

NITROGENO POTENCIALMENTE MINERALIZABLE DE CINCO TIPOS DE SUELOS REGADIOS DE MENDOZA

(1)

Silvia Gaviola de Heras, León Nijensohn y Félix S. Olmos (2)

Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Cuyo
Almirante Brown 500 -5505- Chacras de Coria
Mendoza

RESUMEN

Se estimó el nitrógeno Potencialmente Mineralizable (N_0) y las tasas de mineralización y "constantes de mineralización" (k) de suelos regadíos de Mendoza: tres Torrifluventes (típico, ústico y de fase salina), un Haplustol éntico (mollisol de altura) y un Haplacul fluvacuéntico.

Se siguió, con ligeras modificaciones, el procedimiento clásico de incubación y se encontró que: los valores de N_0 oscilaron entre 38 y 250 mg kg⁻¹ y la relación N_0/N total. 100 entre 9 y 38,5%. Los valores inferiores correspondieron a efectos de intrazonalidad (hidromorfismo y halomorfismo) y de mayor eficiencia hídrica (clima de altura) sobre la naturaleza de la materia orgánica respectiva. Independientemente de su dudosa validez teórica, se confirmó la utilidad del modelo exponencial simple, cuya aplicación a los suelos estudiados determinó " r^2 " entre 0,985 y 0,995. En cuatro de los cinco suelos los valores de " k " fueron inferiores a la media encontrada por Stanford y Smith. A pesar de que se confirmó, en general, una estrecha relación directa entre N mineral acumulado y la raíz cuadrada del tiempo (r^2 : 0,94 - 0,99), se verificó una tendencia al aumento de dicha relación en el lapso de incubación.

Los parámetros encontrados para el Torrifluvente típico se aplicaron al cálculo de la "Capacidad de Suministro por Temporada Agrícola" (CASTA) encontrándose una razonable coincidencia entre el déficit de N mineral calculado y los resultados de un ensayo de fertilización en maíz, realizado independientemente, en ese suelo.

Palabras claves: Nitrógeno mineralizable, constantes de tasas de mineralización, incubación, Torrifluventes, Haplustoles.

NITROGEN MINERALIZATION POTENTIALS (N_0) OF FIVE GENETIC TYPES OF MENDOZA IRRIGATED SOILS

ABSTRACT

The procedure of Stanford and Smith, with minor modifications, was applied to three Torrifluvents (typic, ustic and a saline phase), one Entic Haplustoll (a high altitude mollisol) and one Fluvacuentic Haplaquoll. The

(1) Trabajo subvencionado por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Cuyo.

(2) Jefe de Trabajos Prácticos, Profesor Emérito e Investigador del CONICET, y Profesor Titular, respectivamente.

conclusions arrived at are the following: Values of N_0 ranged from 38 to 250 mg Kg⁻¹ and the fraction of total N comprising N_0 varied from 9 to 38,5%; the lower percentages corresponded to intrazonal conditions (hydro and halomorphism) and higher moisture efficiency linked to altitude. Independently of its dubious theoretical validity, the simple exponential model usefulness was confirmed by "r²" values from 0,985 to 0,995. With the exception of the saline soil the mineralization rate constants were lower than the average one found by Stanford and Smith. The linearity of the relation between accumulated mineral N and the square root of the incubation time was confirmed in general ($r^2 = 0,94 - 0,99$), but a tendency to the increase in this ratio along the incubation period was observed.

The estimate of the mineral nitrogen deficit for a 12 Mg ha⁻¹ corn crop, based on the calculated N_0 and k values of the typic Torrifluent, was in good agreement with the results of an independent field fertilizer trial on that soil.

Key words: Mineralizable nitrogen, mineralization rate constants, incubation, Torrifluents, Haplustolls.

INTRODUCCION

El carácter intensivo de la agricultura de regadío de los oasis cuyanos, con ingentes costos de producción y donde la rentabilidad exige altos niveles de productividad, lleva a plantearse la necesidad de responder a una serie de incógnitas relacionadas con la disponibilidad de los nutrimentos y su optimización en las condiciones locales.

