

ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA EXISTENCIA DEL NITROGENO POTENCIALMENTE MINERALIZABLE

Jorge Sierra

LAQUIGE (CONICET), J. R. Velasco 847 (1414) Buenos Aires
Cát. de Fertilidad y Fertilizantes (FAUBA), Av. San Martín 4453 Buenos Aires

RESUMEN

El nitrógeno potencialmente mineralizable, N_o , puede obtenerse según Stanford y colaboradores, a partir de la ecuación de primer orden cinético $dN/dt = -kN$, esta expresión implica que el coeficiente "k" es independiente del sustrato. En este artículo se discute la validez de este supuesto y la existencia de una fracción del N edáfico que se identifique con el N_o .

La discusión se basa sobre el hecho que la proporción degradable del N residual del suelo es función de la estabilidad de las fracciones remanentes, por lo que el Coeficiente de degradación (k en la ecuación original) disminuye al consumirse el nitrógeno de los componentes más lábiles.

El proceso de mineralización, en su conjunto, se aproximaría a una degradación sucesiva de fracciones, respondiendo a una cinética de orden mayor que uno, por lo que no existiría una fracción de la magnitud del N_o que sea mineralizada en reacciones de primer orden.

Palabras claves: Nitrógeno potencialmente mineralizable - Ecuación de primer orden cinético - Coeficiente de degradación de nitrógeno.

SOME CONSIDERATIONS ON THE EXISTENCE OF POTENTIAL MINERALIZABLE NITROGEN

ABSTRACT

Potential mineralizable nitrogen, N_o , may be obtained using the first order kinetics equation $dN/dt = -kN$ as stated by Stanford *et al*, this expression implies that coefficient "k" is independent of substrate quality. In this article the validity of the latter statement and the existence of a nitrogen fraction that can be identified with N_o is discussed.

The proportion in which the soil residual N is degraded is a function of the remainder fractions stability, that is why the Degradation Coefficient (k in the original equation) diminishes when the more labile nitrogen components are consumed.

The mineralization process, as a whole, could be described as a successive degradation of fractions with a kinetics of an order greater than one, so a fraction of the magnitude of N_o mineralized in first order reactions would not exist.

Key words: Potential mineralizable nitrogen - first kinetic order equation - Nitrogen Degradation Coefficient.

INTRODUCCION

La cuantificación del proceso de mineralización del nitrógeno (N) en suelos y su expresión en modelos matemáticos ha sido uno de los objetivos más frecuentemente perseguidos por los investigadores en el tema del ciclo del N edáfico.

Salter y Green (1933) propusieron la ecuación

$$N_t = N_0 k^t \quad (1)$$

para estimar el contenido de N orgánico (N_t) presente en el suelo luego de "t" años de cultivo continuo, estableciendo las velocidades de consumo (k) para diferentes situaciones de monocultivos y rotaciones. La ecuación original, expresada en forma diferencial, resulta (Stevenson, 1965):

$$dN/dt = -kN \quad (2)$$

es decir que la cantidad de N mineralizado por unidad de tiempo es función del tenor de N presente en el suelo.

Stanford *et al* (1972) tomaron este concepto y lo utilizaron para cuantificar el N potencialmente mineralizable de los suelos (N_0), definiéndolo como el N orgánico susceptible de ser mineralizado en reacciones de primer orden cinético. Además proponen un método de cálculo para N_0 y k. Ambos parámetros han sido frecuentemente utilizados en estudios de mineralización de N como índice de la fertilidad de los suelos (Herlihy, 1979; Ritcher *et al*, 1980; Campbell *et al*, 1981; Campbell *et al*, 1982 y Campbell *et al*, 1984).

En trabajos anteriores, el autor de este artículo, ha analizado el grado de ajuste de la ecuación citada a datos experimentales provenientes de incubaciones de suelos en condiciones controladas. Se había concluido que el ajuste varía con los distintos suelos y que las reacciones de mineralización responderían a un orden mayor que uno (Sierra y Barberis, 1983a y b).

