

MINERALIZACION POTENCIAL DEL NITROGENO
EN EPIPEDONES DEL NORTE DE LA REGION PAMPEANA *

José L. Panigatti y Wilma H. de Hein
Estación Experimental Regional Agropecuaria
INTA - Casilla de Correo 22 - (2300) Rafaela, Santa Fe

RESUMEN

En el norte de la Región Pampeana se seleccionaron ocho subgrupos de los órdenes Molisol, Alfisol y Entisol para muestrear el horizonte Ap (0-12 cm) con dos historias de manejo, agricultura y pastura, combinada con dos estaciones, invierno y verano.

El objetivo del trabajo fue cuantificar la producción potencial de N-NO₃ en las muestras de suelos incubadas durante 70 días.

El ajuste de ecuaciones de regresión cuadrática fue mayor cuando se consideró la producción de N-NO₃ acumulativa incluyendo el valor inicial, no así cuando éste no se incorporó. El ajuste también fue mayor en invierno que verano y en pasturas que en manejos agrícolas.

Una mayor nitrificación se produjo en Molisoles con pasturas y la máxima respuesta se encontró en el Argialbol típico con pastura muestreado en invierno.

Las ecuaciones que ajustaron los resultados más contrastantes y los respectivos coeficientes de determinación fueron:

Argialbol típico con pastura en invierno:

$$y = 10,410 + 1,844x - 0,014x^2 \quad R^2 = 0,932$$

Udipsament álfico con vegetación natural en verano:

$$y = 0,857 + 0,092x - 0,0007x^2 \quad R^2 = 0,701$$

Palabras clave: Nitratos, Nitrificación potencial.

* Trabajo presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, 1983.

POTENTIAL MINERALIZATION OF NITROGEN IN EPIPEDONS OF THE NORTHERN PAMPA

ABSTRACT

In the Northern Pampa region soils of eight subgroups of Mollisols, Alfisols and Entisols were selected to sample the Ap horizons (0-12 cm) with two managements patterns, agriculture and grasslands, combined with two seasons, winter and summer.

The objective of this study was to measure N-NO₃ potential production in soil samples incubated during 70 days.

Quadratic regression equations adjustment were greater when N-NO₃ initial values were included in cumulative production. The adjustment was also greater in winter than in summer and in grassland than in agricultural lands.

Nitrification was higher in Mollisols than in other orders and the greatest was found in the Typic Argialboll under grass sampled in winter. The equations that adjusted the opposite results and their determination coefficients were:

Typic Argialboll under grass, sampled in winter:

$$y = 10,410 + 1,844x - 0,014x^2 \quad R^2 = 0,932$$

Alfic Udipsament under natural vegetation, sampled in summer:

$$y = 0,857 + 0,092x - 0,0007x^2 \quad R^2 = 0,701$$

Key words: Nitrate, Potential Nitrification.

INTRODUCCION

La dinámica del nitrógeno (N) edáfico es la resultante de diversos procesos relacionados con las condiciones ecológicas del lugar. Entre los factores que influyen en estos procesos están los vinculados a la génesis de los suelos.

Las fluctuaciones del N asimilable dependen del suelo, especialmente de su contenido de materia orgánica (MO), N total, pH, textura y estructura, como así también del estado de otros nutrientes esenciales para la actividad microbiana. De esto se puede inferir que los procesos de nitrificación no se cumplen con la misma velocidad ni eficiencia en todos los suelos.

Según Giambiagi (1964) en lugares donde la descomposición de sustancias orgánicas es intensa y hay buenas cantidades de amonificadores, se observa paralelamente una activa nitrificación. Lind (1978) trabajando con diferentes suelos concluyó que la actividad nitrificadora en los horizontes de los suelos arenosos es solamente el 50 por ciento de aquella registrada en suelos pesados.

Es de interés destacar que Jenny (1941) ya mencionó la diferencia que se encuentra en los suelos en el contenido de N total y que éste decrece con la disminución de las precipitaciones y con el incremento de las temperaturas medias.