Teniendo en cuenta que la materia orgánica y la flora microbiana especializada del suelo constituyen las principales fuentes de Nitrógeno (N), y que la proporción total de la primera en los suelos de Mendoza es naturalmente muy escasa, por condiciones básicamente climáticas (Nijensohn y Pizarro, 1959), todos aquellos conocimientos que fundamenten prácticas que tiendan a acrecentar la fertilidad nitrogenada son de gran interés regional.

Al evaluar la disponibilidad actual y potencial de N de los suelos debe considerarse, por un lado, el N inorgánico presente bajo las formas de NH_4^+ y NO_3^- , lo que constituye el N directamente asimilable. Este, expresado por su actividad termodinámica en la solución del suelo, es cuantificable por métodos analíticos corrientes. Por otro lado, es importante conocer el N que se mineralizará durante el ciclo de cultivo y el eventualmente incorporable por fijación biológica. Si a ese conjunto se le restan las pérdidas por diversos mecanismos, el saldo neto disponible para los cultivos constituye lo que proponemos podría designarse como "Capacidad de Suministro por Temporada Agrícola" (CASTA). Dada la carencia de antecedentes sobre el tema para la región cuyana, se consideró de interés comenzar con estudios al respecto.

Como etapa inicial en la solución de la problemática anteriormente esbozada, y sobre la base de la hipótesis de que suelos regadíos de Mendoza de distinta génesis podrían tener diferente capacidad de suministro de N, a partir de las formas orgánicas nativas, se plantearon para este trabajo los siguientes objetivos:

- 1) – Estimación de: i) - Nitrógeno Potencialmente Mineralizable (N_0), y ii) - Valores de las tasas y constantes de mineralización respectivas.
- 2) – Discusión de posibles relaciones entre dichos parámetros con otras características extrínsecas e intrínsecas de los suelos estudiados.
- 3) – Aproximaciones a la cuantificación de la CASTA en un Torrifluente típico, donde se realizó un ensayo de respuesta a la fertilización y riego controlado en dos variedades de maíz (Rearte et al., 1986).

MATERIALES Y METODOS

SUELOS

Las muestras estudiadas corresponden a la capa superior (0 – 0,30 m) de cinco lugares de la provincia de Mendoza que representan diferentes climas edáficos, materiales originarios y aptitudes de uso.

– Chacras de Coria (Ch), Torrifluent típico, pertenece a los de la parte alta de la llanura aluvial de piedemonte, regada por el río Mendoza. Son de textura franco a franco-arenosa, apoyados sobre cantos rodados a una profundidad variable, pero casi nunca mayor de 2 m: serie tentativa "Las Compuertas" (Romanella, 1957). Sobre estos suelos predominan cultivos vitícolas y, secundariamente, los frutícolas.

– Lavallo (Lv), Torrifluent, fase salina, corresponde a un suelo virgen que representa a los de la parte media de la llanura aluvial del río Mendoza. El perfil típico dominante es profundo, con predominio de capas de textura fina y, aún después de incorporados al cultivo, con algunos problemas de salinidad. Pertenece a la serie tentativa "Lavallo" (Romanella, 1957) y a una zona hortícola (tomate, cebolla, zapallo, melón, etc.) y vitícola, con predominancia de variedades de uvas "criollas".

– Malargüe (Ma), Torrifluent ústico, en el extremo SW de la provincia de Mendoza, pertenece a la llanura de inundación del río Malargüe. Su perfil está formado por capas aluvio-eólicas de diferente granulometría. Previo al actual cultivo de papa ha sido mantenido con pasturas de siembra anual.

– Tupungato (Tp), Haplustol éntico, está ubicado fisiográficamente a 2.000 m.s.m., en el piedemonte de la Cordillera Frontal, al SW de la ciudad de Mendoza. Estos suelos presentan un epipedón mólico de ca. 0,45 m de espesor, apoyado en algunos casos sobre un horizonte Cca o en otros sobre un IIC de cantos rodados (Nijensohn *et al.*, 1970). En el área se realizan cultivos de papa, cebada cervecera y, en menor proporción, arveja y alfalfa. Algunos de estos cultivos se llevan a cabo en condiciones de secano, aprovechando la humedad acumulada por precipitación nival.

