

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INFLUENCIA DE DOS FUENTES DE NITROGENO COMO FERTILIZANTE
SOBRE EL CONTENIDO DE NITRATOS DE ESTRELLA AFRICANA
(Cynodón plectostachyus (K.Shum) pilger)

TESIS

Presentada a la
Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Agronomía
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

GUILLERMO GONZALEZ JUAREZ
Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Guatemala, noviembre 1980

01
T(479)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR EN FUNCIONES

Lic. Leonel Carrillo Reeves

JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Carlos Arjona
Vocal 2o.	Ing. Agr. Salvador Castillo
Vocal 3o.	Ing. Agr. Rudy Villatoro
Vocal 4o.	P. A. Efraín Medina
Vocal 5o.	Prof. Edgar Franco
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Salcedo Z.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador	Ing. Agr. Carlos Rodríguez
Examinador	Ing. Agr. Msc. Carlos Aguirre
Examinador	Dr. Antonio Sandoval S.
SECRETARIO	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

Guillermo González A,
Elvira J. de González

A MI ESPOSA

Annabella C. de González

A MI HIJO

José Guillermo

A MIS HERMANOS

Jaime Armando
Luz Elvira
José Haroldo

A MI SUEGRA

Lic. Inf. Elba M. Villatoro

A MIS SOBRINOS

A MIS FAMILIARES

TESIS QUE DEDICO

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A LA MEMORIA DEL LIC. CARLOS OVALLE

A MIS ASESORES:

Ing. Agr. Miguel Angel Gutiérrez

Dr. Romeo Martínez Rodas

A LOS MEDICOS VETERINARIOS:

Pedro Alberto Guzmán M.

Eduardo Díaz Tendero

Gladys Vasquez Rossel

Miguel Azañón R.

Estuardo Orantes.

A FINCA " LA VIRGEN "

A G R A D E C I M I E N T O

Quiero patentizar mi agradecimiento a las personas e instituciones que colaboraron en la elaboración del presente trabajo:

- INCAP
- FERTICA S.A.
- PERSONAL DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y HOSPITAL MEDICO VETERINARIO DE LA FAC. DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOO - TECNIA, Y ESPECIALMENTE AL LIC. ROBERTO BENAVIDES DEL - INCAP.
- AL ING. AGR. JORGE LUIS JUAREZ DE FERTICA S.A.
- A MIS ASESORES: ING. AGR. MIGUEL ANGEL GUTIERREZ
DR. ROMEO MARTINEZ RODAS
- AL DR. JORGE MIRANDA
- AL SR. HUGO MARTINEZ Y FAMILIA.
- AL PERSONAL DE LA FINCA "LA VIRGEN", ORATORIO Y MUY PARTICULARMENTE AL DR. EDUARDO DIAZ TENDERO.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

Guatemala, 5 de noviembre de 1980

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Ciudad

Honorables Señores:

Me dirijo a ustedes de la manera más atenta, para someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado: INFLUENCIA DE DOS FUENTES DE NITROGENO COMO FERTILIZANTE SOBRE EL CONTENIDO DE NITRATOS DE ESTRELLA AFRICANA (Cynodón plectostachyus (K Shum) Pilger)

Cumplo así con el último requisito establecido por las normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando que el presente trabajo merezca su aprobación me es grato presentarles mi respetuoso saludo.

Atentamente

GUILLERMO GONZALEZ JUAREZ.



Referencia

Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

4 de noviembre de 1980.

Doctor
Antonio A. Sandoval S.
Decano en Funciones
Facultad de Agronomía
Presente.

Doctor Sandoval:

En cumplimiento a la solicitud hecha por esa Decanatura, he asesorado al estudiante Guillermo González Juárez, en su trabajo de tesis titulado: "INFLUENCIA DE DOS FUENTES DE NITROGENO COMO FERTILIZANTE SOBRE EL CONTENIDO DE NITRATOS EN ESTRELLA AFRICANA (Cynodón Plectostachyus (K. Shum) Pilger)".

