

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



**ESTUDIO COMPARATIVO DE VELOCIDADES DE
NITRIFICACION EN SUELOS DE GENERAL ESCOBEDO
Y LINARES, N. L. UTILIZANDO CINCO FUENTES
DIFERENTES DE NITROGENO**

TESIS

DELIO JOSE MIGUEL GOMEZ JAQUEZ

1974

040.63-1
FA1
1974

1900

1901

1902

1903

1904

1905

1906

1907

1908

1909

1910

1911

1912

1913

1914

1915

1916

1917

1918

1919

1920

1921

1922

1923

1924

1925

1926

1927

1928

1929

1930

1931

1932

1933

1934

1935

1936

1937

1938

1939

1940

1941

1942

1943

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031



1080061325

5651
56
ej. 2

040.631
FA 2
1974



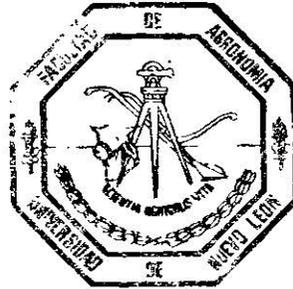
Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. TESIS



BIU Rutil Rangol Flores
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO COMPARATIVO DE VELOCIDADES DE NITRIFICACION
EN SUELOS DE GENERAL ESCOBEDO Y LINARES, N.L.
UTILIZANDO CINCO FUENTES DIFERENTES DE NITROGENO

TESIS QUE PRESENTA
DELIO JOSE MIGUEL GOMEZ JAQUEZ
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

1 9 7 4

A MI MADRE

SRA. VICTORIA ANTONIA JAQUEZ

*Con cariño y agradecimiento por la confianza
y comprensión que siempre me profesó.*

A MI PADRE

SR. JOSE MIGUEL GOMEZ A.

Con todo respeto.

A LA MEMORIA DE MI ABUELA

EMILIA G. FIGUEROA M. (Q.E.P.D.)

A MIS HERMANAS:

LUZ

MARITZA

A MILAGROS

Con todo mi amor

Por su estímulo y apoyo moral.

A MIS HIJOS:

MIGUEL ANTONIO

DELMIG

Con cariño y como ejemplo.

A MIS SUEGROS:

SR. ANTONIO TAVAREZ G.

SRA. ALFONSINA ALFONSO DE TAVAREZ

Con respeto y aprecio.

A MIS MAESTROS Y AMIGOS.

QUIERO DEJAR CONSTANCIA DE MI SINCERO
AGRADECIMIENTO AL ING. GILDARDO CARMO
NA R., M.C. POR SU VALIOSA AYUDA PARA
LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO Y SU -
EFECTIVA ASESORIA.

ASI MISMO QUIERO AGRADECER A LOS DE--
MAS MIEMBROS DEL JURADO EXAMINADOR.

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION.	1
LITERATURA REVISADA	3
Aminificación.	3
Amonificación.	4
Nitrificación.	4
Condiciones del suelo que afectan la Nitrifica- ción	7
MATERIALES Y METODOS.	12
RESULTADOS Y DISCUSION.	18
CONCLUSIONES.	33
RESUMEN.	35
BIBLIOGRAFIA.	38

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Análisis practicados en los dos tipos de <u>sue</u> <u>los</u> para conocer sus características físicas y químicas.	14
2	Cantidades utilizadas de los diferentes <u>mate</u> <u>riales</u> así como sus contenidos de Nitrógeno y Carbono y la Aeleación C/N	15
3	Promedios para períodos de 20 días de las -- temperaturas registradas en el laboratorio -- durante el experimento.	17
4	Nitrificación de las diferentes fuentes de -- nitrógeno durante el transcurso del experi-- mento.	20
5	Análisis de varianza para la producción de -- nitratos por las diferentes fuentes de Nitró geno para las diez lecturas en los dos tipos de suelos.	21
6	Nitrificación acumulada de las diferentes -- fuentes de Nitrógeno durante el período de -- incubación	24

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Vista general del experimento en el laboratorio.	16
2	Nitrificación de los seis tratamientos durante el período de incubación en el suelo de Gral. Escobedo.	22
3	Nitrificación acumulada para las seis fuentes de Nitrogeno durante el período de incubación para el suelo de Gral. Escobedo. . .	25
4	Nitrificación de los seis tratamientos durante el período de incubación en el suelo de Linares.	27
5	Nitrificación acumulada para las seis fuentes de Nitrogeno durante el período de incubación para el suelo de Linares.	29

INTRODUCCION

El nitrógeno se encuentra en la atmósfera como un gas - inerte constituyendo el 78% en volumen de ésta; pero las plantas superiores no pueden aprovecharlo como tal, sino hasta - sufrir un proceso químico microbiológico de oxidación; resultando como producto final de la reacción el nitrógeno nítrico.

La formación de nitratos por agentes biológicos ha sido de interés en la agricultura y la biología. Desde el punto de vista agronómico, el proceso es de importancia porque la formación de nitratos por la intervención microbiana, representa la fuente principal de abastecimiento de este anión para las plantas.

El nitrógeno es un elemento especialmente importante, - dado que la cantidad existente de él en el suelo es pequeña y la extracción anual por los cultivos es elevada, además es demasiado soluble y hay considerables pérdidas por infiltración. La pérdida de este elemento por diferentes medios una vez mineralizado a la forma de nitratos, trae consigo una reducción en la fertilidad de los suelos, por lo que el hombre ha venido utilizando diversas fuentes para su restablecimiento. Estas fuentes pueden ser de origen orgánico e inorgánico, con mayor o menor grado de resistencia a ser metaboliza-

dos por los microorganismos.

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar parcial y totalmente el nitrógeno mineralizado a partir de sustratos orgánicos e inorgánicos, en dos diferentes tipos de suelos, hasta llegar a alcanzar una condición de equilibrio en la producción de nitrógeno nítrico. El estudio se llevó a cabo en el laboratorio del Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y los diferentes tipos de suelos fueron incubados en botellas con capacidad para 1000 mililitros, como una modificación del tubo diseñado por Stanford y Hanway para este tipo de estudio.

LITERATURA REVISADA

La mineralización del nitrógeno tiene lugar en esencia en tres etapas, cuyas reacciones se conocen como: Aminificación, Amonificación y Nitrificación. Las dos primeras reacciones son efectuadas a través de organismos Heterotróficos y la tercera reacción es realizada por bacterias autotróficas del suelo. (6, 25).

Los organismos heterótrofos del suelo requieren componentes de carbón orgánico para su obtención de energía. Los organismos autótrofos obtienen su energía de la oxidación de sales inorgánicas y su carbón de el anhídrido carbónico de la atmósfera (17, 18, 25).

Aminificación

La población de microorganismos heterotróficos del suelo, está compuesta de grupos de bacterias, hongos, algas, etc. responsables de uno o más pasos en las numerosas reacciones de la descomposición de la materia orgánica.

El producto final de la actividad de un grupo de microorganismos, es el sustrato para la siguiente y así disminuye la línea útil de materiales en descomposición. Uno de los estados de la descomposición de los materiales nitrogenados, es la transformación hidrolítica de las proteínas y la libe-

ración de a $\text{m}\text{i}\text{n}\text{a}\text{s}$ y a $\text{m}\text{i}\text{n}\text{o}\text{a}\text{c}\text{i}\text{d}\text{o}\text{s}$, a $\text{e}\text{s}\text{t}\text{o}$ se le da el nombre de a $\text{m}\text{i}\text{n}\text{i}\text{f}\text{i}\text{c}\text{a}\text{c}\text{i}\text{o}\text{n}$ (25).

A $\text{m}\text{o}\text{n}\text{i}\text{f}\text{i}\text{c}\text{a}\text{c}\text{i}\text{o}\text{n}$

Las a $\text{m}\text{i}\text{n}\text{a}\text{s}$ y a $\text{m}\text{i}\text{n}\text{o}\text{a}\text{c}\text{i}\text{d}\text{o}\text{s}$ resultantes, son utilizados -- por los grupos heterotr $\text{o}\text{f}\text{i}\text{c}\text{o}\text{s}$, con la liberaci on de componentes a $\text{m}\text{o}\text{n}\text{i}\text{a}\text{c}\text{a}\text{l}\text{e}\text{s}$. El a $\text{m}\text{o}\text{n}\text{i}\text{o}$ as i liberado sigue varias fases en el suelo: 1) puede ser convertido en nitritos y nitratos en el proceso de nitrificaci on ; 2) puede se absorbido directamente por las plantas superiores; 3) puede ser utilizado por organismos heter $\text{o}\text{t}\text{r}\text{o}\text{f}\text{o}\text{s}$ en la siguiente descomposici on de residuos de carbono org $\text{a}\text{n}\text{i}\text{c}\text{o}$; 4) puede ser fijado en los l $\text{a}\text{t}\text{i}\text{c}\text{e}\text{s}$ de ciertos minerales arcillosos (7, 24 y 25).