– Rodeo del Medio (RM), Haplacul fluvacuéntico, pertenece a suelos de los Dptos. de Maipú y Guaymallén, en cuyos orígenes han tenido influencia fenómenos de hidromorfismo. Presentan un horizonte mólico de 0,45 m de espesor, sobre una capa de arcilla con concreciones salinas que origina acumulaciones de agua freática. Pertenece a la serie tentativa "Corralitos Sur" (Romanella, 1975). Estos suelos hidropédicos, que se presentan asociados con calchacuoles, son representativos de una intrazonalidad, debido a relie-

ve deprimido, dentro de la región árida cuyana. Revisiten especial importancia desde el punto de vista hortícola (Olmos *et al.*, 1981) dada su cercanía a la ciudad de Mendoza.

Algunas propiedades de dichos suelos se consignan en la Tabla 1.

INCUBACION Y CALCULO DE N_0

Para cumplir con el primero de los objetivos planteados se siguió, con ligeras modificaciones, el procedimiento propuesto por Stanford y Smith (1972).

Las muestras de suelo se incubaron, —por cuadruplicado, a 30° C y a capacidad de campo—, por un período total de 30 semanas. El nitrógeno mineral producido fue dosado por microdestilación con arrastre de vapor, previa lixiviación, con una solución de $CaCl_2$ 0.01 M, al cabo de lapsos sucesivos de 2, 4, 8, 12, 20 y 30 semanas. Cada lixiviación se concluyó con la solución nutritiva propuesta en el método citado.

Para estimar los valores de nitrógeno potencialmente mineralizable y de la constante del proceso de mineralización, se siguió a Stanford y Smith (1972), quienes consideraron a dicho proceso obediendo a una reacción de primer orden, que se expresa por la ecuación:

$$dN/dt = -kN \quad (1)$$

La cantidad de N mineralizado en la unidad de tiempo es proporcional al sustrato nitrogenado mineralizable.

Integrando (1) resulta que:

$$\ln(N_0 - N_t) = \ln N_0 - kt \quad (2)$$

TABLA 1: Suelos estudiados y sus principales características (Capa de 0 a 0,30 m).

Origen	Reacción de la pasta saturada pH_s	Salinidad del ext. de satur. dSm^{-1} , 25°C	mg kg^{-1}				C/N
			N total ^{1/}	N-NH ₄ ^{2/}	N-NO ₃ ^{-2/}	C. orgánico ^{3/}	
Chacras de Coria (Ch)	7,26	4,36	287	1,40	4,47	3.600	12,5
Lavallo (Lv)	8,28	18,67	329	1,40	28,94	4.700	14,3
Malargüe (Ma)	7,16	0,75	966	1,30	24,55	14.000	14,3
Tupungato (Tp)	7,36	0,91	1.316	3,82	8,26	16.900	12,8
Rodeo del Medio (RM)	7,41	5,50	2.772	1,86	20,16	61.200	22,0

1/ Kjeldahl; 2/ Bremner y Keeny; 3/ Walkley-Black.

donde:

N_0 = nitrógeno potencialmente mineralizable.
 N_t = nitrógeno mineralizado acumulado en el tiempo "t".
 k = constante de la intensidad de mineralización.
 t = tiempo.

La expresión exponencial es:

$$N_t = N_0 (1 - e^{-kt})$$

Se calculó "k" a través de un método iterativo, el cual consistió en sucesivas regresiones de $\ln(N_0 - N_t)$ versus "t", donde se supuso diferentes valores de N_0^* , siendo N_t y t datos experimentales. El valor de N_0 seleccionado fue aquél con el cual se obtuvo el mayor r^2 . Siguiendo con lo propuesto por los autores mencionados, esta estimación se realizó descartando los valores de N_t correspondientes a las primeras 2 semanas. Posteriormente, y para una más real estimación de N_0 , se sumó el N mineralizado durante las dos primeras semanas al N_0 calculado como se explicó anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con el objeto de comprobar la relación observada por Stanford et al. (1972) entre el N mineral acumu-

lado (N_t) y la raíz cuadrada del tiempo de incubación ($t^{0,5}$) se consignaron los valores respectivos en la Tabla 2 a).

