 kg N. ha^{-1}	Entresurco	122	333	18,3
	Rizosfera	226 +	379	21,4
80 kg N . ha^{-1}	Entresurco	122	336	20,0
	Rizosfera	213 ++	343	17,3

+ y ++ = Dif. sig. P = 0,05 y 0,01.

Cuadro 2: Porcentaje de aprovechamiento del nitrógeno agregado a cosecha.

Dosis de nitrógeno kg . ha^{-1}	Mét. isotópico	Mét. diferencial	Mét. regresión
40	42,0	37,8	36,0
80	35,8	36,9	36,0

pondió a la fertilización, lo que sumado al hecho que no se absorbiera más nitrógeno del suelo indicaría que el desarrollo radical no fue afectado. Aunque en un ensayo anterior (Daniel et al, 1986), donde sí hubo respuesta a la fertilización, tampoco se detectó un posible incremento del crecimiento de la raíz, más información sería necesaria antes de poder establecer si los métodos no isotópicos de estimación de recuperación del nitrógeno agregado son aplicables en las condiciones de secano del área maicera argentina.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Cynthia Mac Grath por la utilización del predio experimental donde se realizó el ensayo. Este trabajo fue parcialmente subsidiado por la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. El fertilizante marcado fue donado por Cargill Argentina S.A.

REFERENCIAS

Aleksic, Z.; Broeshart, H. y Middelboe, V. 1968. The effect of nitrogen fertilization on the release of soil nitrogen. Plant and Soil 29: 474-478.

Broadbent, F.E. y Reyes, O.C. 1971. Uptake of soil and fertilizer nitrogen by rice in some Philipine soils, Soil Science 112: 200-205.

Daniel, P.E.; Alvarez, R. Lemcoff, J.H. y Canova, D. 1986. Efecto de los procesos de inmovilización y mineralización en el suelo sobre la determinación isotópica del aprovechamiento de fertilizante nitrogenado en maíz. Ciencia del Suelo 4: 85-89.

Fiedler, H. y Proksch, G. 1975. The determination of nitrogen–15 by emission and mass spectrometry in biochemical analysis. Ana. Chim. Acta 78: 1-62.

I.A.E.A. 1971. Nitrogen–15 in soil plant studies. Panel Proceedings Series. Sti/Pub/278, Vienna, Austria.

I.A.E.A. 1983. A guide to the use of nitrogen–15 and radioisotopes in studies of plant nutrition: calculations and interpretation of data, Technical Document 288, pp 65.

Reddy, K.R. y Patrick, W.H. 1976. Yield and nitrogen utilization by rice as affected by method and time of application of labelled nitrogen. Agron. J. 68: 965-969.

Rekhi, R.S.; Meelu, O.P. y Gupta, R.K. 1982. Lysimeter studies on recovery of ^{15}N–labelled urea in wetland rice. Plant and Soil 66: 57-67.

Richter, M. 1980. Mejoras en la determinación de amonio por destilación. Rev. Fac. Agron. 1: 1-9.

Terman, G.L. y Brown, M.A. 1968. Crop recovery of applied fertilizer nitrogen. Plant and Soil 29: 48-65.

Tomar, J.S. y Soper, R.K. 1981. Fate of tagged urea N in the field with different methods of N and organic matter placemet. Agron. J. 73: 991-995.