Existen en la actualidad algunas controversias acerca de si el N_0 representa razonablemente al factor capacidad de N, y como influye la diferente estabilidad de las fracciones orgánicas en la estimación de dicho factor (Campbell *et al*, 1984).

El objetivo de este trabajo es efectuar, a la luz de la información experimental disponible, algunas apreciaciones acerca de la validez de la ecuación (2) y, consecuentemente, de la existencia del N_0 tal como lo definen Stanford *et al* (1972).

MATERIALES Y METODOS

Datos experimentales

Se han utilizado aquí los datos presentados por el autor en dos artículos anteriores (Sierra y Barberis, 1983a y b). En el primero de ellos se trabajó con 14 suelos de la zona oeste de Buenos Aires y en el segundo con 20 suelos del sudoeste de Buenos Aires, en todos los casos correspondían a muestras del horizonte superficial.

Los períodos máximos de incubación a 35°C y humedad de capacidad de campo fueron, respectivamente, de 36 y 29 semanas.

Los datos de N mineralizado a partir de los cuales se realiza el análisis de la ecuación son promedios de tres repeticiones, siendo los coeficientes de variación inferiores al 5% en los suelos del oeste y al 8% en los del sudoeste, para la totalidad de las mediciones realizadas.

Algunas características de los suelos se presentan en la Tabla 1.

Análisis de la ecuación

Se utilizó el método propuesto por Sierra y Barberis (1983a) por el cual la ecuación diferencial se resuelve numéricamente por diferencias finitas centrales; de tal modo:

$$\frac{dN}{dt} \cong \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad (3)$$

El estimador del "N" residual en el suelo es el N mineralizado acumulado (N_{ac}), y la linealidad de la ecuación se prueba regresando $\Delta N/\Delta t$ sobre N_{ac} .

De un modo similar se procedió en el análisis de la constante de mineralización (k):

$$k = \frac{d\left(\frac{dN}{dt}\right)}{dN} \cong \frac{\Delta\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)}{\Delta N} \quad (4)$$

Tabla 1: Algunas características de los suelos empleados.

Zona	NT	CT	CL	pH	Textura
Oeste	0.16 ± 0.03	1.55 ± 0.42	0.28 ± 0.14	6.0/6.7	Aren./F. Aren.
Sudoeste	0.19 ± 0.05	1.90 ± 0.32	0.36 ± 0.14	5.6/6.7	Fr./F. Arc.

NT (Nitrógeno orgánico total), CT (Carbono orgánico total) y CL (Carbono liviano) se expresan en % sobre suelo seco. Los valores de NT, CT y CL representan el promedio y desvío estándar del total de suelos de la zona respectiva, los datos de pH y textura representan el rango máximo observado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ritmo de mineralización en función del N residual