En la zona de estudio, Hein (1980) encontró una respuesta diferente en la producción potencial de N-NO₃ según la estación de muestreo, principalmente comparando épocas del año muy distintas o con temperaturas extremas. Además destacó el efecto de "memoria" de la muestra y la influencia que el estado del tiempo registrado unos días antes de la extracción puede tener en los valores logrados durante la incubación.

Un factor que puede llegar a tener gran influencia en las propiedades del suelo es su manejo en los últimos años. Así Hein y Panigatti (1982 a) encontraron que en el horizonte Ap de Argiudoles bajo pasturas con leguminosas y después de una incubación de varias semanas, se produjo una cantidad de N-NO₃ muy superior a la de suelos con varios años de cultivos agrícolas o de aquellos con achicoria.

En el centro de Santa Fe y centro-este de Córdoba se encuentran suelos pertenecientes a distintos subgrupos de tres ordenes (Mosconi *et al.* 1981) y es necesario conocer y comparar la respuesta potencial para la producción del elemento considerado de mayor importancia en el área, por su dinámica y porque llega a niveles que limitan la producción vegetal.

Considerando lo mencionado anteriormente, se realizó el presente trabajo, cuyo objetivo fue evaluar la producción potencial de N-NO₃ en epipedones de diversos subgrupos de suelos sometidos a manejos contrastantes y en dos estaciones diferentes del año

MATERIALES Y METODOS

Para realizar esta experiencia se muestrearon suelos en diferentes ambientes del centro de Santa Fe y del departamento San Justo de Córdoba, correspondientes a los órdenes Molisol, Entisol y Alfisol. Dentro de los primeros se consideraron los Argiudoles típicos, Argiudoles vérticos, Argialboles típicos, Natracuoles típicos, Haplustoles típicos y Argiustoles típicos. En los Entisoles, los Udipsamientos álficos, y como Alfisoles, los Natracualfes típicos. Para todos se consideraron las siguientes situaciones de manejo: a) con tres o más años de agricultura o cultivos anuales y b) con pasturas. Los muestreos se realizaron en los mismos lotes en dos estaciones del año, invierno (6-7/8/80) y verano (15-16/12/80). Para la elección de los suelos se buscó especialmente aquellos con manejo similar en los últimos tres años.

En todos los Molisoles se muestrearon pasturas con base alfalfa, excepto para el Natracuol y el Natracualf, que tenían grama Rhodes. En el Udipsament se muestreó una pradera natural de gramíneas.

En cuanto a los muestreos con cultivos agrícolas en todos los casos provenían de sorgo, excepto en el Natracualf y en el Udipsament. Los primeros no tienen aptitud agrícola y sólo esporádicamente se los cultiva. Cuando se muestreó el Natracualf tenía sorgo, pero en los años anteriores se había sembrado melilotus (1978), avena (1977) y sorgo (1976). En el Udipsament, en los últimos cinco años se cultivó frutilla.

Las muestras de suelo se extrajeron del horizonte Ap, a una profundidad de 0-12 cm, estando compuestas por 35-50 submuestras. Los muestreos se efectuaron en un lapso de dos días, para comenzar a trabajar con todos los suelos al mismo tiempo. Estos fueron homogeneizados y tamizados por malla de 2 mm con su humedad natural, para luego incubarlos por 70 días según la técnica descrita por Hein (1980).

En todas las muestras se realizaron determinaciones iniciales de N-NO₃ por Harper, MO por Walkley y Black, N total por Kjeldahl y pH por potenciometría.

En cada suelo se probaron ecuaciones lineales y cuadráticas para los valores de N-NO₃ según días de incubación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de los muestreos de suelos con distintos manejos y estaciones del año, se expresan en la Tabla 1. De la comparación de esos valores iniciales se visualizan algunas diferencias para destacar.

Con respecto al contenido de MO, como era de esperarse, los Molisoles presentaron mayores valores que los Alfisoles y Entisoles (Soil Survey Staff, 1975). En general, se observó una disminución de la MO en los suelos con cultivos agrícolas o remociones anuales respecto de aquellos con pasturas, registrándose valores mayores en el muestreo de verano en relación al de invierno, en las dos situaciones de manejo.