Habiendo encontrado satisfactorio el trabajo realizado, me permito recomendarlo para su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Miguel A. Gutiérrez.

MAG/eov.



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

4 de noviembre de 1980.

Doctor
Antonio A. Sandoval S.
Decano en Funciones
Facultad de Agronomía
Presente.

Estimado Señor Decano:

Atendiendo la solicitud que esa Decanatura me hiciera para asesorar el trabajo de tesis del estudiante Guillermo González Juárez, intitulado "INFLUENCIA DE DOS FUENTES DE NITROGENO COMO FERTILIZANTE SOBRE EL CONTENIDO DE NITRATOS DE ESTRELLA AFRICANA (Cynodón plectostachyus) (K. Shum) Pilger).", tengo a bien notificarle que he revisado dicho trabajo, el cual llena los requisitos exigidos por la Facultad.

Habiendo encontrado satisfactorio el trabajo realizado, me permito recomendarlo para su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Romeo Martínez Rodas.

RM/eov.

R E S U M E N

La creciente necesidad de forraje para consumo animal, ha obligado al hombre a efectuar aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en el pasto, lo que promueve altas concentraciones de nitratos en ellos, poniendo en peligro la vida del animal que lo consume al estar expuesto a una intoxicación por nitratos.

En el presente trabajo se aplicó urea y nitrato de amonio al pasto Estrella Africana a razón de 250 Kgs N/Ha/año (384 lbs N/Mz/año).

Se tomaron muestras del pasto para determinar las concentraciones de nitratos, usando una adaptación de la técnica de la Orion Research y del método del ácido fenoldisulfónico.

El contenido de nitratos encontrado en el pasto Estrella Africana, varió desde 2.9, 18.8 y 2.1 hasta 63.7, 122.1 y 11 ppm para el material que recibió urea, nitrato de amonio y testigo respectivamente.

Los tiempos de recuperación requeridos para alcanzar las máximas concentraciones de nitratos en la planta, variaron con la fuente, siendo de 6 días para el nitrato de amonio y de 9 días para la urea.

El nitrógeno orgánico se determinó con el método Microkjeldal, variando las concentraciones desde 1.4, 1.6 y 1.5 hasta 2.0, 2.7 y 2.7% para los tratamientos testigo, urea y nitrato de amonio respectivamente.

Tanto para las determinaciones de nitratos y de nitrógeno orgánico, no se pudo detectar estadísticamente diferencias significativas marcadas, posiblemente por el error muestral.

Para establecer cuantos días después de llegar a los mayores niveles de nitratos se alcanzaron las mayores concentraciones de nitrógeno orgánico en las plantas, se calcularon regresiones cuadráticas. Las mayores correlaciones se establecieron al desfasar de 5-6 días y de 6-7 días las concentraciones medidas, estableciéndose correlaciones de 0.96 y de 0.99 - para los tratamientos con urea y nitrato de amonio respectivamente.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	2
REVISION DE LITERATURA:	
A. Formas de Nitrógeno en el Suelo	3
B. Transformaciones del Nitrógeno en el Suelo .	4
C. El Nitrógeno en las Plantas Superiores	6
D. Efecto de la Fertilización Nitrogenada sobre el Contenido de Nitratos en Plantas y Anima- les.....	8
 MATERIALES Y METODOS	 11
RESULTADOS Y DISCUSION	14
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFIA	28

I. INTRODUCCION

La necesidad cada vez más acentuada de mayores áreas de pastoreo y de producciones altas de forraje para consumo animal, ha obligado al hombre a utilizar técnicas de producción más especializadas, dentro de las que se incluyen: uso de especies forrajeras de alto rendimiento, rotación de potreros, fertilización, etc.

Con la aplicación de fertilizantes nitrogenados en la producción forrajera, se ha incrementado grandemente el rendimiento, dada la importancia del nitrógeno en el metabolismo vegetal, sin embargo, el fertilizante nitrogenado como fuente de nitrógeno bajo ciertas condiciones, promueve la acumulación de concentraciones altas de nitratos en las plantas que son consumidas, presentándose por ello casos de intoxicación por nitratos y nitritos en los rumiantes, según Tucker et. al.; Kwistkowski y Pres.