Los r^2 encontrados confirman, en general, una relación entre ambas variables, pero de la observación de los datos de la Tabla 2 a) surge una tendencia en el aumento de dicha relación con el lapso de incubación, contrariamente a lo encontrado por Stanford y Smith (1972).

Esto significa que las velocidades parciales de las reacciones de mineralización pueden disminuir más lentamente que el efecto de la raíz cuadrada del tiempo. En efecto, el exponente "b" en la ecuación $N_t = at^b$ resulta ser, salvo el caso del suelo halomórfico, mayor que 0,5, tal como puede apreciarse en la Tabla 3. Esta observación coincide con lo citado por Sierra y Barberis (1983) para suelos del SW de la provincia de Buenos Aires.

Por otra parte, en la Tabla 2 b) puede observarse que la velocidad de mineralización presenta fluctuaciones en su tendencia general al decrecimiento, lo que implica que además de la progresiva disminución en la facilidad de mineralización del sustrato residual, a la que alude Sierra (1986), podrían actuar otros factores tales como variación en la cantidad y calidad de la flora microbiana a través del proceso de incubación.

La relativamente importante cantidad de N mineralizado que se determinó durante las primeras dos semanas (Tabla 2 b)) coincide con lo mencionado por otros autores (Stanford y Smith, 1972; Navarro et al., 1980; Griffin y Lane, 1983; Lindemann y Cardenas,

TABLA 2: Nitrógeno mineral acumulado (N_t) en función de la raíz cuadrada del tiempo (2a) y el producto (Nm) en lapsos sucesivos (2b).

Suelo	2a						Nt vs. $t^{0,5}$ r^2	2b					
	Tiempo de incubación, semanas							Lapsos de incubación, semanas					
	2	4	8	12	20	30		0-2	2-4	4-8	8-12	12-20	20-30
	Nt, mg kg ⁻¹ . semana ^{-0,5}							Nm, mg kg ⁻¹ . semana ⁻¹					
Ch	5,2	5,1	5,0	5,9	6,8	7,4	0,98	3,7	1,4	1,0	1,6	1,3	1,0
Lv	4,3	5,2	5,3	5,3	5,6	5,6	0,99	3,0	2,2	1,1	0,9	0,8	0,6
Ma	12,4	13,6	14,4	18,2	23,3	23,8	0,94	8,8	4,9	3,3	5,5	5,1	2,6
Tp	7,6	7,8	9,1	10,2	13,0	13,7	0,98	5,4	2,3	2,5	2,4	2,8	1,7
RM	20,8	19,1	20,3	20,1	22,5	23,3	0,99	14,6	4,4	4,7	3,1	3,8	2,7

* Este procedimiento se llevó a cabo mediante un programa para cálculo de iteraciones con regresión, con computadora VAX.

