

POTENCIAL DE NITRIFICACION DE VARIOS SUELOS DE LA ZONA CENTRO-OESTE DE ESPAÑA

*L. Prat, F. Escudero, M. Casero,
M.A. Rodríguez y J. Bustos**

Centro de Edafología y Biología Aplicada
de Salamanca.

* Colaboración técnica.

RESUMEN: Se estiman los índices de disponibilidad de Nitrógeno de 24 suelos de la zona Centro-Oeste de España, siendo las principales características en todos ellos, su bajo contenido en Materia Orgánica y en Nitrógeno total.

Para ello, se sigue un método de incubación en el cual se determina el $N-NO_3$ (N_t) mineralizado, durante un período de tiempo de 14 semanas.

Los valores del potencial de mineralización N_o , se encuentran comprendidos entre 9.5 y 370 ppm, correspondiendo a un rango de 21 de los suelos un valor medio de $K = 0.070 \pm 0.021$. En general los valores de N_t y N_o , son bajos existiendo entre ellos una correlación significativa ($r = 0.92$). El valor medio del porcentaje de N_t respecto al Nitrógeno total del suelo es del 15.0%.

SUMMARY: Twenty four soil samples from Centre-West Spain were analyzed for their available nitrogen index. All the soils have in common a low organic matter and total nitrogen content.

An incubation procedure was followed to determine the mineralized $N-NO_3$ (N_t) along a 14 week period.

The mineralization potential values (N_o) were between a 9.5 and 370 ppm range. Mean K value for 21 of the soils was 0.070 ± 0.021 . N_t y N_o values were generally low and showing a significant correlation index ($r = 0.92$). On average the N_t percentage as compared to the total soil nitrogen was 15.0%.

INTRODUCCION

El proceso de transformación del Nitrógeno de la Materia Orgánica del suelo en forma asimilable para los cultivos, ha sido estudiado por numerosos investi-

gadores tanto en el campo como en ensayos biológicos y químicos de laboratorio, encaminados a estimar índices de disponibilidad de Nitrógeno.

Bremner¹ durante el período 1940-1963 y posteriormente Keeney² presentan una recopilación de trabajos con dicha finalidad.

Siguiendo un método biológico, Stanford y Smith⁶, determinan en una serie de suelos americanos el Nitrógeno mineralizado durante un período de tiempo y calculan su *capacidad o potencial de mineralización*, N_0 . Indican que N_0 es una magnitud concreta y medible que, además de reflejar caracteres inherentes al suelo, puede constituir su conocimiento un avance para la fertilización y la definen como «la fracción de Nitrógeno orgánico del suelo que es susceptible a la mineralización».

Señala Stanford⁸ que N_0 puede conducir a estimaciones cuantitativas de la mineralización en el campo y también indica⁷ que los valores de N_0 pueden tener una estrecha relación con los resultados obtenidos en ensayos de invernadero.

Los estudios sobre la mineralización del Nitrógeno en suelos españoles, son muy escasos y de los de esta zona sólo existe un trabajo de Lucena y Prat³ sobre el proceso de nitrificación por un método de incubación.

El objetivo de este trabajo es, además de determinar el Nitrógeno mineralizado según un proceso biológico, estimar también el potencial de nitrificación de algunos suelos representativos de la zona que se estudia.

Es de gran importancia para la agricultura, el conocimiento de estos índices, ya que al indicar la aportación nitrogenada del suelo la aplicación de fertilizantes puede hacerse de una forma más racional.

PARTE EXPERIMENTAL

Suelos

Se estudian 24 suelos pertenecientes a las provincias de Salamanca (zona Noroeste), Zamora, y Valladolid (zonas Suroeste) que corresponden a los términos municipales y clasificación siguientes:

Suelo	Término municipal	Clasificación
1	Pedraza de Alba	Acrisol gleico
2	Macotera	Luvisol vértico
3	Peñaranda de Bracamonte (I)	Luvisol cálcico
4	Villaflores	Cambisol húmico
5	Cantalpino	Acrisol gleico
6	Negrilla de Palencia	Luvisol vértico
7	Aldeanueva de Figueroa (I)	Acrisol gleico
8	Alaejos	Luvisol cálcico
9	La Seca	Acrisol órtico
10	Cervillejo de La Cruz (I)	Luvisol órtico
11	Fuentelapeña	Luvisol cálcico

cont.	Suelo	Término municipal	Clasificación
	12	Villabuena del Puente (I)	Cambisol cálcico
	13	Alba de Tormes	Luvisol órtico
	14	Nava de Sotrobal	Luvisol crómico
	15	Peñaranda de Bracamonte (II)	Luvisol órtico
	16	Cantalapiedra	Cambisol gleico
	17	Arabayona	Cambisol éutrico
	18	La Vellés	Cambisol vértico
	19	Aldeanueva de Figueroa (II)	Luvisol crómico
	20	Nava del Rey	Luvisol crómico
	21	Torreçilla del Valle	Vertisol crómico
	22	Cervillego de La Cruz (II)	Luvisol órtico
	23	Fuentesaúco	Luvisol crómico
	24	Villabuena del Puente (II)	Cambisol cálcico

Son suelos no transformados por el regadío, con dedicación preferente a los cereales en alternativa con barbecho o con otros cultivos de secano.

Muestras y determinaciones

La toma de las muestras de los suelos, se hizo al final del invierno (primeros de Marzo) ya que es la época más aconsejable para el estudio del proceso de nitrificación.

Las muestras se tomaron a una profundidad de 0-30 cm.

La preparación de las muestras y el proceso de incubación a que se han sometido los suelos durante un período de tiempo de 14 semanas, se han hecho según indican Lucena y Prat ³, basándose en el método de Stanford y Hanway ⁵.

La determinación del N-NO₃ se realiza por absorción en ultravioleta ⁴ utilizando un espectrofotómetro Varian DMS-90.

Las características de los suelos se determinan siguiendo los métodos usados en el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.

Potencial de mineralización, N₀

Se estima según la ecuación exponencial propuesta por Standord y Smith ⁶:

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

donde:

N_t = es la cantidad de Nitrógeno mineralizado durante el tiempo t de incubación (semanas).

K = es la constante de proporcionalidad de mineralización. Depende de la temperatura del proceso de mineralización. K x 100 representa el porcentaje de N-NO₃ liberado por semana, correspondiendo a la fracción mineralizable presente en aquella semana.

Desde un punto de vista práctico, Smith⁹ sugiere que N_o y K puede emplearse para predecir el Nitrógeno disponible para las plantas durante un período específico de tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de los suelos

Los datos analíticos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características de los suelos.

Suelo	pH		CO ₂ %	CaO Kg/ Ha	M.O %	N %	C/N	Granulometría			
	H ₂ O	CIK						Ar. G %	Ar. F %	Limo %	Arci. %
1	5.1	4.1	—	3.700	0.79	0.053	8.7	42.0	33.8	5.0	14.5
2	6.3	5.3	—	5.800	0.89	0.059	8.8	33.0	29.0	13.5	25.5
3	6.1	5.3	—	6.600	1.25	0.070	10.3	51.0	28.0	6.3	14.0
4	7.8	6.9	Tr.	6.000	1.08	0.077	8.2	36.5	40.0	7.5	10.6
5	5.1	4.0	—	3.300	1.05	0.077	7.9	39.5	35.0	9.0	15.0
6	6.8	5.8	—	4.100	0.62	0.046	7.8	52.5	26.0	10.0	12.0
7	5.3	4.3	—	6.100	0.92	0.055	9.6	38.0	20.7	11.0	28.0
8	5.6	4.5	—	6.000	0.69	0.080	5.0	45.0	24.5	5.7	24.0
9	5.6	4.5	—	1.700	0.69	0.051	7.8	32.0	43.0	9.5	15.0
10	5.5	4.5	—	1.050	0.59	0.063	5.4	53.0	24.5	8.5	12.0
11	6.1	5.1	—	7.200	1.05	0.097	6.3	32.5	35.0	8.0	24.0
12	5.9	5.0	—	4.100	0.26	0.038	4.0	58.5	22.0	5.0	14.0
13	5.8	4.8	—	5.450	1.03	0.058	10.3	53.0	17.6	12.7	15.0
14	5.7	4.6	—	3.000	0.61	0.044	8.2	46.0	27.2	12.0	13.5
15	5.6	4.7	—	2.300	0.61	0.035	10.2	45.0	39.0	9.0	4.7
16	7.4	6.8	0.74	16.200	0.61	0.050	7.2	31.6	33.7	5.0	28.0
17	6.0	5.1	—	2.900	0.52	0.034	8.8	66.5	19.0	3.0	11.0
18	7.3	6.7	0.90	28.800	1.49	0.079	10.9	41.5	15.0	10.5	29.0
19	5.7	4.8	—	5.300	1.06	0.068	9.1	50.0	23.0	7.0	16.0
20	6.5	5.6	—	2.100	0.55	0.035	9.1	62.5	20.0	4.5	9.0
21	6.1	5.1	—	3.200	0.48	0.038	7.4	59.7	19.5	6.0	13.0
22	5.6	4.4	—	2.100	0.35	0.025	8.6	76.0	17.0	5.0	4.0
23	5.3	4.1	—	2.900	0.35	0.027	7.8	69.0	16.5	5.0	8.7
24	6.7	5.7	—	1.200	0.32	0.025	7.6	79.0	13.0	3.5	4.7