En vista del uso continuo de fertilizantes nitrogenados en pastos de rápido crecimiento como la Estrella Africana (Cynodón plectostachyus), es de esperarse que si se le aplican dosis altas de nitrógeno en diferentes formas químicas, ellas y especialmente aquellas con nitratos, incrementarán ostensiblemente su contenido en algunas etapas de su desarrollo, con el consiguiente peligro para el ganado que allí pasta.

Dado lo anterior, se trato de evidenciar el efecto de la aplicación de dos fuentes de fertilizante nitrogenado como lo es la Urea y el Nitrato de Amonio, sobre el contenido de nitratos en diferentes etapas de crecimiento en el pasto Estrella Africana (Cynodón plectostachyus).

II. OBJETIVOS

Por lo expuesto, con el presente trabajo se pretendió alcanzar los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de la fuente nitrogenada (Urea y Nitrato de Amonio) sobre el contenido de nitratos en el forraje durante sus diferentes estados de desarrollo.
2. Determinar los niveles de nitratos presentes en la planta a lo largo del período de recuperación del pasto.
3. Establecer la relación que existe entre el contenido de nitratos y de nitrógeno orgánico en la planta, en las distintas edades.

III. REVISION DE LITERATURA

Todo el nitrógeno que en forma natural se encuentra en el suelo, proviene de la atmósfera a través de los procesos de fijación que originan la combinación de este elemento con oxígeno e hidrógeno. (12)

Los caminos principales por los que el nitrógeno es convertido a formas utilizables por las plantas superiores son los siguientes:

1. Fijación por Rizobia y otros microorganismos que viven simbióticamente en las raíces de leguminosas y plantas no leguminosas.
2. Fijación por microorganismos que viven libremente en el suelo y quizá por organismos que viven en las hojas de plantas tropicales.
3. Fijación como algunos óxidos de nitrógeno por las descargas electro-atmosféricas.
4. Fijación como amoníaco (NH_3) y nitratos (NO_3) por algunos procesos industriales en la fabricación de fertilizantes nitrogenados sintéticos. (11)

A- FORMAS DE NITROGENO EN EL SUELO:

El nitrógeno del suelo puede ser clasificado como orgánico e inorgánico.

a. Compuestos nitrogenados orgánicos.

Comprende compuestos tales como aminoácidos, proteínas, aminoazúcares y otros compuestos complejos.

b. Compuestos nitrogenados inorgánicos.

Se dan en forma de óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno o nitrito (NO_2) y nitratos (NO_3).

(1,2)

Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, las formas de amonio (NH_4), nitratos y nitritos, son las de mayor importancia. Los nitratos y nitritos se hallan solos o casi exclusivamente en forma de iones de libre difusión; la mayor parte del amonio se encuentra en forma intercambiable y no intercambiable, y sólo una parte en forma iónica. (1.2)

B- TRANSFORMACIONES DEL NITROGENO EN EL SUELO:

Las plantas absorben la mayor parte de su nitrógeno en forma de amonio y nitratos. Las cantidades de estos dos iones que pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas dependen en gran parte de las cantidades suministradas como fertilizantes nitrogenados comerciales y liberados de las reservas de nitrógeno del suelo contenidas en compuestos orgánicos. Las cantidades liberadas de estas reservas orgánicas (y en cierto grado de aquellas que permanecen como tales en el suelo tras la adición de fertilizantes a base de nitrógeno) depende de los factores que afecten la mineralización del nitrógeno, a su inmovilización pérdidas por lixiviación y volatilización en el suelo.

(1,5,11,12)

a. Amonificación:

Gran parte del nitrógeno del suelo, se encuentra en forma proteica como grupos amino (NH_2) y estos compuestos que por acción hidrolítica del agua y de enzimas de organismos heterótrofos son transformados en compuestos amoniacales.