Nitrificaci on

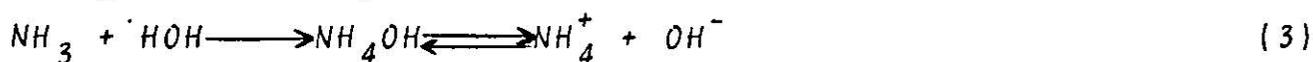
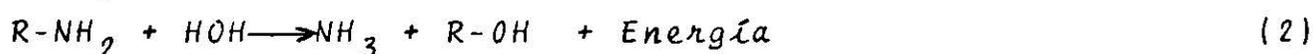
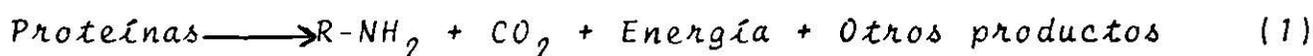
La nitrificaci on puede ser definida como el proceso qu $\text{i}\text{m}\text{i}\text{c}\text{o}$ microbiol $\text{o}\text{g}\text{i}\text{c}\text{o}$ de oxidaci on a trav es del cual el a $\text{m}\text{o}\text{n}\text{i}\text{o}$ (NH_4^+), pasa a la forma de nitratos (NO_3^-), incluyendo nitritos (NO_2^-) como un paso intermedio en la conversi on (6, 14, 24).

Parte del a $\text{m}\text{o}\text{n}\text{i}\text{o}$ liberado en el suelo por el proceso de a $\text{m}\text{o}\text{n}\text{i}\text{f}\text{i}\text{c}\text{a}\text{c}\text{i}\text{o}\text{n}$ es convertido en nitr $\text{o}\text{g}\text{e}\text{n}\text{o}$ n $\text{i}\text{t}\text{r}\text{i}\text{c}\text{o}$, el cual representa un segundo paso, en el a $\text{m}\text{o}\text{n}\text{i}\text{o}$ es primero convertido a nitritos y en seguida a nitratos.

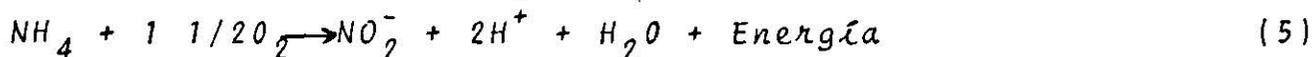
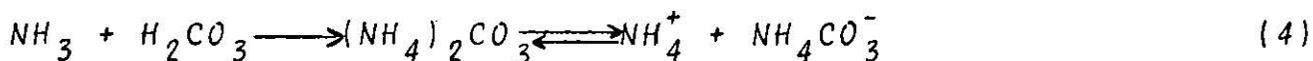
La proporci on en la cual el nitr $\text{o}\text{g}\text{e}\text{n}\text{o}$ es convertido a -

amonio y nitratos, es denominada proporción de mineralización y la velocidad con la cual se verifica esta conversión en áreas que reciben residuos de cosechas ricas en nitrógeno oscila desde menos de una parte por millón hasta veinte partes por millón de nitrógeno al día (1, 20, 26, 27).

El mecanismo de la Aminificación, Amonificación y Nitrificación puede ser expresado mediante las siguientes reacciones:



o bien



La reacción uno y dos representan la descomposición de la materia orgánica por la intervención de las enzimas producidas, por los diferentes grupos de microorganismos que habitan en el suelo. El compuesto R-NH₂ representa un grupo de amidas o aminoácidos de la descomposición de las proteínas, en el cual R es el símbolo usado para indicar una porción orgánica compleja.

Las reacciones tres y cuatro representan las dos posibilidades que tiene el NH_3 de combinarse químicamente una vez que éste ha sido generado.

En la reacción cinco se verifica una oxidación del anión (NH_4^+), con desprendimiento de 18 kilocalorías y la formación de Nitritos.

En la reacción seis se verifica una segunda reacción -- del amonio con un desprendimiento de 66 kilocalorías y la -- formación de nitratos (1, 6, 24, 25).

En el proceso de nitrificación catalizado por la bacteria Nitrosomonas sp. el estado de oxidación del nitrógeno es cambiado de 3^- a 3^+ al transformarse de amonio (NH_4^+) a ácido nitroso (HNO_2) oxidación en la cual se pierden 6 electrones por molécula de ácido nitroso formada (28).

El metabolismo de la bacteria Nitrobacter sp. ha sido recientemente motivo de intensivo estudio, los miembros de este género cambian el estado de oxidación de 3^+ del nitrógeno del NO_2^- a 5^+ por cada anión de NO_3^- formado (1, 28).

Las bacterias nitrificantes para obtener su energía oxidan las sales de amonio, lo que es una deshidrogenación muy característica en la formación de nitratos. Esta liberación de iones H^+ tiene como consecuencia la acidificación de los suelos, mayormente cuando hay una aplicación de fertilizan--

tes nitrogenados que contengan iones H^+ (1, 22).

Condiciones del suelo que afectan la nitrificación

Las condiciones que afectan la nitrificación pueden ser físicas y químicas y éstas tienen un pronunciado efecto sobre las cantidades de nitratos producidos por las bacterias nitrificantes y consecuentemente sobre la utilización del nitrógeno por las plantas.

Como una regla general se ha observado, que las condiciones que favorecen el crecimiento de muchas plantas de cultivo, son aquellas que favorecen también la actividad de las bacterias nitrificantes. Estas condiciones del suelo tienen una mayor influencia por tratarse de bacterias autotróficas, que poseen una gran sensibilidad y por eso se dice que la nitrificación es el punto débil del ciclo del nitrógeno (1, 6, 24).

Entre los factores que afectan la nitrificación se tienen los siguientes:

Aereación.- Los organismos nitrificantes como se ha indicado son autotróficos obligados y pueden no llegar a producir nitratos con la ausencia de oxígeno. Estos microorganismos consumen alrededor de cien átomos de oxígeno por cada átomo de carbono asimilado o sea veinte veces más que los or-

ganismos heterotróficos (9, 18).

Es muy importante mantener condiciones en el suelo que permitan la rápida difusión de gases dentro y fuera de él. - En trabajos realizados a este respecto se considera necesario un 20% de oxígeno en la atmósfera del suelo para un máximo de nitrificación (18).

Población de organismos nitrificantes.- Dada la gran variedad de tipos de suelos, se han considerado una habilidad específica para cada uno de ellos en la conversión de amonio a nitratos. La presencia de diferentes tamaños de poblaciones de bacterias nitrificantes bajo condiciones de cultivo, posiblemente posean una diferencia entre el tiempo de adición de amonio y la formación de nitratos (17).

La población de Nitrosomonas y Nitrobacter, es frecuentemente pequeña y muchos suelos particularmente los ácidos poseen células viables en número de cien por gramo de suelo. Poblaciones arriba de 10^5 por gramo son raras en suelos fertilizados y en casos excepcionales contienen 10^7 (1, 24, 25).

Abundancia de ión amonio.- Como el sustrato para las bacterias nitrificantes es el ión amonio, es necesario que existan condiciones favorables para que la materia orgánica y otros compuestos nitrogenados rápidamente el ión (6, 28).

Reacción del suelo.- Foster citado por Eno (11) indica

que el rango óptimo de reacción sobre el cual la nitrificación se lleva a cabo está entre valores de pH de 8.5 a 9.0 - aún cuando puede ocurrir en valores abajo de 4.6 y tan altos como un pH de 13 (6, 18).

Humedad del suelo.- La humedad del suelo es el factor - que más influye en la nitrificación, manifestándose un retardo en éste fenómeno por exceso o deficiencia de agua. El -- contenido óptimo para las plantas coincide con el de nitrificación. Las nitrobacterias son más sensibles a excesos de - humedad que a condiciones secas del suelo (6, 15, 25, 28).

Temperatura.- La temperatura más favorable para el pro- ceso de nitrificación está entre 27° a 32°C. Encontrándose casi inhibida a 52°C. A temperaturas de congelación cesa el proceso y va progresando en intensidad arriba de 1.5°C. (10, 13, 19 27).