Se puede observar que la mayor parte de los suelos son de textura ligera (arenosa) y algunos de textura media (areno-arcillosa) con un contenido en arcilla de un 11.6% y 26.9% respectivamente.

Predominan los suelos ácidos, oscilando el pH de 5.1 a 6.8 y solamente tres de ellos tienen reacción ligeramente básica. Como consecuencia de la acidez, el contenido en Calcio es en general bajo.

Son muy bajos en Materia Orgánica, encontrándose los valores entre 0.26% y 1.49 y también bajos en Nitrógeno, entre 0.025% y 0.097%.

En conjunto puede decirse, que son suelos de características semejantes siendo la más común en todos ellos el bajo contenido en Materia Orgánica y Nitrógeno, por lo que cabe esperar unos índices de N-NO₃ bajos.

Proceso de mineralización

En la tabla 2 se incluyen los resultados del N-nitrificado durante el período de incubación (N_t), del potencial y constante de mineralización (N_o y K), así co-

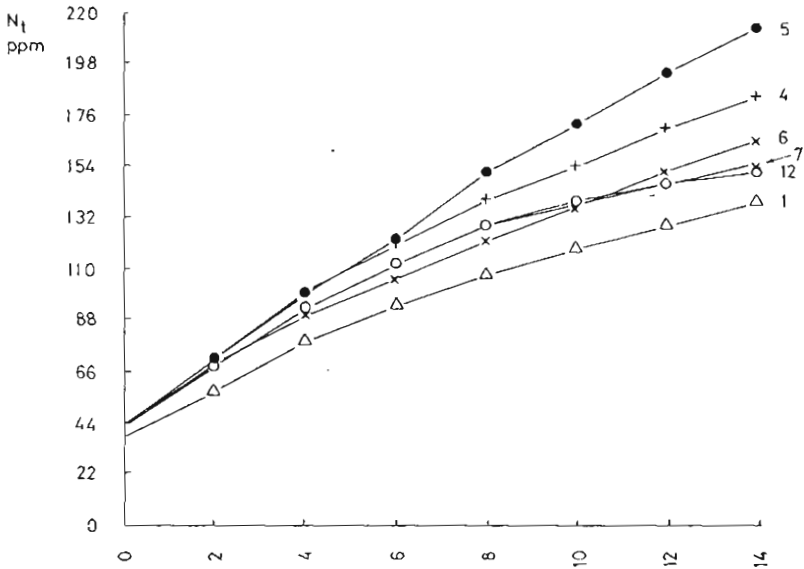
Tabla 2

Suelo	N _t ppm	N _o ppm	K*	R ²	%	
					N _o /N total	N _t /N total
1	101	154	0.075 ± 0.012	0.99	29.0	19.0
2	119	129	0.047 ± 0.033	0.98	38.8	20.0
3	181	250	0.067 ± 0.008	0.99	35.7	25.8