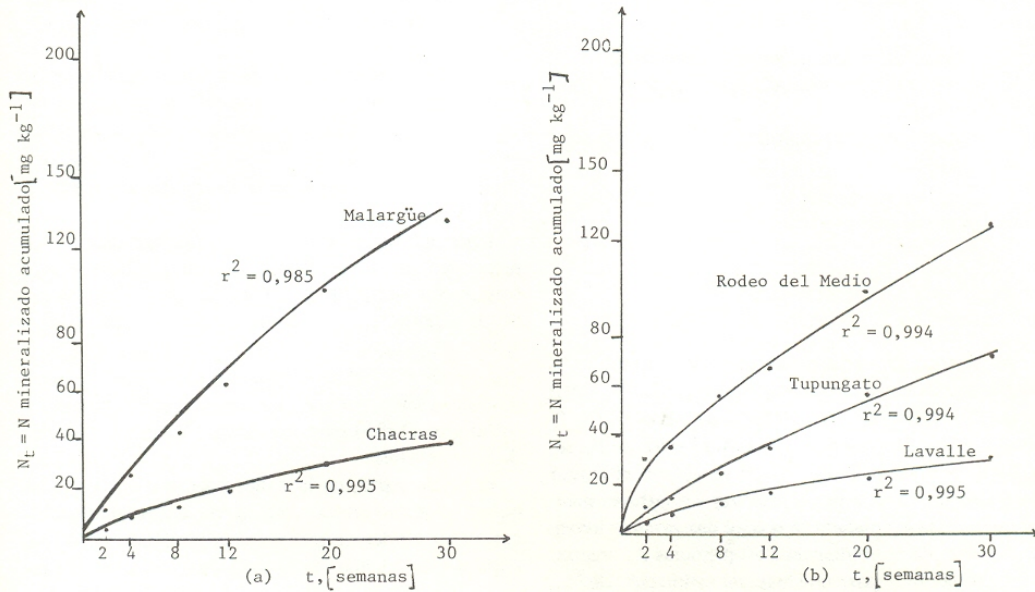


Fig. 1: Regresiones lineales entre $\ln(N_0 - N_t)$ vs. t , para distintos suelos de Mendoza y ecuaciones respectivas.

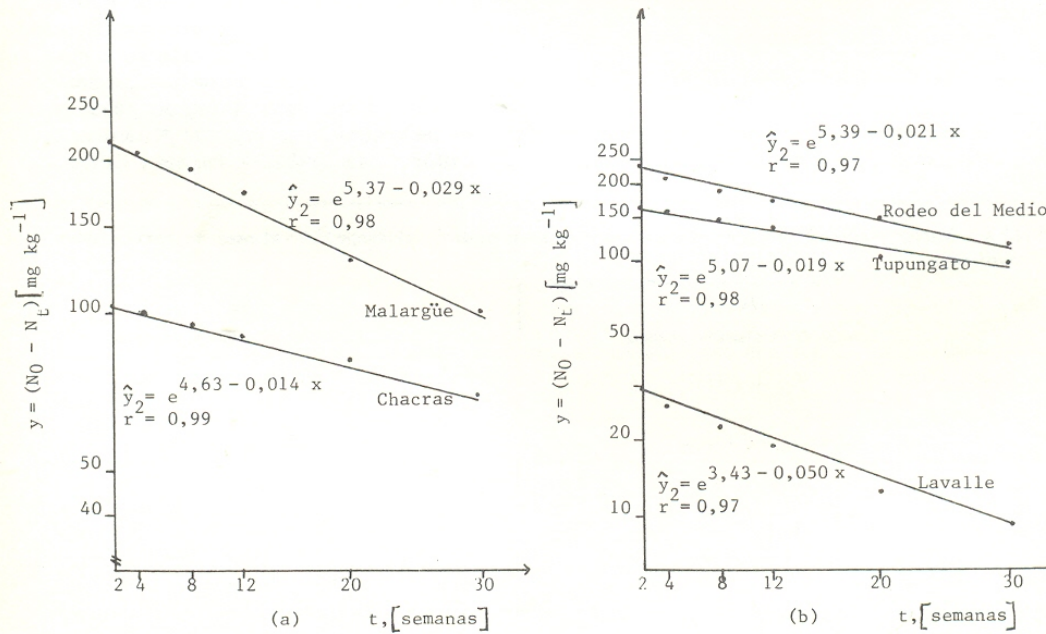


Fig. 2: Nitrógeno mineralizado durante la incubación en suelos de Mendoza. Los puntos representan la media de cuatro repeticiones y las curvas las soluciones de la ecuación: $N_t = N_0 (1 - e^{-kt})$.

1984) y ha sido atribuido a la presencia de NH_4^+ intercambiable no removido por la primera lixiviación con CaCl_2 0,01 M, a la descomposición de las formas más lábiles de N orgánico, y también, al tratamiento previo de secado y molienda de las muestras (Beauchamp et al., 1986).