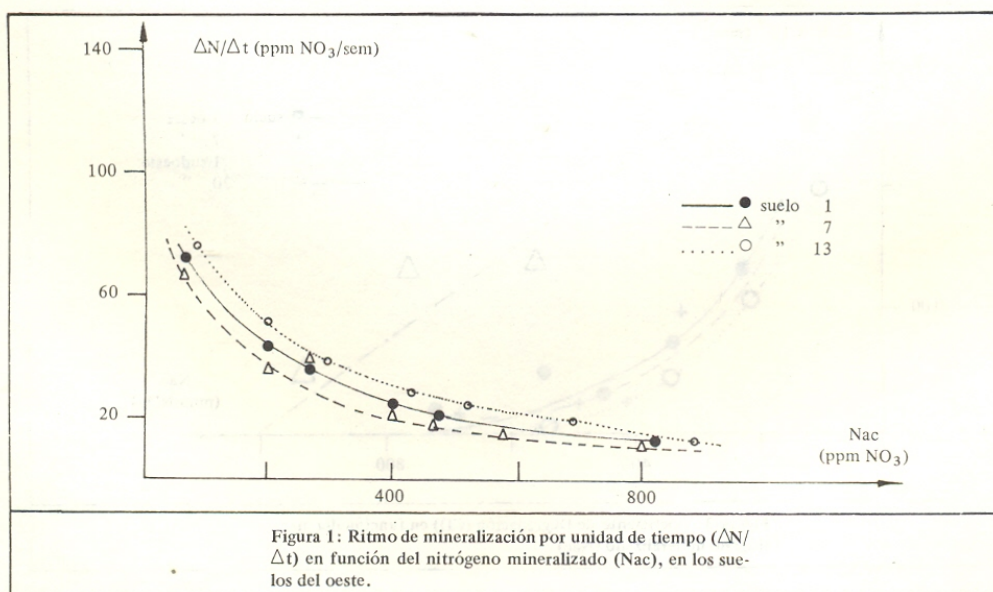
En las figuras 1 y 2 se presentan las relaciones entre $\Delta N/\Delta t$ y N_{ac} , en las que pueden observarse diferencias apreciables en los tipos de curvas que asocian ambas variables, para cada zona.

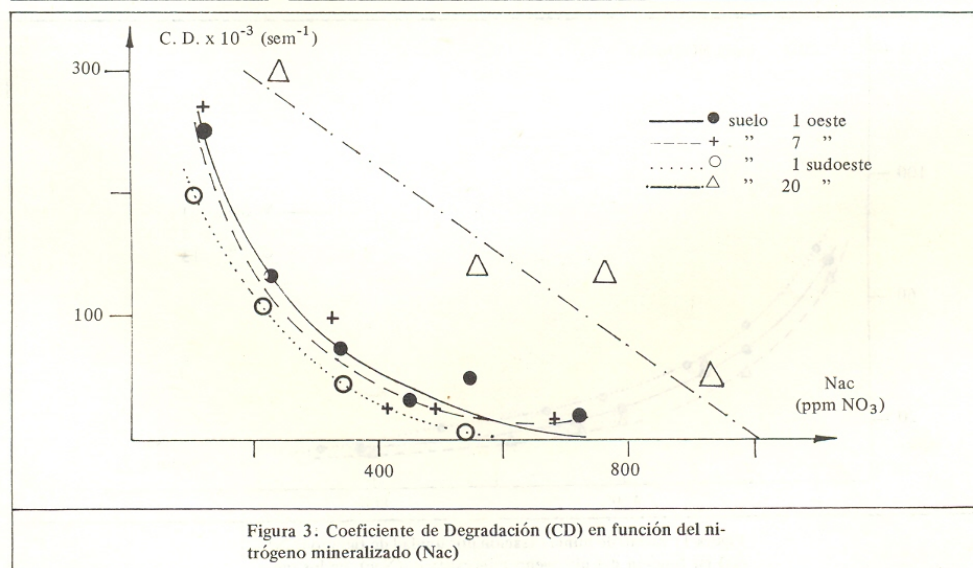
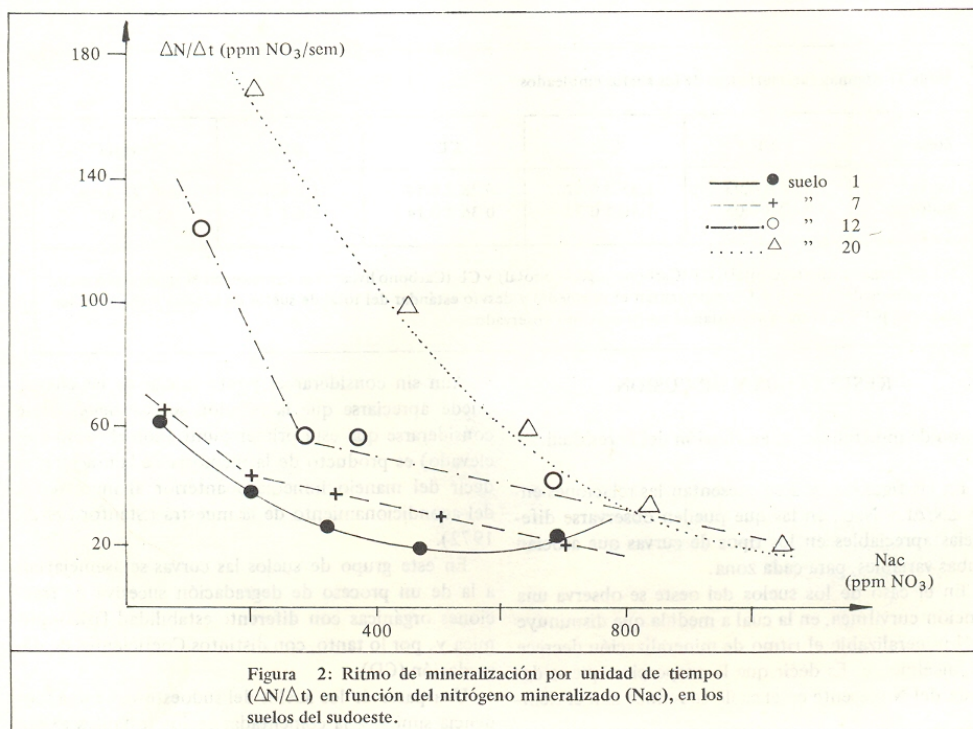
En el caso de los suelos del oeste se observa una función curvilínea, en la cual a medida que disminuye el N mineralizable el ritmo de mineralización decrece no linealmente. Es decir que la proporción que se degrada del N presente en el suelo se reduce con el tiempo.