Cal activa.- Se ha observado a través de varios traba-- jos, que la nitrificación se estimula con adiciones de cal, aún en aquellos suelos que contengan una cantidad adecuada. Eso indica que el proceso de oxidación requiere una abundan- cia de bases intercambiables (6, 14, 18).

Relación Carbón Nitrógeno.- Sobre la relación Carbón--- Nitrógeno hay diversidad de opiniones, por la variedad de resultados obtenidos. En general se puede decir, que una relación C/N 17:1 hay un equilibrio entre la inmovilización y mineralización del nitrógeno; relaciones arriba de 33:1 hay una inmovilización del nitrógeno nítrico y del amonio del suelo;

relaciones entre 17:1 y 12:1 se realiza la mineralización -- del nitrógeno tiende a detenerse a medida que se aproxima a la relación 12:1 (6).

Mancilla, R. (16), en un estudio comparativo de velocidades de nitrificación en dos tipos de suelos, utilizando -- las mismas fuentes de nitrógeno que la del presente trabajo, concluyó que la Urea y el Sulfato de amonio son fácilmente -- hidrolizadas, hasta llegar a la formación de nitratos en un corto lapso. Los tallos y hojas de Alfalfa, Gallinaza, y Estiércol por su lenta descomposición y formación de nitratos las hace ser una reserva de nitrógeno más prolongadas que -- las fuentes anteriores. Los tipos de suelos que utilizó variaron notablemente en cuanto a su capacidad de nitrificación a partir de las diferentes fuentes de nitrógeno utilizadas.

Stojanovic, B.J. y F.E. Broadbent (23), investigaron so bre los rangos de Inmovilización y Mineralización de nitrógeno durante la descomposición de residuos de plantas en el -- suelo, y encontraron que el arreglo (inmovilización), o el -- desprendimiento (mineralización) del nitrógeno del suelo depende mucho de la composición química del material que sufre descomposición, primeramente en su relación C/N. Así resí-- duos de plantas maduras que tenían gran porcentaje de carbón disponible, estimularon la proliferación de células microbia nas cuando incorporadas en el suelo y descompuestas bajo con diciones apropiadas. También demostraron de que el nitrógeno en forma de fertilizante es absorbido por organismos del

suelo mucho más rápido que cosechando una siembra y además -
de que se desprende muy rápidamente si las condiciones en el
suelo son favorables.

MATERIALES Y METODOS

Con el objeto de determinar el nitrógeno mineralizado a partir de sustratos orgánicos e inorgánicos, se llevó a cabo el presente estudio en el laboratorio del Departamento de -- Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se probaron 6 tratamientos: 3 fuentes de nitrógeno de origen orgánico, 2 de origen inorgánico y un -- testigo, utilizando dos suelos diferentes en un diseño com-- pletamente al azar con 3 repeticiones y analizándose como un factorial.

Se seleccionaron dos tipos de suelos y cinco fuentes de nitrógeno. Los suelos fueron: uno del Campo Agrícola Experi-- mental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autóno-- ma de Nuevo León, localizado en el municipio de Gral. Escobe-- do, N.L. y el otro de la parcela del señor Alonso Prado Pra-- do, localizada en el Ejido San Isidro del municipio de Lina-- res, N.L. Se escogieron terrenos que por lo menos no estu-- vieran sometidos a fertilizaciones en los últimos 8 ó 10 --- años.

Las fuentes de nitrógeno para el presente trabajo fue-- ron clasificadas por su origen en: orgánicas e inorgánicas. Entre la de origen orgánico se consideraron: 1) hojas y ta-- llos de alfalfa, 2) estiércol de bovino, y 3) gallinaza. En

tre las fuentes de origen inorgánico se escogieron: 4) urea, y 5) sulfato de amonio.

Tanto las fuentes orgánicas de nitrógeno como los suelos fueron puestos a secar al sol, con el objeto de eliminar el contenido de humedad y poder ser manejadas fácilmente.

Los suelos se tamizaron usando una malla número catorce y se mezclaron lo más uniformemente posible. Para conocer sus características químicas y físicas y poder ser estudiados cada uno en particular se les hizo los siguientes análisis: Nitrógeno total por el método Macro-Kjedhal, Conductividad Eléctrica, Calcio, Magnesio y Sodio como cationes y Bicarbonatos, Cloruros, Carbonatos, Sulfatos y Nitratos como aniones, para estas determinaciones se siguió la metodología indicada en el manual 60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (2); Reacción del suelo con un Potenciómetro Beckman; Contenido de materia orgánica por el método de Walkley y Black y Textura por el método de Hidrómetro. Los resultados son presentados en la tabla 1.

Las fuentes orgánicas fueron trituradas en un mortero de porcelana y se le analizó su contenido de carbono por el método Osart (21), para conocer su relación con el contenido de nitrógeno. Nitrógeno total por el método Macro-Kjeldhal, con el objeto de añadir cantidades en igual proporción de nitrógeno en todos los casos. Para los materiales como urea y

TABLA 1.- Análisis practicados en los dos tipos de suelos para conocer sus características físicas y químicas.

Análisis	S u e l o	
	Gral. Escobedo, N.L.	Linares, N.L.
Nitrógeno total en %	0.15	0.26
Materia orgánica en %	1.10	2.24
Potasio aprovechable Kg/Ha.	143.78	321.68
Fósforo aprovechable "	45.31	17.50
pH	6.95	7.59
C. E. mmhos/cm. a 25°C	2.2	2.8
Textura	Migajón Arcilloso	Arcilloso
CATIONES		
Calcio (Ca ⁺⁺) m.e./ltrs.	5.80	7.10
Magnesio (Mg ⁺⁺) "	2.19	2.40
Sodio (Na ⁺) "	14.1	18.5
ANIONES		
Carbonatos (CO ₃ ⁼) m.e./ltrs.	2.50	2.80
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻) "	5.50	6.40
Sulfatos (SO ₄ ⁼) "	0.01	0.01
Cloruros (Cl ⁻) "	10.00	17.00
Nitratos (NO ₃ ⁼) "	0.01	0.03

sulfato de amonio, se utilizaron los porcentajes a que son reportados comercialmente.

Los porcentajes obtenidos en los análisis de Carbono y Nitrógeno total para las fuentes de origen orgánico y los porcentajes para las fuentes de origen inorgánico, así como la relación que guardan estos dos elementos y las cantidades utilizadas son presentadas en la tabla 2.

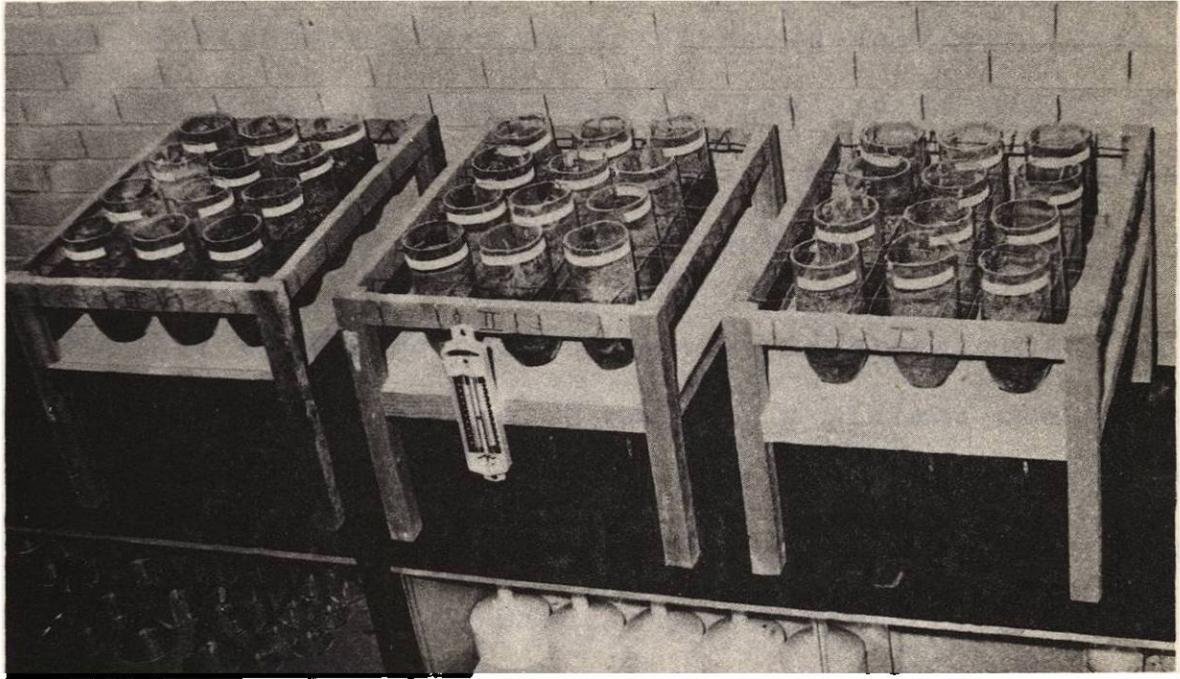
TABLA 2.- Cantidades utilizadas de los diferentes materiales así como sus contenidos de Nitrógeno y Carbono y la relación C/N.