4	142	212	0.077 ± 0.013	0.99	27.5	18.4
5	169	370	0.042 ± 0.010	0.99	48.0	21.9
6	111	142	0.110 ± 0.017	0.99	30.8	24.0
7	121	214	0.058 ± 0.020	0.99	38.5	21.8
8	104	168	0.070 ± 0.019	0.99	21.0	13.0
9	115	135	0.132 ± 0.019	0.99	26.4	22.5
10	114	193	0.062 ± 0.017	0.99	30.6	18.0
11	136	183	0.096 ± 0.017	0.99	18.8	14.0
12	110	137	0.120 ± 0.022	0.99	36.0	28.9
13	83	163	0.050 ± 0.024	0.99	28.1	14.3
14	34	38	0.179 ± 0.094	0.95	8.6	7.7
15	40	57	0.086 ± 0.022	0.99	16.2	11.4
16	43	83	0.048 ± 0.012	0.97	16.6	8.6
17	51	102	0.049 ± 0.011	0.99	30.0	15.0
18	93	186	0.050 ± 0.013	0.97	23.5	11.7
19	72	104	0.083 ± 0.024	0.99	15.2	10.5
20	23	33	0.093 ± 0.043	0.98	9.4	6.5
21	29	35	0.130 ± 0.039	0.98	9.2	7.6
22	21	23	0.189 ± 0.139	0.91	9.2	8.4
23	23	26	0.152 ± 0.059	0.97	9.6	8.5
24	9	9.5	0.304 ± 0.061	0.98	3.8	3.6

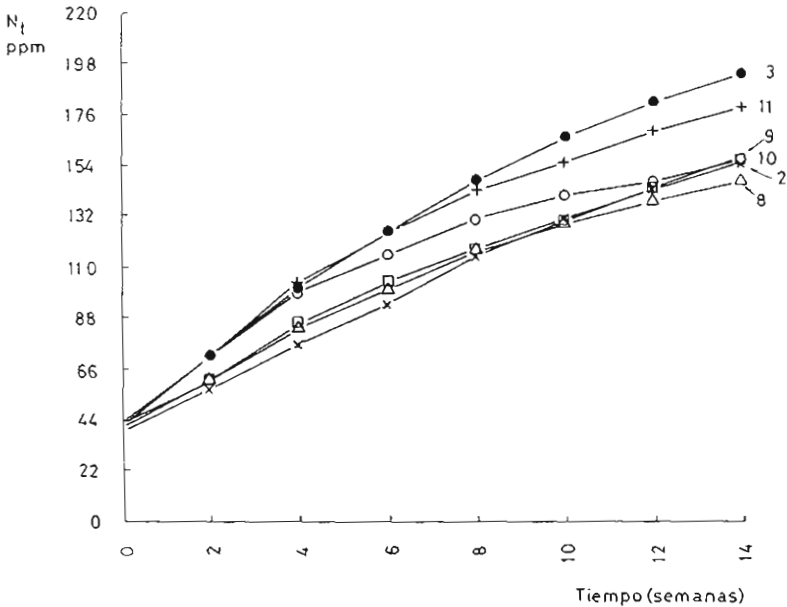
* 95%.

como los porcentajes de N_t y N_0 con relación al contenido del Nitrógeno total del suelo.

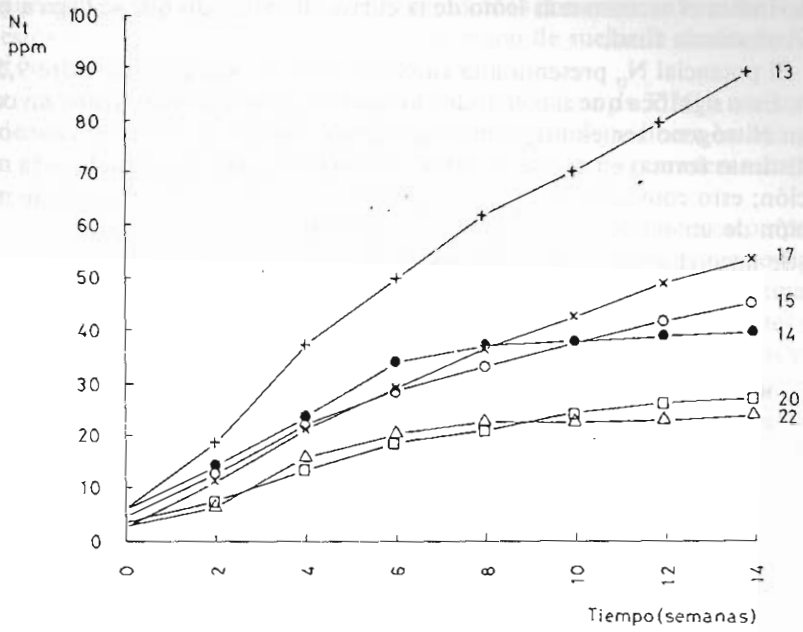
Los valores de N_t oscilan entre 9 y 181 ppm de $N-NO_3$. En las gráficas 1 a 4 pueden verse el curso que sigue la nitrificación a lo largo del tiempo de incuba-