TABLA 3: Parámetros de la ecuación N mineral acumulado en función del tiempo: $N_t = at^b$.

Suelo	a	b	r ²
Ch	4.276	0,643	0,981
Lv	5.671	0,488	0,993
Ma	9.590	0,765	0,988
Tp	5.884	0,741	0,991
RM	18.632	0,553	0,991

$N_t = \text{mg kg}^{-1}$; t = semanas.

Las Figs. 1 a) y 1 b) muestran las rectas de mayor ajuste logradas por el proceso estadístico iterativo, el que permitió seleccionar N_0 y k para cada uno de los suelos estudiados.

En las Figs. 2 a) y 2 b) los puntos representan los valores acumulados del N mineralizado en los sucesivos periodos de incubación, mientras que las curvas fueron trazadas usando la ecuación exponencial de Stanford y Smith (1972), con los valores de N_0 y k correspondientes a los estimados por el método iterativo. Como puede apreciarse existe un buen ajuste entre los puntos observados y los calculados (r^2 entre 0,985 y 0,995), lo que confirma la validez práctica

para los suelos estudiados del modelo propuesto por Stanford y Smith (1972), coincidentemente con lo encontrado por Hadas et al. (1986) y sin desconocer la posibilidad de modelos de mayor ajuste pero más complejos (Deans et al., 1986). Al calificar de "práctica" a la validez del modelo cinético de primer orden, nos limitamos a su capacidad para ajustar los datos experimentales con razonable aproximación, sin pretender una total equivalencia teórica con el real proceso bioquímico, el que por la complejidad del sustrato entraña un conjunto de reacciones de distinta velocidad. Inclusive, hay autores que encontraron que cuando se trabajaba directamente con muestras con la humedad de campo (Tabatabai y Al-Khafaji, 1980) o conservadas húmedas antes de la incubación (Addiscot, 1983) el proceso de mineralización podía ser descrito como una reacción cinética de orden cero.

En la Tabla 4 se observa que los valores de k estimados variaron en los suelos estudiados en un rango entre 0,015 y 0,050 semana⁻¹. La variabilidad observada coincide con lo citado por Campbell (1983) y por lo encontrado por Sierra y Barberis (1983); Lindemann y Cardenas (1984); Hadas et al. (1986), y discrepa con lo informado por Stanford y Smith (1972) quienes hallaron valores de k muy similares para una amplia gama de suelos de diferentes grupos taxonómicos. Para cuatro de los suelos estudiados el valor medio de k fue de $0,021 \pm 0,006$, inferior al encontrado por estos últimos autores (0,054), aún tomando en consideración las diferencias de temperatura, y más similares a los de algunas muestras superficiales de los trabajos de Sierra y Barberis (1983) y de Hadas (1986).

Los valores de N_0 variaron entre 38 y 250 mg kg⁻¹

TABLA 4: Estimación del N potencialmente mineralizable (N_0) y de la constante de la tasa de mineralización (k) en la ecuación $N_t = N_0(1 - e^{-kt})$, para suelos de Mendoza.

Suelo	N mineral acum. (N_t) en 30 semanas (a)	Mineralización potencial de N		k 30°C semana ⁻¹	N_0/N total %
		No basado 2-30 semanas (1)	Col. (1) + N mineralizado (0-2 semanas)		
		mg kg ⁻¹			
Ch	40,73	103,10	110,47	0,015	38,5
Lv	30,91	31,71	37,72	0,050	11,5
Ma	130,64	215,36	239,90	0,029	24,0
Tp	75,12	159,53	170,26	0,019	12,5
RM	127,70	220,46	249,72	0,021	9,0

(a) $\text{mg} - \text{N} (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+) - \text{kg}^{-1}$.

y en el rango de N_0/N total. 100 encontrado (9 y 38,5%) fue similar al citado por Stanford y Smith, 1972 (5 y 41%), y por Oyanadel y Rodríguez (1977) para Inceptisoles y Entisoles chilenos (8,9 – 21,0%), correspondiendo los valores inferiores a factores de intrazonalidad dentro del ambiente árido mendocino: hidromorfismo (RM), halomorfismo (Lv), y mayor eficiencia hídrica por clima de altura (Tp). El valor mínimo corresponde a un suelo virgen de Lavalle, con monte xerohalofítico, análogamente a lo citado por Marion *et al.* (1986) para suelos de Chaparral del Sur de California.