Fuente de Nitrógeno	Gms. del material conteniendo 1.5 grs. de N.	% N-Total	% Carbono	Relac. C:N
1) Tallos y hojas de alfalfa	47.83	3.14	45.00	14.3:1
2) Estiércol	48.70	3.08	60.20	19.5:1
3) Gallinaza	33.96	4.42	55.10	12.5:1
4) Sulfato de amonio ⁺	7.32	20.50	00.00	-----
5) Urea	3.26	46.00	20.00	0.4:1

+ El sulfato de amonio no posee carbono en su molécula.

Para el proceso de incubación se utilizaron botellas de vidrio con capacidad para 1000 mililitros, como una modificación del tubo diseñado por Stanford y Hanway para este tipo de estudio. La forma como quedaron las botellas en el laboratorio es presentada en la figura número 1.

Figura 1.- Vista general del experimento en el laboratorio.



Se colocaron 300 gramos de suelo y se agregaron las cantidades correspondientes de cada fuente de nitrógeno para tener el equivalente a 1.5 gramos de nitrógeno total en cada botella, mezclándose posteriormente para hacer una mezcla lo más homogénea posible. Esta proporción equivale a 5,000 partes por millón de nitrógeno elemental.

El experimento se inició el día 7 de abril y finalizó el día 23 de Octubre de 1973. Tuvo una duración de doscientos días en total.

Al empezar el período de incubación el contenido de cada recipiente se humedeció con 200 mililitros de agua destilada, para activar la flora microbiana.

El nitrógeno mineralizado se lixivió con agua destilada, en la proporción de 1:1 en relación al suelo a intervalos de 20 días, habiéndose hecho un total de 10 lavados. Para la determinación del nitrógeno nítrico, se usó el método de Acido Fenoldisulfónico. La producción de Nitratos fué expresada en miligramos por Kilogramos de suelo.

Durante el tiempo que comprendió el experimento, se tomaron datos de temperatura de máximas y mínimas por medio de un termómetro colocado en el ambiente del laboratorio. No se estableció ningún control de temperatura ni otros factores que influyen en este proceso por haberse considerado así el estudio. Estos datos se presentan en la tabla 3.

TABLA 3.- Promedios para períodos de 20 días de las temperaturas registradas en el laboratorio durante el experimento.

Período en días	Temperatura en °C			
	Máxima Registrada	Máxima Promedio	Mínima Registrada	Mínima Promedio
1 - 20	33.50	27.07	12.00	21.97
21 - 40	31.00	28.20	16.00	23.50
41 - 60	39.00	30.37	22.00	24.40
81 - 100	30.00	28.00	21.00	23.00
101 - 120	33.00	28.95	18.00	24.00
121 - 140	30.00	27.55	21.00	22.50
141 - 160	31.00	28.15	18.00	23.25
161 - 180	29.00	26.05	18.00	21.05
181 - 200	28.00	22.75	10.00	16.00

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este estudio son presentados en la tabla 4, en ella se encuentran las cantidades de nitrógeno nítrico para cada período. Estos datos fueron analizados estadísticamente y se presentan en el análisis de varianza general para la producción de nitratos en la tabla 5. Como puede observarse, en cada una de las fuentes de variación hay una diferencia altamente significativa. Siendo todas las fuentes de variación altamente significativa, cualquier valor medio en los resultados indicará una diferencia estadística.

En la figura 2 se han graficado los valores de la tabla 4, en la cual se puede ver la tendencia de nitrificación que presentan las diferentes fuentes de nitrógeno en el suelo de General Escobedo. La producción de nitratos por las fuentes inorgánicas como el sulfato de amonio y urea mostraron una tendencia semejante, alcanzando su máxima producción de nitratos a los primeros 40 días y luego fueron bajando rápidamente hasta los 80 días, después la disminución fue lenta hasta llegar a una similitud al final del experimento que puede ser debido a un retorno de los suelos a su estado inicial (estabilización), ya que se espera que los fertilizantes inorgánicos no tienden a acumularse por períodos largos. Podemos también notar que al final del experimento las

curvas se juntan con el testigo, debido posiblemente a que las dos fuentes han terminado su producción de nitratos.

La alfalfa debido a su constitución, la descomposición de sus tejidos inicialmente es más resistente a la nitrificación, alcanzando su máxima producción de nitratos a los 60 días del experimento, luego tiende a bajar paulatinamente.

La gallinaza y el estiércol muestran una tendencia semejante y alcanzan la mayor producción de nitratos a los 80 días y luego bajan hasta llegar casi a juntarse las dos curvas al final del experimento.

El testigo alcanzó su máxima producción de nitratos a los 20 días y como es de suponerse, por su bajo contenido de nitrógeno y el agotamiento de este por los continuos lixiviados practicados, hay una reducción en la cuantificación de nitratos en cada período.

La forma de la curva en las fuentes orgánicas indica -- que la producción de nitratos continuará.

En la tabla 6 se presentan las cantidades acumulativas de nitratos cuantificados en la tabla 4 para obtener el total de nitrificación hasta los 200 días. Se puede observar, diferencias muy marcadas en la acumulación de nitratos tanto para las diferentes fuentes de nitrógeno como para el tipo de suelo. Lo que indica que tanto el suelo de Gral. Escobedo

TABLA 4.- Nitrificación de las diferentes fuentes de Nitrógeno durante el transcurso del experimento.

Miligramos de $N-NO_3^-/Kg.$, de suelo.

Suelo	Fuentes	Días de Incubación									
		1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200
G. Escobedo	Alfalfa	8	138	626	366	309	225	167	236	155	178
	Estiércol	147	76	290	292	237	249	153	170	97	95
	Gallinaza	176	142	159	201	190	191	136	132	104	115
	Vaca UEA	1270	1442	976	359	189	87	96	37	40	35
Linanes	Sulfato de Amonio	1014	1490	789	275	230	146	76	80	46	43
	Testigo	67	47	50	57	44	23	33	29	34	30
											20
Linanes	Alfalfa	48	112	642	368	343	228	270	231	165	123
	Estiércol	134	270	297	285	335	252	245	267	158	161
	Gallinaza	76	62	67	70	219	214	154	140	110	163
	Vaca	276	45	154	345	173	129	70	79	54	50
Linanes	Sulfato de Amonio	296	1003	835	111	87	72	50	41	45	42
	Testigo	33	20	28	41	39	39	40	28	40	48

TABLA 5.- Análisis de varianza para la producción de nitratos por las diferentes fuentes de nitrógeno para las diez lecturas en los dos tipos de suelos.

Fuentes de Variación	Gl.	S. C.	C. M.	F. Calcul.	F0. 05	F. 01
Fuentes	5	395,881.6157	79,176.3231	100.9838 ⁺⁺	2.2141	3.0173
Suelos	1	53,237.7472	53,237.7472	67.9009 ⁺⁺	3.8415	6.6349
Tiempos de Nitrificación	9	530,557.7572	58,950.8619	75.1876 ⁺⁺	1.8799	2.4073
Interacción Fuente X Suelo	5	163,670.4892	32,734.0978	41.7500 ⁺⁺	2.2141	3.0173
Interacción Suelo X Tiempo	9	156,423.4084	17,380.3787	22.1674 ⁺⁺	1.8799	2.4023
Interacción Fuente X Tiempo	45	1,246,593.2086	27,702.0713	35.3320 ⁺⁺	1.3750	1.5625
Interacción S x F x T	45	388,509.4488	8,633.5430	11.0115 ⁺⁺	1.3750	1.5625
Error Experimental	240	188,171.9417	784.0497			

⁺⁺ Diferencia altamente significativa.