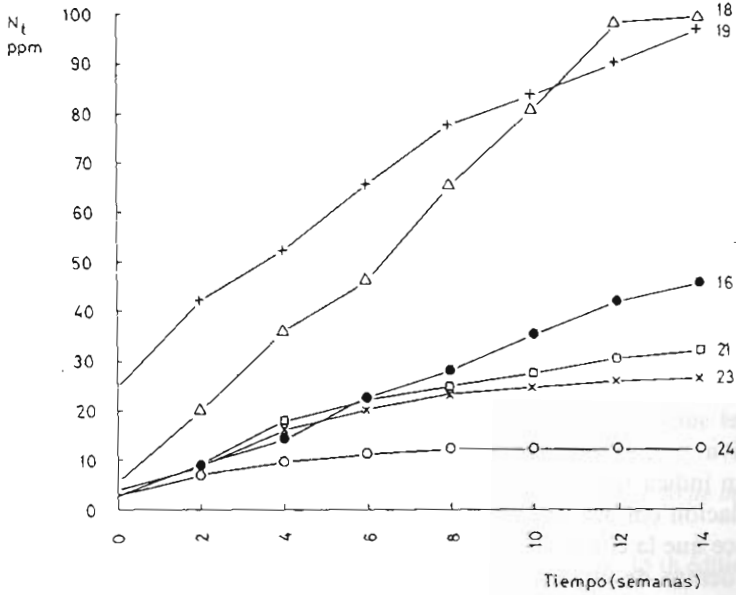
Gráfica 1



Gráfica 2



Gráfica 3



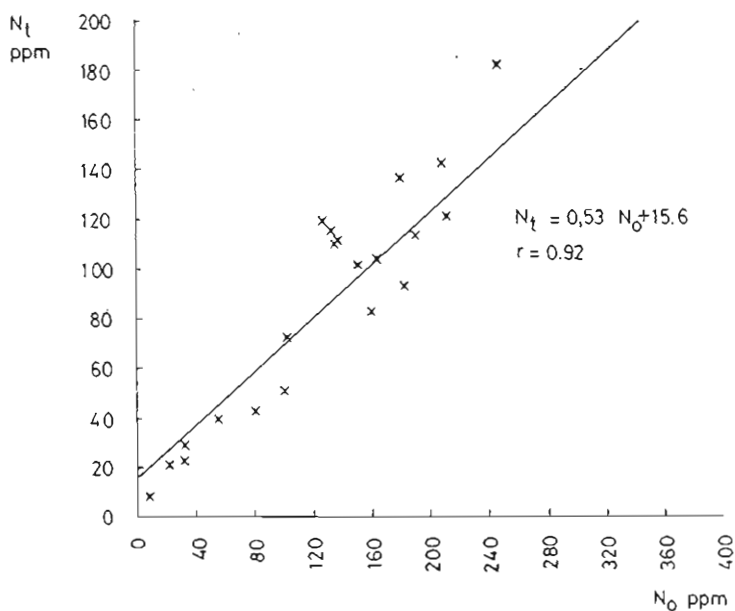
Gráfica 4

ción a que se somete el suelo; se observa que se alcanzan los mayores valores de $N-NO_3$ en las primeras cuatro semanas, disminuyendo a partir de las siguientes

como indica el ascenso más lento de la curva, de tal modo que se llega a obtener una constancia final.

El potencial N_0 presenta una gama de valores comprendida entre 9,5 y 370 ppm. Esto significa que si bien todos los suelos que se estudian tienen un contenido en Nitrógeno semejante, dentro de ciertos límites, difieren en cuanto a que las distintas formas en que se presenta, son más o menos susceptibles a la mineralización; esto coincide con la teoría de Stanford⁶ de que el potencial de mineralización de un suelo es una magnitud definible.