La variabilidad de las relaciones halladas entre N_0 y N total es explicable dada la diversidad genética de los suelos estudiados y confirma que el contenido de N total no es *per se* el único factor que controla el proceso, sino que también intervienen la naturaleza del sustrato y las variables ecológicas que lo acompañan.

A los efectos de comprobar si los parámetros (N_0 y k) encontrados serían útiles en el cálculo de la fertilización nitrogenada en condiciones reales, como lo determinaron en Chile para cultivo de trigo Oyanadel y Rodríguez (1977), se los aplicó a un ensayo de maíz regadío en la localidad de Chacras de Coria. El rendimiento promedio alcanzado por el mejor tratamiento fue de 12,5 Mg ha⁻¹. La dosis de fertilizante requerida teóricamente para dicha producción —calculada como diferencia entre el N necesario de acuerdo a los datos de absorción citados por Berger (1962) y la disponibilidad de N mineralizable en el período de máximo consumo, para las condiciones de temperatura reinante y humedad edáficas controlada— coincidió con razonable aproximación con la del tratamiento óptimo: 100 Kg N/ha (Rearte *et al.*, 1986). Cabe destacar que no se computó el N potencialmente aportable por la actividad fijadora de la flora microbiana y que no se hicieron correcciones de N_0 y k, por diferencias de temperatura y humedad, dado que el período de máximo consumo considerado correspondió a un lapso del mes de enero durante el cual la temperatura media se acercó a la del ensayo de incubación. La humedad edá-

fica, regulada por riegos con láminas de reposición que excluían pérdidas por percolación profunda, se mantuvo dentro del rango óptimo de mineralización de N (Perez Valenzuela *et al.*, 1985).

CONCLUSIONES

Para los suelos estudiados, los contenidos calculados de N_0 oscilaron entre 38 y 250 mg Kg⁻¹ y la relación N_0/N total. 100 entre 9 y 38,5%. Los valores inferiores correspondieron a efectos de intrazonalidad (hidromorfismo y halomorfismo) y de mayor eficiencia hídrica (clima de altura) sobre la naturaleza de la materia orgánica respectiva.

Independientemente de su dudosa validez teórica, se confirmó la utilidad del modelo exponencial simple, cuya aplicación a los suelos estudiados determinó "r²" entre 0,985 y 0,995.

En cuatro de los cinco suelos los valores de "k" fueron inferiores a la media encontrada por Stanford y Smith (1972).

A pesar de que se confirmó, en general, una estrecha relación directa entre N mineral acumulado y la raíz cuadrada del tiempo ($r^2 = 0,94 - 0,99$), se verificó una tendencia al aumento de dicha relación con el lapso de incubación.

Los parámetros encontrados para el Torrifluente típico se aplicaron al cálculo de la "Capacidad de Suministros por Temporada Agrícola" (CASTA), encontrándose una razonable coincidencia entre el déficit de N mineral calculado y los resultados de un ensayo de fertilización en maíz, realizado independientemente, en el suelo.

AGRADECIMIENTOS

A la Licenciada Angela Diblasi por su colaboración en el cálculo iterativo computarizado de los parámetros N_0 y k.

REFERENCIAS

- Addiscot T.M., 1983. Kinetics and temperature relationships of mineralization and nitrification in Rothamsted soils with differing histories. *J. Soil. Sci.* 34: 343-353.