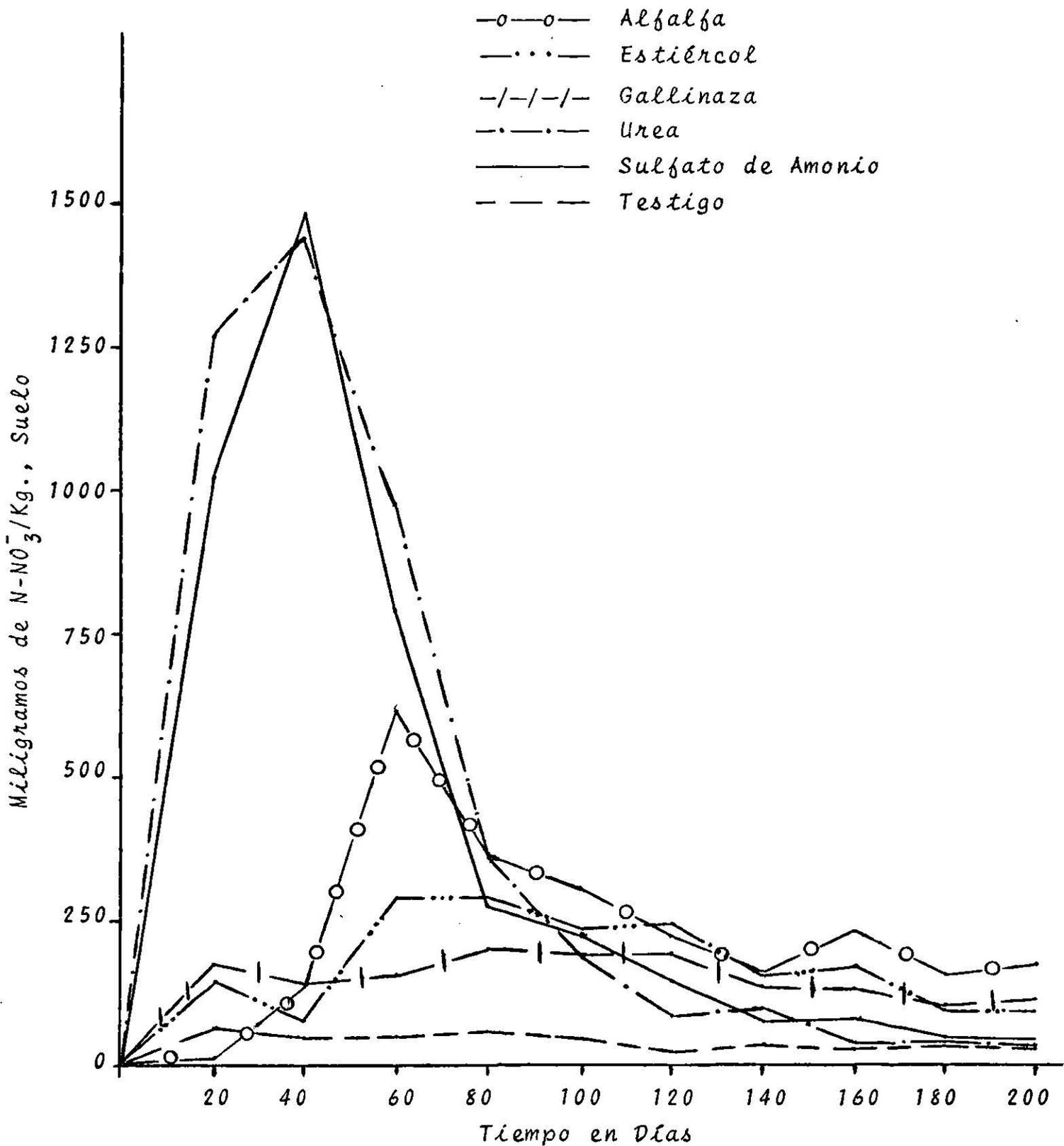


Fig. 2.- Nitrificación de los seis tratamientos durante el período de incubación en el Suelo de Gral. Escobedo.

como el de Linares tienen una buena capacidad de nitrificación diferenciándose por las fuentes de nitrógeno aplicada.

En la figura 3, se han graficado los valores de la tabla 6 para el suelo de Gral. Escobedo, en la cual se puede observar claramente la tendencia de la curva para cada una de las fuentes de nitrógeno, notándose una diferencia muy marcada en la pendiente de las curvas entre las fuentes de origen orgánico y de origen inorgánico. Las inorgánicas nitrificaron rápidamente al principio lo cual está indicado por la pendiente de dichas curvas. Así podemos apreciar que la urea fué la que alcanzó la mayor producción de nitratos entre las fuentes de origen inorgánico, llegando hasta 4533mg. $N-NO_3^-$ /Kg. de suelo en los 200 días que comprendió el experimento. Las curvas de los orgánicos muestran una velocidad de nitrificación más lenta durante todo el período, debido precisamente a la resistencia a ser degradados por los organismos del suelo, esto comprueba el efecto residual a largo plazo de los residuos de cultivos sobre el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo y la aportación de nitratos. Entre estas fuentes, la alfalfa fué la que alcanzó mayor producción de nitratos, llegando hasta 2407mg., $N-NO_3^-$ /Kg. de suelo en los 200 días que comprendió el experimento, lo cual representó solamente la mitad de nitratos acumulados con las fuentes inorgánicas.

TABLA 6.- Nitrificación acumulada de las diferentes fuentes de nitrógeno durante el período de incubación.

Miligramos de $N-NO_3^-/Kg.$ de Suelo

Suelo	Fuentes	Días de Incubación									
		1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200
G. Escobedo	Alfalfa	8	146	772	1137	1446	1671	1838	2074	229.60	2407
	Estiércol	147	224	514	805	1042	1291	1444	1614	1711.50	1805
	Gallinaza	176	318	477	677	867	1058	1194	1326	1430	1545
	Urea	1270	2712	3688	4047	4236	4323	4419	4455	4498	4533
	Sulfato de Amonio	1014	2504	3293	3568	3798	3944	4020	4100	4146	4189
Linares	Testigo	67	114	163	220	264	287	320	349	383	412
	Alfalfa	48	160	802	1170	1512	1740	2011	2242	2407	2530
	Estiércol	134	404	701	986	1320	1572	1817	2084	2242	2403
	Gallinaza	76	138	205	274	492	707	860	1000	1109	1272
	Urea	276	321	475	820	992	1121	1191	1270	1324	1374
Sulfato de Amonio		296	1299	2134	2244	2332	2403	2453	2493	2538	2580
	Testigo	33	53	81	122	160	199	239	266	306	354