En el contenido de N total, la tendencia fue similar a la mencionada para MO en cuanto a los órdenes y manejos de los suelos, en cambio hubo un ligero aumento de N en invierno respecto a verano, tanto en agricultura como en pastura.

El pH prácticamente no presentó variaciones de acuerdo al manejo, siendo levemente mayor en invierno en ambas situaciones. Se observó también que los suelos con menores limitaciones de uso -Argiudoles y Argialboles- independientemente del manejo, en verano presentaron valores de pH menores a 6,0; lo que es atribuido a que se encuentran en zonas de mayores precipitaciones y sujetos a un uso más intensivo que los otros, condiciones éstas que favorecen el descenso estacional del pH.

En el parámetro más dinámico -contenido de N-NO₃- no se manifestaron tendencias definidas en los valores iniciales debido a la época o manejo, aunque sí al subgrupo, con el caso extremo del Udipsament y aquellos con horizonte nátrico (Natracuol y Natracualf típicos). Por ello se puede afirmar que a mayores limitaciones se registraron menores contenidos de N-NO₃.

En las Figs. 1 y 2 se presenta la capacidad de producción potencial de N-NO₃ de los diferentes suelos estudiados.

Considerando en general a los manejos y a las estaciones de muestreo, se observó una mayor nitrificación en los Argiudoles típicos, Argiudoles vérticos y Argialboles típicos, es decir en los Molisoles que no presentan naturalmente limitaciones para la nitrificación por períodos secos (Ustoles) o por su ubicación en el paisaje y condiciones de anaerobiosis prolongadas (Natracuol).

Estas condiciones menos favorables se acentúan en

TABLA 1: Contenidos iniciales de nitrógeno de nitratos materia orgánica, nitrógeno total y pH de los suelos en las dos situaciones de manejo.

Suelos		N-NO ₃ (ppm)		MO (%)		N (%)		pH	
		V	I	V	I	V	I	V	I
Argiudol típico	P	12,7	7,7	2,86	2,42	0,144	0,155	5,9	6,1
	Á	50,5	8,7	2,90	2,86	0,132	0,166	5,8	6,1
Argiudol vértico	P	16,4	10,7	4,03	3,68	0,164	0,219	5,8	6,2
	A	2,5	13,4	3,55	3,09	0,143	0,184	5,6	6,6
Argialbol típico	P	3,7	9,7	3,46	3,53	0,196	0,209	5,6	6,1
	A	13,7	11,0	2,64	2,85	0,125	0,162	5,5	6,1
Argiustol típico	P	10,0	23,4	2,90	2,91	0,137	0,152	6,0	6,2
	A	4,5	11,4	2,15	2,03	0,116	0,131	6,1	6,2
Haplustol típico	P	9,7	1,2	2,77	2,54	0,134	0,153	6,3	6,8
	A	5,5	2,7	1,90	2,30	0,132	0,118	6,4	6,6
Natracuol típico (1)	P	2,7	1,7	2,64	2,45	0,122	0,142	6,7	7,2
	A	2,2	1,7	2,59	2,35	0,120	0,152	5,8	6,5
Natracualf típico (1)	P	3,5	8,2	2,05	1,84	0,122	0,108	6,5	6,8
	A	8,5	1,2	1,33	1,23	0,089	0,109	6,8	6,9
Udipsament álfico	P	1,2	0,5	0,51	0,39	0,033	0,034	6,1	6,6
	A	2,2	1,5	0,23	0,46	0,021	0,033	5,4	6,1

V: Verano; I: Invierno; P: Pastura; A: Agricultura; (1) Conductividad eléctrica $\leq 1,5$ mmhos/cm.

el caso del Natracualf con agricultura, por las frecuentes situaciones de anaerobiosis por exceso de agua. Además es de hacer notar que su potencialidad sería aún menor si no se hubieran incluido leguminosas en la rotación.