Se hace el análisis de regresión entre N_t y N_0 (Gráfica 5).



Gráfica 5

Se ha estudiado la posible correlación de N_t y N_0 con algunas de las características del suelo: pH, M.O, N total y arcilla. En ningún caso hay correlación significativa.

Según indica también Stanford⁶, debe existir entre los suelos cierta similitud en relación con las causas que dan lugar a la mineralización del Nitrógeno, lo que hace que la constante K, respecto a determinados valores de N_0 , debe ser parecida dentro de una gama de suelos semejantes.

En estos suelos, los valores de K oscilan entre 0.042 y 0.370 siendo el valor medio 0.098.

Considerando la desviación standard $s = 0.060$, los valores de K deberán estar comprendidos entre 0.038 y 0.159.

Según esto, solamente 21 de los suelos estudiados presentan valores de K dentro de estos márgenes, por lo que para dicho grupo de suelos la media de $K = 0.070 \pm 0.021$.

Esto significa, que para una temperatura de incubación de 35°C a que se han sometido los suelos, la fracción de Nitrógeno mineralizable se libera en una proporción del 7.0% por semana, sobre la cantidad de Nitrógeno remanente durante aquella semana.

Según indica Smith ⁹, los valores estimados de N_0 y K pueden ir acompañados de algunos errores, debido a que en el método de incubación que se sigue, al hacer las lixiviaciones con agua o con soluciones salinas, para determinar el N-nitrificado, pueden separarse además compuestos de N-orgánico solubles susceptibles de haber sido mineralizados en semanas posteriores, por lo que los valores de N_t pueden no ser demasiado correctos y por consiguiente N_0 y K.

La fracción N_0/N total $\times 100$ y N_t/N total $\times 100$ es variable de unos suelos a otros, siendo el valor medio en la primera 23.3% y en la segunda 15.0%. Esto parece indicar que en el proceso de incubación, el porcentaje de N-nitrificado respecto al N total, es menor del que debería corresponder según el del potencial de mineralización del suelo.

Si se consideran aisladamente los suelos se observa que tanto entre N_0 y N_t como entre los porcentajes de mineralización existen menos diferencias para los suelos con menor contenido en Nitrógeno. Puede interpretarse que para suelos de muy bajo contenido en dicho elemento y para el período de incubación de 14 semanas aplicado, nitrifica prácticamente todo el Nitrógeno disponible, manifestándose más claramente en los suelos 14, 21, 22, 23 y 24.

La consecuencia final que puede deducirse de todo lo anteriormente expuesto, es que los suelos estudiados presentan índices de disponibilidad de Nitrógeno muy bajos por lo que debe ser necesario aplicar fertilizantes nitrogenados para el desarrollo normal de los cultivos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BREMNER, J.M. (1965). *Nitrogen availability indexes*. In C.A. Black et al. (ed). *Methods of soil analysis. Part. 2 Agronomy 9*: 1324-1345.
- (2) KEENEY, D.R. (1982). *Nitrogen availability indexes*. A.I. Page et al. (ed). *Methods of soil analysis. Part. 2. Agronomy 9*: 711-733.
- (3) LUCENA, F. y PRAT, L. (1976). *Nitrificación de suelos según un método de incubación*. *Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca* 287-297.
- (4) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 15 th edition (1980). APHA-AWWA-WPCP.
- (5) STANFORD, G. and HANWAY, J. (1955). *Predicting nitrogen fertilizer needs of Iowa soils. II. A simplified technique for determining relative nitrate production in soils*. *Soil Sci. Soc. of Am. Proc.* 19, 74-77.

- (6) STANFORD, G. and SMITH; S.J. (1972). *Nitrogen mineralization potentials of soils*. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36: 465-472.
- (7) STANFORD, G. et al (1973 b). *Soil Nitrogen availability evaluations based on Nitrogen mineralization potentials of soils and uptake of labeled and unlabeled nitrogen by plants*. *Plant and Soil* 39: 113-124.
- (8) STANFORD, G. (1982). *Nitrogen in Agricultural Soils. Assessment of soil Nitrogen availability*. In F.J. Stevenson (ed). *Agronomy* 22 651-683.
- (9) SMITH, J.L. et al (1980). *Potentials errors in the first-order model for estimating soil Nitrogen mineralization*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 996-1.000.