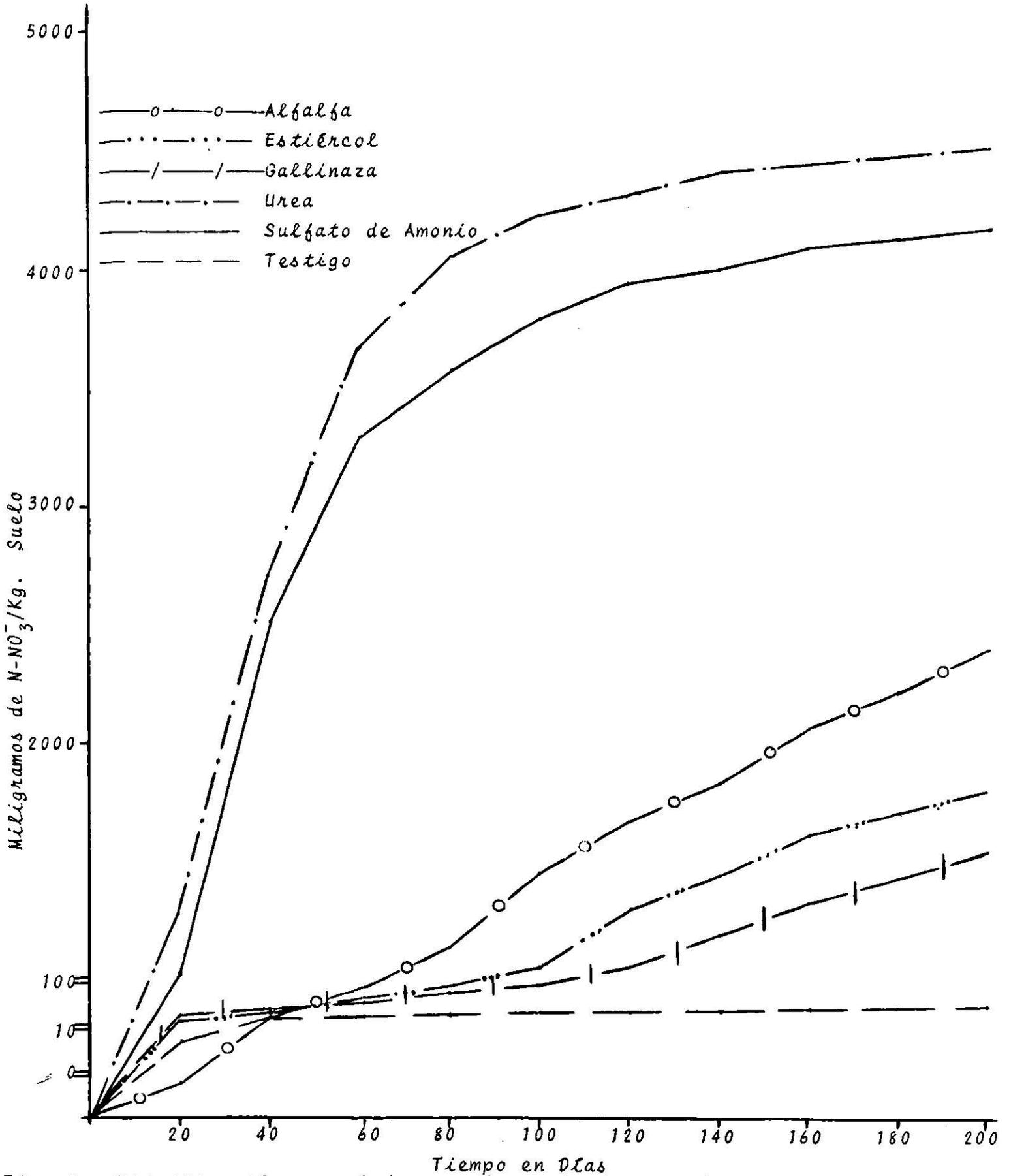


Fig. 3.- Nitrificación acumulada para las seis fuentes de nitrógeno durante el período de incubación para el suelo de Gral. Escobedo.

En la figura 4 se han graficado los valores de la tabla 4 para el suelo de Linares, donde el sulfato de amonio se comportó en la misma forma que en el suelo anterior, alcanzando la mayor producción de nitratos a los 40 días, descendiendo rápidamente de los 40 a los 80 días. La urea se comportó muy diferente que en el suelo anterior, presentando mayor resistencia a la amonificación debido posiblemente a la compactación del suelo, alcanzando una producción de nitratos algo considerable a los 20 días, pero a los 40 días bajó bruscamente, volviendo a subir y alcanzando su óptimo a los 80 días. Tanto la urea como el sulfato de amonio después de los 80 días fueron bajando paulatinamente hasta llegar a una similitud al final del experimento debido a las mismas suposiciones expuestas en el suelo anterior.

La alfalfa mostró una tendencia a la nitrificación semejante al suelo de Gral. Escobedo, alcanzando su óptimo a los 60 días de contacto con el suelo, y luego tiende a bajar. La gallinaza mostró mayor resistencia a ser nitrificada que en el suelo anterior, siendo así semejante al testigo, y alcanzó su óptimo a los 100 días y a los 120 días comenzó a bajar muy ligeramente. El estiércol se comportó en forma semejante que en el suelo de Gral. Escobedo y alcanzó su óptimo a los 100 días, donde después empezó a bajar hasta el final del experimento. La reducción en la capacidad de producción de nitratos para cada una de estas fuentes de nitrógeno al -

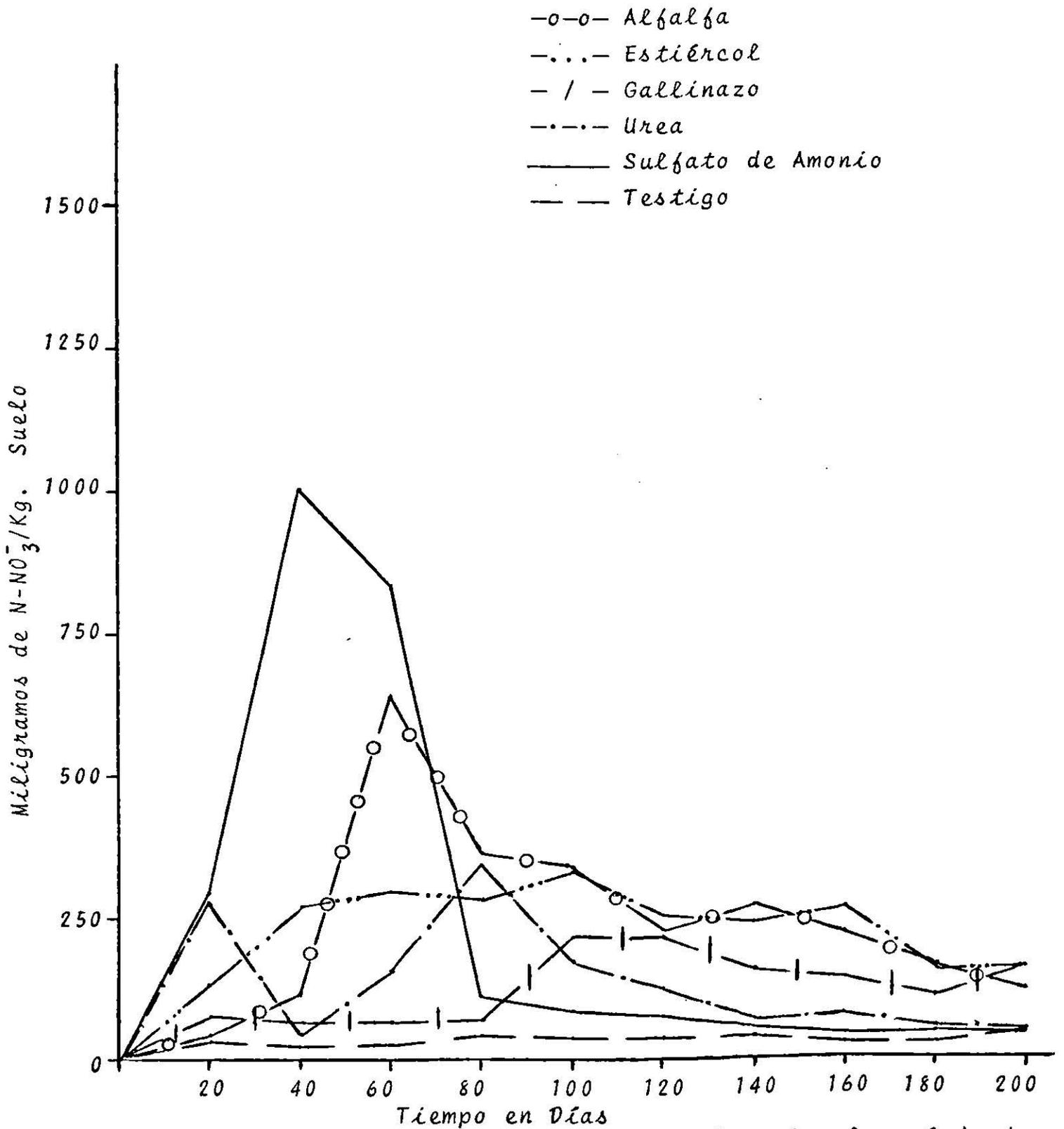


Fig. 4.- Nitrificación de los seis tratamientos durante el período de incubación en el Suelo de Linares.

final del experimento es debido a las mismas causas expuestas en el suelo anterior.

En la figura 5 se graficaron los valores de la tabla 6 para el suelo de Linares, notándose una diferencia muy marcada en comparación con el suelo de Gral. Escobedo, sobre todo por lo que respecta a las cantidades totales acumuladas de Nitratos. El sulfato de amonio como lo indica la forma de la curva tuvo una velocidad más lenta mientras que en el suelo de Gral. Escobedo fué más rápida. A los 200 días el suelo de Linares había acumulado 2580mg. $N/NO_3^-/Kg.$ de suelo comparado con 4189 del suelo de Gral. Escobedo, atribuyéndose estas diferencias a las características físicas del suelo. En lo que respecta a la urea, hubo una diferencia muy marcada, siendo la velocidad más rápida en el suelo de Gral. Escobedo que en el de Linares, alcanzando a los 200 días una acumulación de 4533 y 1374mg. $N-NO_3^-/Kg.$ de suelo respectivamente. Esta diferencia puede ser debido a la resistencia que presentó la urea a la amonificación en el suelo de Linares. La alfalfa fué igual tanto en velocidad como en cantidad acumulada para ambos suelos. En el estiércol la velocidad fué muy parecida sin embargo las cantidades acumuladas fueron ligeramente más altas en el suelo de Linares durante todo el experimento y acentuándose hacia el final ya que en el suelo de Linares se acumularon 2403mg. $N-NO_3^-/Kg.$ de suelo y en el de Gral. Escobedo 1805. La velocidad de nitrifi-