Aún sin considerar el punto inicial de las curvas, puede apreciarse que la relación se mantiene. Suele considerarse que este primer punto (con el ritmo más elevado) es producto de la memoria de la muestra, es decir del manejo inmediato anterior al muestreo y del acondicionamiento de la muestra (Stanford *et al*, 1972).

En este grupo de suelos las curvas se asemejarían a la de un proceso de degradación sucesiva de fracciones orgánicas con diferente estabilidad físico-química y, por lo tanto, con distintos Coeficientes de degradación (CD).

Una parte de los suelos del sudoeste sigue una tendencia similar a la comentada, en los restantes existe





una caída más o menos abrupta del ritmo de mineralización y luego una fase aproximadamente lineal, la cual correspondería a una fracción o fracciones semejantes en su estabilidad y/o a una magnitud de ellas lo suficientemente alta para mantener un CD constante durante un lapso relativamente mayor que en los suelos del oeste. En este sentido y tal como se observa en la Tabla 1, los suelos del sudoeste poseen tenores de fracciones lábiles mayores (Tabla 1, columna de CL).

Sierra y Barberis (1983b) hallaron, para estos suelos, que una función de segundo grado aumentaba notablemente el ajuste obtenido con una función lineal al asociar $\Delta N/\Delta t$ y Nac.

En la Figura 3 puede observarse la relación existente entre el CD y el Nac: al consumirse las fracciones más lábiles el CD decrece rápidamente para luego estabilizarse.

En rigor, el CD no es función del Nac sino de la estabilidad de las fracciones mineralizadas, no obstante puede afirmarse que a mayor Nac el N residual es más estable.

En concordancia con lo expuesto, Campbell *et al* (1984) encontraron que la velocidad de mineralización aumenta más rápidamente al incrementarse la temperatura en suelos de textura gruesa. Esto lo atribuyen a una mayor proporción de complejos húmicos-arcillosos en suelos de textura fina, los cuales actúan como protectores de la materia orgánica, o sea que el CD disminuye al mineralizarse fracciones más estables. Este hecho contradice el supuesto de la ecuación (2) por el cual "k" es independiente del sustrato.