En cuanto a las diferencias entre estaciones, en la mayoría de los suelos con cultivos agrícolas se observó una menor evolución en el contenido de N-NO₃ en los muestreados en verano. Esto se hace más notable si se comparan los valores de N-NO₃ producidos en los 70 días de incubación, obtenidos de la diferencia entre el valor final y el inicial (Tabla 2).

En los Udipsamentos la magnitud de la producción de N-NO₃ fue semejante en ambas estaciones y manejos por el bajo contenido de MO y N total. En estos suelos la nitrificación depende en gran parte del aporte de abonos orgánicos, los que sufren una rápida descomposición por las condiciones favorables de aireación y riego artificial.

También en la generalidad de los suelos se observó una mayor nitrificación en los que tenían pasturas, respecto a aquellos con cultivos agrícolas, con excepción del Natracuol y Udipsament en verano. En estos

dos casos las pasturas eran gramíneas, ávidas consumidoras de N, en cambio en los otros suelos las pasturas estaban integradas por leguminosas.

En la Tabla 2 se presentan los valores promedios de N-NO₃ de los suelos analizados agrupados de forma tal que se mantienen los tratamientos de época y manejo. El agrupamiento separa dos conjuntos: a) Molisoles con aptitud agrícola y b) suelos con grandes limitaciones para agricultura (Natracuol, Natracualf, Udipsament).

Tomando los valores iniciales no se presentaron diferencias de importancia entre manejos y épocas de muestreo cuando se compararon dentro de los grupos establecidos. Así los Molisoles con pasturas y agricultura registraron más de 10 ppm de N-NO₃, pero los otros suelos sólo presentaron aproximadamente 3 ppm.

Como el valor inicial tiene poca importancia cuando se considera un elemento tan móvil como el N en forma de nitratos, es necesario darle mayor trascendencia a los valores finales y a los incrementos. Comparando los cuatro promedios de incrementos se destacó netamente el correspondiente a pasturas en Moli-

TABLA 2: Contenido promedio de N-NO₃ según aptitud y manejo de suelos y épocas de muestreo.

		Agricultura			Pastura		
		Inicial	Final	Inc.	Inicial	Final	Inc.
Molisoles	V	15,3	22,8	7,5	10,5	31,8	21,3
	I	9,4	25,0	15,6	10,5	42,9	32,4
	\bar{X}	12,4	23,9	11,5	10,5	37,4	26,9
Natracuol	V	4,3	13,8	9,5	2,5	10,8	8,3
Natracualf	I	1,5	13,6	12,1	3,8	24,1	20,3
Udipsament	\bar{X}	2,9	13,7	10,8	3,2	17,5	14,3

V: Verano; I: Invierno; Inc.: Incremento.

soles, que en igualdad de tiempo y condiciones de incubación superó por más del doble a las otras situaciones. La mayor respuesta se encontró en el Argialbol típico con pastura, muestreado en invierno, con un incremento de 0,89 ppm de N-NO₃/día durante los 70 días de incubación, según la ecuación de regresión lineal.

Si se consideran los muestreos según épocas y el incremento de N-NO₃ por incubación, se registraron valores mayores en invierno. Esto no coincide con lo obtenido por Hein y Panigatti (1982 a), donde fue superior la producción potencial de verano o primavera con respecto a la registrada en estaciones más frías, atribuido a la menor actividad de los nitrificadores, los que guardarían esta condición a pesar de la incubación.

Los factores que pudieron influir en la mayor producción de N-NO₃ en invierno y en que no se registra la "memoria" de las muestras fueron: a) un mayor contenido de N total en el suelo (Cuadro 1). b) la sequía de dos meses de algunas zonas previa al muestreo de invierno lo que origina una mayor nitrificación posterior (Hein y Panigatti, 1982 b) y c) que en verano una gran parte de la MO de fácil descomposición ya estaba mineralizada, no así en invierno.