- Beauchamp, E. G.; W. D. Reynolds; D. Brasche - Villeneuve y K. Kirbi. 1986. Nitrogen mineralization kinetics with different soil pretreatments and croppings histories. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1478-1483.
- Berger J. 1962. Maize production and the manuring of maize. Centre d'étude de l'azote, 5, Geneva.
- Bremner J. y D. Keeney. 1985. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Annal. Chem. Acta.* 32: 485 - 495.
- Campbell C. A. 1983. Balance y eficiencia del uso del nitrógeno con énfasis en los suelos de pradera del Canadá. *Actas X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo:* 13-63.
- Deans, J.R.; J.A.E. Molina y C.E. Clapp. 1986. Models for predicting potentially mineralizable nitrogen and decomposition rate constants. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 323-326.
- Griffin. G. F. y A. F. Laine. 1983. Nitrogen mineralization in soils previously amended with organic wastes. *Agronomy Journal*, 75: 124-125.
- Hadas, A.; A. Feigenbaum; A. Feigin y R. Portnoy. 1986. Nitrogen mineralization in profiles of differently managed soil types. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 314-319.
- Lindemann, W.C. y M. Cardenas. 1984. Nitrogen mineralization potential and nitrogen transformation of sludge-amended soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 1072-1077.
- Marion, G. M.; J. Kummerow y P. C. Miller. 1981. Predicting nitrogen mineralization in chaparral soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 956-961.
- Navarro, C.; H. E. Echeverria; N. S. Gonzalez y M. A. Iglesias. 1980. Cinética de las reacciones de amonificación y nitrificación en algunos suelos de la Argentina. *Actas IX Reunión Arg. Ciencias del Suelo.* II: 431-437.
- Nijensohn L. y O. Pizarro. 1959. Reseña edafológica de las Estaciones Experimentales del Instituto de Investigaciones de la Vid y el Vino de la provincia de Mendoza. *Instituto Provincial Agropecuario. Boletín Técnico N° 1:* 245-300, Mendoza.
- Nijensohn, L.; F. S. Olmos y M. O. Avellaneda. 1970. Molisol de Altura en Mendoza. *Rev. Agronómica del Noroeste Argentino. Tucumán* 7: 382.
- Olmos, F. S.; L. Nijensohn; R. Tanquilevich y A. R. Moyano de Imazio. 1981. Suelos hidromórficos de los Departamentos de Maipú y Guaymallén, Mendoza. *Res. Actas V Jornadas de Investigación Univ. Nac. de Cuyo N° 237.*
- Oyanadel, C. y J. Rodríguez. 1977. Estimación de la mineralización de N en el suelo. *Ciencia e Inv. Agraria, Chile* 4: 33-44.
- Perez Valenzuela, B. R.; M. A. Jauregui y L. Nijensohn. 1985. Influencia del nivel hídrico y de los dosis iniciales de amonio y fosfato sobre la nitrificación y el fósforo soluble final. *Informes Científicos y Técnicos N° 31 del Instituto de Suelos y Riego, F. C. A. Mendoza.*
- Rearte E.; N. Ciancaglini, L. Nijensohn y J. A. Maffei. 1986. Respuesta a la fertilización y riego controlado de maíces colorado duro y dentado. *Res. Acta X Jornadas de Investigación Univ. Nac. de Cuyo N° 137.*
- Romanella, C. 1957. Los suelos de la región del río Mendoza. *Ensayo de establecimiento de series. Apartado del Boletín de Estudios Geográficos N° 14 Univ. Nac. de Cuyo.*
- Sierra, J. O. y L. A. Barberis. 1983. Análisis de un modelo de mineralización de Nitrógeno en los suelos de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Fac. Agr.* 4: 309-315.
- Sierra, J. O. 1986. Algunas consideraciones acerca de la existencia del nitrógeno potencialmente mineralizable. *Ciencia del Suelo*, 4: 179-184.
- Stanford, G. y S. J. Smith, 1972. Nitrogen mineralization potentials of soils, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36: 465-472.
- Tabatabai, M. A. y A. A. Al-Khafaji. 1981. Comparison of nitrogen and sulfur mineralization in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 1.000-1.006.