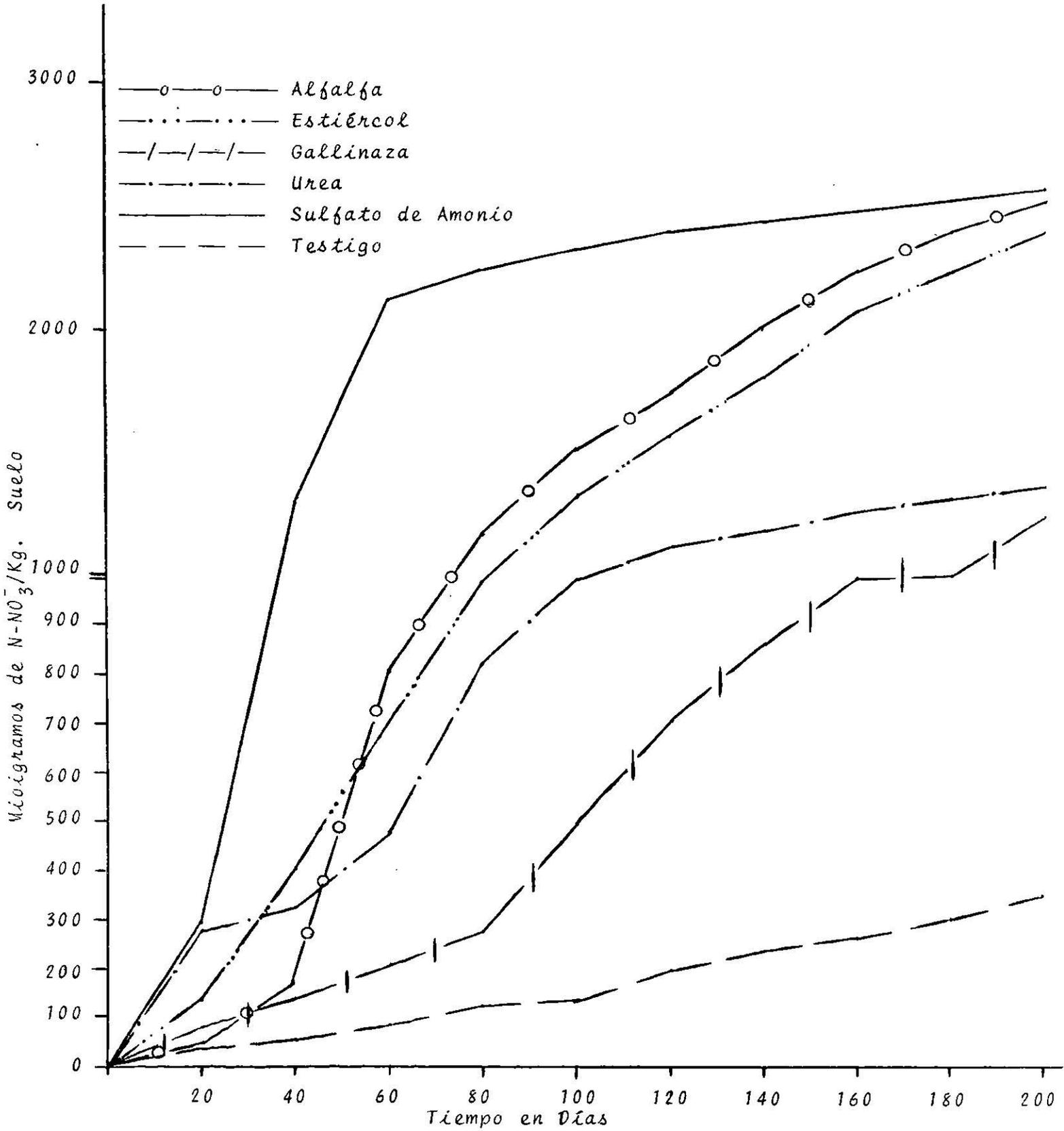


Fig. 5.- Nitrificación acumulada para las seis fuentes de nitrógeno durante el período de incubación para el Suelo de Linares.

cación general de la gallinaza fué muy parecida en ambos suelos sin embargo las cantidades acumuladas fueron más bajas - en el suelo de Linares.

Comparando los datos en los dos tipos sobre la nitrificación de las fuentes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno - se observa que hay una diferencia en la velocidad de nitrificación lo que coincide con lo reportado por Foster citado -- por Stojanovic (23) que los fertilizantes nitrogenados son - metabolizados por los microorganismos del suelo mucho más fá - cil que los residuos de los cultivos.

La diferencia en la capacidad de nitrificación de los - dos suelos usados, puede deberse a varios factores como lo - han indicado muchos autores, haciendo una observación de los factores que afectan la nitrificación por las microbacterias y comparando los datos de la tabla 1 sobre los análisis rea - lizados, no podemos atribuir cuál de los dos suelos se acer - ca más a las condiciones óptimas de nitrificación. Tomando en cuenta sus propiedades o características que afectan la - nitrificación se puede citar, el contenido de materia orgáni - ca, mejores condiciones de textura y estructura, estos lo -- afectan dándole al suelo una mayor aereación; contenido ma - yor de amonio, si las condiciones no favorecen la liberación de amoníaco de la materia orgánica o si no se añaden a los - suelos fertilizantes que contengan amonio, no habrá nitrifi -

cación; reacción del suelo, etc., así mismo el contenido de calcio ya que se ha comprobado que aquellos suelos con alto contenido de calcio la nitrificación es más alta y en algunos casos hasta se requiere o es necesario adicionar más cantidades de éste elemento.

De los resultados de los análisis químicos para Carbono y Nitrógeno total practicados en los materiales que se utilizaron como fuentes de nitrógeno y presentados en la tabla 2, se obtuvieron las siguientes relaciones de C/N.: Estiércol - 19.5:1; Tallos y hojas de alfalfa 14.3:1; Gallinaza 12.5:1.

Por lo que se refiere a los materiales orgánicos como: tallos y hojas de alfalfa y gallinaza con una relación C/N., baja, permite a estos materiales ser degradados más fácilmente por los microorganismos.

La temperatura tiene un notable efecto sobre las bacterias nitrificantes, estas bajan su actividad hasta que la temperatura decrece, lo que limita la producción de nitratos, el efecto se presentó aunque no muy marcado en el transcurso del experimento. En los primeros 40 días y los últimos 60 se registraron temperaturas un poco bajas aunque sin llegar al límite de inhibición, en todos los demás días la temperatura fué adecuada. Los resultados son presentados en la tabla 3.

· Considerando las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el experimento, no se efectuó un control de temperatura, ni de otros factores que influyen en el proceso de nitrificación, ya que se pretendía evaluar los efectos de suelo y -- fuente.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten dar las siguientes conclusiones:

1.- Las fuentes de nitrógeno como: urea y sulfato de amonio son fácilmente nitrificadas, en un lapso mucho más corto que las formas orgánicas, sin embargo la urea no se comportó así en el suelo de Linares.

2.- Las fuentes orgánicas como: tallos y hojas de alfalfa, Gallinaza y estiércol, por su lenta descomposición y formación de nitratos las hace ser una fuente de reserva de nitrógeno más prolongada que las fuentes inorgánicas.

3.- Los tipos de suelos utilizados varían notablemente en cuanto a su capacidad total de nitrificación para una misma fuente. Siendo de mayor capacidad el suelo de Gral. Escobedo para gallinaza, urea y sulfato de amonio, y el suelo de Linares para alfalfa y estiércol.

4.- De los fertilizantes nitrogenados inorgánicos empleados, la urea y el sulfato de amonio tuvieron el mismo comportamiento con relación a la rapidéz de nitrificación en el suelo de Gral. Escobedo y el sulfato de amonio nitrificó más rápidamente en el suelo de Linares, por lo que se recomienda tener presente la época de aplicación, de acuerdo al cultivo que se siembre para que sea aprovechado en el momento oportuno.

se siembre para que sea aprovechado en el momento oportuno.

5.- De los fertilizantes nitrogenados orgánicos empleados, la alfalfa fué la más rápidamente nitrificada para los dos tipos de suelos, por lo que se recomendaría tomar mucho en cuenta la época de aplicación ya que ésta es una fuente - mucho más prolongada.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio - del Departamento de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar par--- cial y totalmente el nitrógeno mineralizado a partir de sus- tratos orgánicos e inorgánicos en dos tipos de suelos, hasta alcanzar una condición de equilibrio en la producción de ni- trógeno nítrico cuantificado en períodos de 20 días hasta un total de 200 días.