Esto se explicaría porque en verano, con altas temperaturas y humedad, la MO se descompone fácilmente y se produce una óptima nitrificación, lo que trae aparejado una gran disponibilidad de N asimilable que es consumido por el sorgo o las pasturas. Por ello se reduce el N total y no se incrementa el N-NO₃ en el suelo.

Para cuantificar los resultados y expresarlos matemáticamente se calcularon las regresiones simples para cada tratamiento. Se tomó el período de 70 días por considerarlo suficientemente prolongado como para

expresar el potencial del suelo y porque en experiencias anteriores (Hein, 1980) se observó que después de 70 días la evolución de N-NO₃ era errática, posiblemente por el efecto inhibitorio de la producción acumulativa de nitratos (Stanford y Smith, 1972). Esto se puede apreciar en la evolución de N-NO₃ en el Argiudol típico con agricultura de verano (Gráfico 1) que parte de un valor alto (50 ppm) y se mantiene.

Obtenidas las regresiones para cada suelo en invierno y verano, calculadas independientemente con y sin el valor de N-NO₃ inicial, se encontró que el ajuste fue mucho mayor cuando se consideraron los valores acumulados que cuando se descontó dicho valor. A su vez los ajustes fueron mejores en invierno que en verano y a las ecuaciones cuadráticas.

A continuación se presentan las ecuaciones que ajustaron los resultados más contrastantes obtenidos en estaciones distintas. Se acompañan los respectivos coeficientes de determinación.

Argiudol vértico con pastura, en verano.

$$y = 16,314 + 0,489 x - 0,0004 x^2 \quad R^2 = 0,837$$

Udipsament álfico con vegetación natural, en verano:

$$y = 0,857 + 0,092 x - 0,0007 x^2 \quad R^2 = 0,701$$

Argialbol típico con pastura, en invierno:

$$y = 10,410 + 1,844 x - 0,014 x^2 \quad R^2 = 0,932$$

Udipsament álfico con vegetación natural, en invierno:

$$y = 1,761 + 0,111 x + 0,00003 x^2 \quad R^2 = 0,908$$

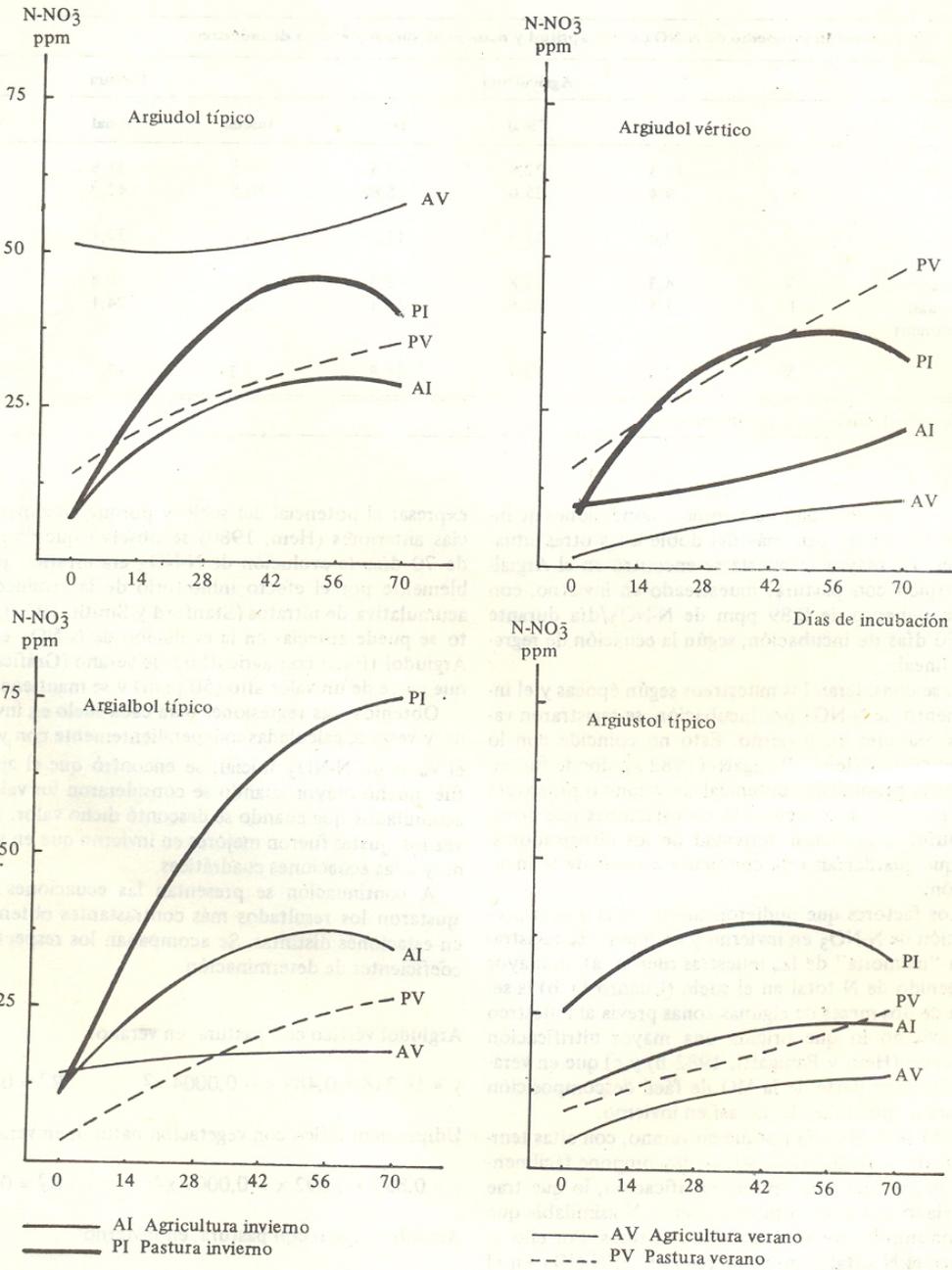


Fig. 1: Capacidad de producción de $N-NO_3$ de Argiudoles, Argialboles y Argiustoles.