Cabe hacer notar que la función $CD = f(Nac)$ es la derivada segunda de $Nac = f(t)$ y, debido a la propagación de errores, los suelos incluidos en la Figura 3 han sido aquellos que presentaron un mayor grado de ajuste en $CD = f(Nac)$ independientemente del tipo

de función. Sin embargo los conceptos vertidos anteriormente son válidos para todos los suelos analizados, es decir que existe una asociación negativa entre CD y Nac.

Asimismo debe considerarse que para un conjunto de suelos el CD diferirá no sólo por la estabilidad de las fracciones involucradas, sino también por su diferente actividad biológica. Esto debe ser tenido en cuenta al realizar estudios comparativos.

APRECIACIONES FINALES

La velocidad del proceso de mineralización de N en condiciones controladas de laboratorio, es dependiente de la estabilidad de las fracciones mineralizables y de su magnitud.

La proporción en que es degradado el N residual del suelo decrece al incrementarse la estabilidad de las fracciones físico-químicas. El proceso podría aproximarse a un ataque progresivo en orden decreciente de labilidad y con Coeficientes de degradación cada vez menores.

Esto implica que no existe una fracción de la magnitud del N potencialmente mineralizable que sea degradado en reacciones de primer orden cinético. A este orden podría aproximarse la mineralización de cada fracción en particular.

Si bien la ecuación propuesta por Stanford *et al* no considera la dependencia del Coeficiente de degradación de la estabilidad de las fracciones orgánicas, desde un punto de vista esencialmente práctico su utilización en condiciones de campo podría justificarse pues la variabilidad espacial de la producción de nitratos es grande (Zourarakis *et al*, 1986) e incluso mayor al error de estimación por utilización de la ecuación (Campbell *et al*, 1984).

REFERENCIAS

- Campbell, C. y G. Souster, 1982. Loss of organic matter and potentially mineralizable nitrogen from Saskatchewan soils due to cropping. *Can. J. Soil Sci.* 62:663-672.
- Campbell, C., R. Myers y K. Weier, 1981. Potentially mineralizable nitrogen. Decomposition rates and their relationship to temperature for five Queensland soils. *Can. J. Soil Sci.* 59:230-234.
- Campbell, C., Y. Jamme y G. Winkelman, 1984. Mineralization rate constants and their use for estimating nitrogen mineralization in some Canadian prairie soils. *Can. J. Soil Sci.* 64:333-343.
- Herlihy, M., 1979. Nitrogen mineralisation in soils of varying texture, moisture and organic matter. I - Potencial and experimental values in fallow soils. *Plant and Soil* 53:255-267.
- Richter, J., A. Nuske, M. Boehmer y J. Wehrmann, 1980. Simulation of nitrogen mineralization and transport in loess-parabrownearthes: Plot experiments. *Plant and Soil* 54:329-337.

- Salter, R. y T. Green, 1933. Factors affecting the accumulation and loss of nitrogen and organic carbon in cropped soils. *J. Am. Soc. Agron.* 25:622-633.
- Sierra, J. y L. Barberis, 1983a. Análisis de un modelo de mineralización de nitrógeno en suelos del oeste de la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Facultad de Agronomía* 4:309-315.
- Sierra, J. y L. Barberis, 1983b. Modificaciones al modelo de primer orden cinético utilizado para la estimación del Nitrógeno potencialmente mineralizable. *Actas del X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo.*
- Stanford, G. y S. Smith, 1972. Nitrogen mineralization potenciales of soils. *Soil Sci.* 36: 465-472.
- Stevenson, F., 1965. Origin and distribution of nitrogen in soil. En: W. Bartholomew and F. Clark (ed): *Soil Nitrogen Agronomy* 10: 1-42. Amer. Soc. of Agron., Madison.