Para el proceso de incubación se utilizaron botellas de vidrio con capacidad para 1000 mililitros. Se colocaron -- 300 gramos de suelo y se agregaron las cantidades correspon- dientes de cada fuente de nitrógeno para tener el equivalen- te de 1.5 gramos de nitrógeno total en cada botella para ha- cer una proporción de 5000 partes por millón de nitrógeno - elemental. Se probaron 6 tratamientos en un diseño completa- mente al azar con tres repeticiones y analizándose como un - factorial.

Los suelos seleccionados fueron: uno del Campo Experi-- mental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autóno- ma de Nuevo León, localizado en el municipio de Gral. Esco- bedo y el otro de la parcela de el señor Alonso Prado Prado

en el Ejido de San Isidro, localizado en el municipio de Linares, N.L.

Las fuentes orgánicas como: tallos y hojas de alfalfa, gallinaza y estiércol de bovino fueron triturados en un mortero de porcelana y se le analizó su contenido de Carbono para conocer su relación con su contenido de nitrógeno, Nitrógeno total con el objetivo de añadir cantidades en igual proporción de nitrógeno en todos los casos. Para los materiales como urea y sulfato de amonio se utilizaron los porcentajes a que son reportados comercialmente.

El nitrógeno mineralizado se cuantificó por medio del método del Acido Fenoldisulfónico y la producción de nitratos fué expresada en miligramos por kilogramos de suelos.

De acuerdo con los resultados en el presente trabajo se concluyó que la urea y el sulfato de amonio son fácilmente nitrificadas en un lapso mucho más corto que las formas orgánicas, sin embargo la urea no se comportó así en el suelo de Linares. Los tallos y hojas de alfalfa, gallinaza y estiércol, por su lenta descomposición y formación de nitratos las hace ser una fuente de reserva de nitrógeno más prolongada que las fuentes inorgánicas. Los dos tipos de suelos utilizados varían notablemente en cuanto a su capacidad total de nitrificación para una misma fuente, siendo de mayor capacidad el suelo de Gral. Escobedo para gallinaza, urea y sulfato de --

amonio, y el suelo de Linares para alfalfa y estiércol. De los fertilizantes nitrogenados inorgánicos empleados, la urea y el sulfato de amonio tuvieron el mismo comportamiento con relación a la rapidez de nitrificación en el suelo de Gral. Escobedo y el sulfato de amonio nitrificó más rápidamente en el suelo de Linares, por lo que se recomienda tener presente la época de aplicación, de acuerdo al cultivo que se siembre para que sea aprovechado en el momento oportuno. De los fertilizantes nitrogenados orgánicos empleados, la alfalfa fue la más rápidamente nitrificada para los dos tipos de suelos, por lo que se recomendaría tomar mucho en cuenta la época de aplicación ya que ésta es una fuente mucho más prolongada.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1.- ALEXANDER, M. 1961. *Introduction to Soil Microbiology*.
Edit. Wiley. Toppan, N.Y. pp. 272-292.
- 2.- ALLISON, L.E., et. al. 1954. *Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos*. Manual de Agricultura No. 60. Departamento de Agricultura de -- los Estados Unidos de América. México. Trad.
- 3.- BROADBEENT, F. E. 1952. *Basic problems inorganic matter transformation*. *Soil Sci.* 79: 107-113.
- 4.- BROADBENT, F. E. 1958. *Transformation and movement of urea in soil*. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 22: -- 303-307.
- 5.- BROADBEENT, W. D. and K. B. TYLER. 1962. *Laboratory and greenhouse investigations of nitrogen immobilization*. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 26: 459-462.
- 6.- BUCKMAN, H. O. and NYLE BRADY. 1966. *Naturalezas y Propiedades de los Suelos*. Edit. UTHEA. México. -- Trad. pp. 135-144; 426-435.
- 7.- BURGE, W.D. and F. E. BROADBEENT. 1961. *Fixation of ammonia by organic soils*. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 25: 199-204.

- 8.- CHAPMAN, H. D. and PARKER, F. PRATT. 1961 *Methods of analysis for Soil, Plant and Water*. University of California, Div. Agric. Sci.
- 9.- DEMOLON, A. 1965. *Dinámica del Suelo*. 5^a. Ed. OMEGA, S.A. España. pp. 464-488.
- 10.- ENO, CH. F. 1960. Nitrate production in the field by incubating the soil in polyethylene bags. *Soil Sci. Amer. Proc.* 24: 277-279.
- 11.- ENO, CH. F. and W. G. BLUE, 1957. The comparative rate of nitrification of anhydrous ammonium, urea and ammonium sulfate in sandy soils. *Soil. Sci. Amer. Proc.* 21: 392-396.
- 12.- EVERNS, W.H. 1954. *Steam air and gas power*. 5^a. Ed. Edit. Wiley, N.Y. p. 502.
- 13.- FISHER, W. B. and W. L. PARKS. 1958. Influence of Soil temperature on urea hydrolysis and subsequent nitrification. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22: 247-247.
- 14.- FULLER, W. H. and H. E. RAY. 1957. Basic concepts of nitrogen, phosphorus and potassium in calcareous soil. *University of Arizona Agr. Exp. Sta.* A-42.
- 15.- KEITH, J. J. and R. L. SMITH. 1962. Nitrification of ammonium sulfate in calcareous soil as influenced

- by combinations of moisture, temperature and levels of added nitrogen. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 26: 246-250.
- 16.- MANCILLA, R. 1970. Estudio Comparativo de Velocidades de Nitrificación utilizando dos tipos de suelo y cinco fuentes diferentes de Nitrógeno. Tesis no publicada del I. T. E. S. M.
- 17.- PELCZAR, M.J. y R. D. REID. 1966. *Microbiología* 2^a. Ed. Edit. McGraw-Hill. España Trad. pp. 563-576.
- 18.- SANCHES, M.A. 1964. *Microbiología Agrícola*. Apuntes. -- E. N. A. Chapingo, México.
- 19.- SABEY, B. R. y W. V. BARTHOLOMEW, R. SAV. and L. PESEK. 1956. Influence of temperature on nitrification in soil. *Soil Sci. Amer. Proc.* 20: 357-360.
- 20.- SABEY, B.R., FREDERICK, L. R. and W. V. BARTHOLOMEW, - 1959. The formation of nitrate from ammonium nitrogen in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 23: 462-465.
- 21.- STATION, B.F. 1965. *Official Methods of Analysis of the Association of official Agricultural Chemist*. 10th. Ed. Published by the Association of Official Agricultural Chemist. P. O. Box 540.

- 22.- STEEL, R. G. and J. H. TORRIE. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. Edit. McGraw-Hill, N. Y. p. 481.
- 23.- STOJANOVIC, B. J. and F. E. BROADBENT. 1956. *Inmobilita-
tion and mineralization rates of nitrogen during -
decomposition of plant residues in soils*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20: 213-218.
- 24.- THOMPSON, L. M. 1956. *El Suelo y su Fertilidad*. 3^a. Ed. Edit. Reverte, S.A. México. Trad. pp. 75-89; 190-198.
- 25.- TISDALE, S. L. y W. L. NELSON. 1967. *Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes*. Edit. Montaner y Simon, -- S.A., Barcelona. Trad. pp. 138-200.
- 26.- TYLER, K. B. and F. E. BROADBEHNT. 1960 *Nitrite transfor-
mations in California soils*. Soil. Sci. Amer. Proc. 24: 279-282.
- 27.- TYLER, K. B., F. E. BROADBEHNT and G. N. HILL. 1959. -- *Low temperature effects on nitrification in four -
California soils*. Soil. Sci. 123-129.
- 28.- WOLCOTT, A. R. 1965. *Soil Nitrogen*. Edit. W. V. Bartho-
lomew and F. E. Clark. Amer. Soc. Agric. Madison.

- 1º Porque la decisión de hacer este trabajo:!
- 2º Alcance de este trabajo:!
- 3º Beneficios que tiene su trabajo a los guatemaltecos
- 4º INCUBACIÓN → 200 DIAS! Por qué? Formula
- 5º Mat. Orgánica: + Porque es recomendable aplicarla.
Estiércol → 1,800 mg/gr. de suelo. Mejora el Suelo + fertilizante
- 6º Aplicaciones de fuentos de Nitrogeno a un cultivo.
Por qué se tiene que hacer en varias partes.
- 7º Cuidar en la ^{quise algunos} aplicación del Nuevo aplicador de Mat. Org. al Suelo.
- 8º Relación de la Extensión y el Figura ^{social} Campo
Cuanto y Como producirse.
- 9º Digestión; Corpor (residuales); Solubilidad