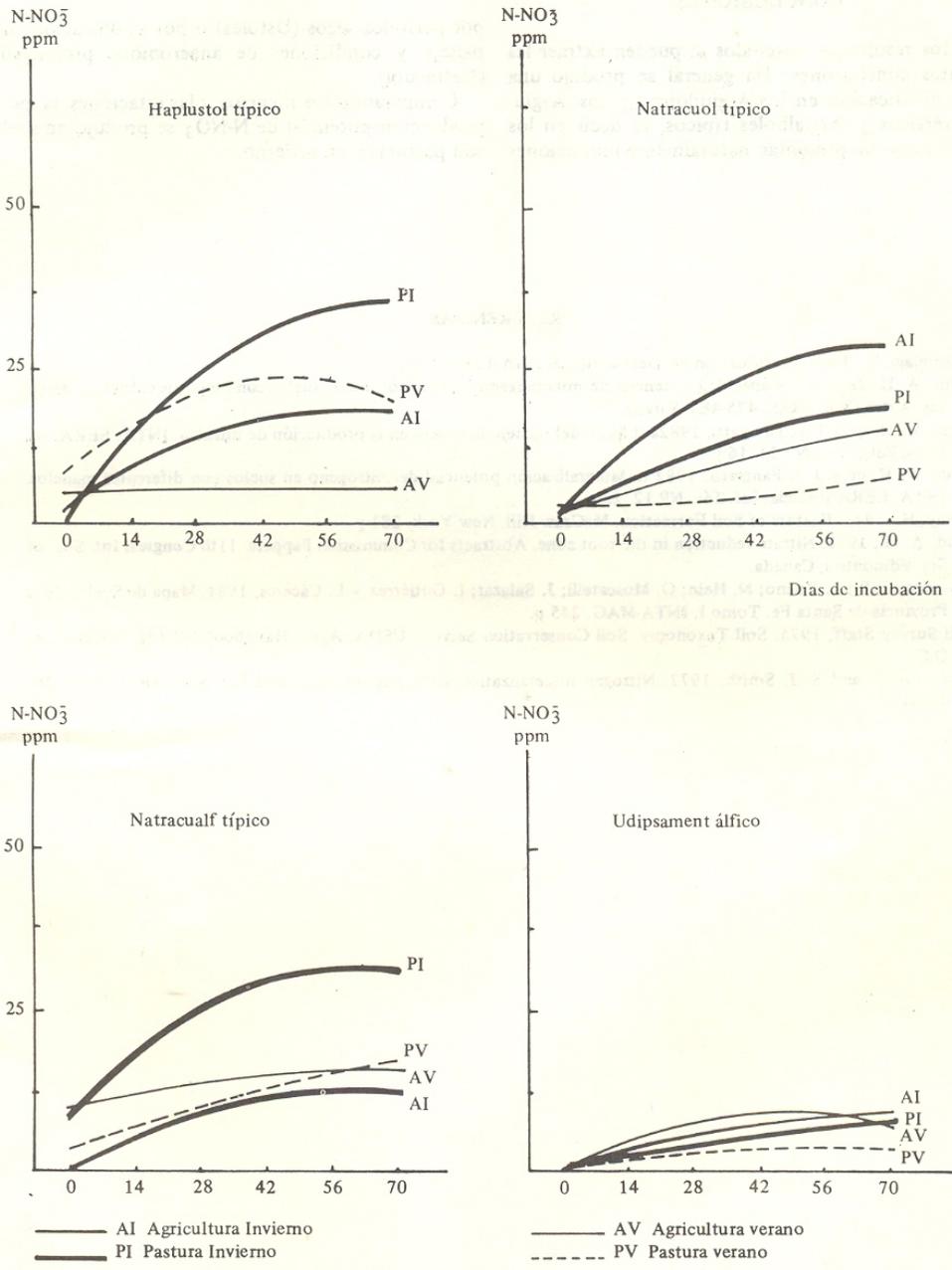


Fig. 2: Capacidad de producción de N-NO₃ de Haplustoles, Natracuoles, Natracualfes y Udipsamientos.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones: En general se produjo una mayor nitrificación en los Argiudoles típicos, Argiudoles vérticos y Argialboles típicos, es decir en los Molisoles que no presentan naturalmente limitaciones

por períodos secos (Ustoles) o por su ubicación en el paisaje y condiciones de anaerobiosis prolongadas (Natracuol).

Comparando los manejos y las estaciones, la mejor producción potencial de $N-NO_3$ se produjo en suelos con pasturas y en invierno.

REFERENCIAS

- Giambiagi, N., 1964. Nitrificación en suelo agrícola. IDIA 193: 17-36.
- Hein, W. H. de, 1980. Capacidad potencial de mineralización del nitrógeno en suelos con distintos cultivos y pasturas. Actas IX R.A.C.S. 475-483. Paraná.
- Hein, W. H. de y J. L. Panigatti, 1982a. Efecto del manejo del suelo en la producción de nitratos. INTA. EERA. Rafaela. Publ. Téc. N° 24. 16 p.
- Hein, W. H. de y J. L. Panigatti, 1982 b. Mineralización potencial del nitrógeno en suelos con diferentes manejos. INTA. EERA Rafaela. Inf. Téc. N° 12. 25 p.
- Jenny, H., 1941. Factors of Soil Formation. McGraw-Hill. New York. 281 p.
- Lind, A. M., 1978. Nitrate reduction in the root zone. Abstracts for Commission Pappers. 11th Congress Int. Soc. of Sci. Edmonton, Canada.
- Mosconi, F. P.; L. Priano; N. Hein; G. Moscatelli; J. Salazar; I. Gutiérrez y L. Cáceres, 1981. Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo I. INTA-MAG. 245 p.
- Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy. Soil Conservation Service. USDA, Agric. Handbook N° 436. Washington. D.C.
- Stanford, G. and S. J. Smith, 1972. Nitrogen mineralization potentials of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36: 465-472.