(1,5,11,12)

La reacción de la amonificación se expresa de la siguiente manera:



El amonio así liberado tiene diversos destinos en el suelo:

1. Puede ser convertido a nitritos y nitratos por el proceso

so de nitrificación.

2. Puede ser absorbido directamente por las plantas.
3. Puede ser utilizado por organismos heterótrofos en posteriores descomposiciones de los residuos carbonados orgánicos.
4. Puede ser fijado en forma no utilizable biológicamente en los tramados de ciertas arcillas minerales en expansión. (11)

b. Nitrificación:

Una parte del amonio liberado en el proceso de amonificación es convertido a nitrato. Esta oxidación biológica del amoniaco a nitrato se conoce como nitrificación. Es un proceso en dos etapas; en el cual el amoniaco es convertido primero a nitrito y luego, de éste a nitrato. La conversión a nitrito se realiza especialmente por un grupo de bacterias autótrofas obligadas conocidas como Nitrosomas mediante una reacción que puede representarse por la siguiente ecuación:



La transformación de nitrito a nitrato se efectúa sobre todo por un segundo grupo de bacterias autótrofas obligadas denominadas Nitrobacter. La reacción se representa por la siguiente ecuación: (8,10)



El conjunto de Nitrosomas y Nitrobacter, regularmente son referidas como bacterias Nitrificantes.

Los factores que afectan la nitrificación del nitrógeno en el suelo son:

1. Suministro del ión Amonio.

2. La población de organismos nitrificantes.
3. La reacción (el estado de óxido-reducción) del suelo: pH
4. La aireación del suelo.
5. La humedad del suelo.
6. La temperatura del suelo. (8,11)

La urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, contiene el porcentaje más alto de nitrógeno (46%) de entre cualquier material sólido corrientemente usado como fertilizante. La urea aplicada al suelo es hidrolizada produciendo carbonato de amonio muy rápidamente, el cual es un compuesto muy inestable que se descompone en amoniaco y dióxido de carbono. El amoniaco o amonio liberado, es absorbido por la fracción coloidal con la subsiguiente nitrificación, produciendo nitratos que pueden ser absorbidos por la planta. (11)

El nitrato de amonio, al ser aplicado como tal al suelo, - tiende a reaccionar produciendo los iones amonio y nitratos; quedando ambos iones disponibles a las plantas. El amonio también puede transformarse en nitratos mediante el proceso de nitrificación. En términos generales, la nitrificación en el suelo bajo condiciones naturales se produce con mayor intensidad a partir de la primera semana de aplicación del fertilizante, continuando en aumento hasta tres semanas del proceso, media vez exista material disponible para nitrificar.

La acumulación de nitratos en el forraje como resultado de la aplicación de fertilizantes nitrogenados se asume que es mayor durante el período de más activo crecimiento del pasto tendiendo a decaer conforme el pasto finaliza su período de recuperación. (11)

C- EL NITROGENO EN LAS PLANTAS SUPERIORES:

Las raíces de la mayor parte de las plantas superiores absorben el nitrógeno en forma de nitrato principalmente, sin em-

bargo, el nitrógeno en esta forma no puede ser empleado directamente dentro de la planta para síntesis de compuestos orgánicos, sino que debe ser reducido a amoníaco para luego ser incorporado a los compuestos nitrogenados de la planta como las proteínas y ácidos nucleicos. (2,3)

Una característica del proceso de reducción del nitrato, consiste en la inclusión del nitrato al sistema de óxido-reducción, que facilita el transporte de ocho electrones cada vez; el nitrógeno del nitrato pasa de esta manera de su forma con cinco valencias positivas a la trivalente negativa del amoníaco. (3)

La reducción del nitrato hasta amoníaco puede resumirse en la siguiente ecuación general:



Sin embargo, en la célula ocurre la transformación del nitrato en amoníaco a través de reacciones individuales, en las cuales cada vez son transferidos dos electrones. Se considera que el primer paso de la reducción del nitrato consiste en la conversión de nitrato a nitrito; esto se basa en el hallazgo de la función de la enzima nitrato-reductasa capaz de catalizar esta reacción en la planta. Se estima que en la conversión del nitrato al ión amonio, se producen dos compuestos intermedios denominados Hiponitrito (NHO) e hidroxilamina (NH₂OH) con la participación de enzimas como la nitrito-reductasa y la hidroxilamina-reductasa respectivamente. La nitrato-reductasa soluble, es una flavoproteína que contiene flavin-dinucléotido (FAD) y molibdeno. El donador de hidrógeno específico es el NADPH (difosfato de nicotinamida adenín reducido). En plantas que poseen una adecuada provisión de carbohidratos respirables, la absorción del nitrógeno amoniacal es más rápida que la absorción del nitrato; aún a altos niveles de absorción del amoníaco, sólo se encuentran vestigios libres de éste en la planta.

Contrastando con ello, pueden encontrarse nitratos libres en los tejidos de plantas en cantidades relativamente altas. (3)

El metabolismo del nitrógeno en las plantas conduce a la síntesis de las proteínas, alcaloides, clorofilas y otras sustancias complejas. De ordinario el contenido de nitratos en las hojas es muy bajo, pero en las raíces es comparativamente muy alto, por eso se ha dicho que su cantidad disminuye de un modo continuo desde las finas raicecillas hasta la parte alta de la planta. (6)

D- EFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRATOS EN PLANTAS Y ANIMALES:

Tucker et.al. (1961) indican que las especies difieren considerablemente en su tendencia a acumular nitratos y que las cantidades más altas generalmente se presentan en el período de la prefloración. La absorción de nitratos es fomentada cuando la solución del suelo es ácida y cuando el fósforo es relativamente deficiente. El azufre está involucrado en la utilización de nitrógeno y su deficiencia por consiguiente contribuye a incrementar la cantidad de nitratos acumulados dentro de la planta. Relativamente, bajas temperaturas e intensidades de luz - promueven acumulaciones de nitratos, siendo estos factores los que reducen su utilización cuando la absorción es demasiado grande. (13)

Morris, Cancel y González (1958) encontraron bajo condiciones de pastoreo en Puerto Rico, un contenido de nitratos de potasio de 1,8% base seca, sin tener efectos tóxicos en bovinos. Bajo condiciones de corte, los rendimientos de pasto Guinea (Panicum maximum), Pangola (Digitaria decumbens), Pará (Brachia-
ria mítica), Estrella (Cynodón plectostachyus), Congo (Brachia-
ria ruzizensis), aumentaron fuertemente al incorporar niveles de nitrógeno de 448 Kgs/Ha/año y aún a ese nivel solamente se encontraron trazas de nitratos en el forraje. (2)

Kwistkowski y Pres. realizaron un estudio con dos grupos de ocho vacas lactando en dos estaciones experimentales; el pasto fue fertilizado con 248, 360, 200 y 400 Kgs de N/Ha/año. Fueron tomadas muestras de sangre, encontrándose un ligero aumento del contenido de hemoglobina (Hb). La metahemoglobina - (Mhb) (que se produce debido a la reacción del nitrito con el hierro de la hemoglobina, interviniendo en su función transportadora de oxígeno, lo cual produce la intoxicación en el animal) alcanzó en vacas alimentadas con pasto altamente fertilizado - con nitrógeno, un promedio de 1.42 - 2.55% y en casos individuales hasta de 6.6% del total de Hb, siendo el nivel crítico del 60 - 80%. (7)

Rinne, en experimentos realizados desde 1964 hasta 1968 en dos centros en Finlandia, con pasturas fertilizadas usando de 100 a 300 Kgs de N/Ha/ pudo determinar en uno de los centros experimentales, un 0.42 - 1.22% de nitratos sin ningún efecto nocivo al ganado. (10)

Dickson y Macphee hicieron aplicaciones de nitrógeno en seis lugares homogéneos a intervalos de 21 días usando 100, 400 y 700 Kgs de N/Ha/año durante 1973. Ovejas y corderos fueron sometidos a pastoreo rotacional en esas áreas; el nitrato contenido en el pasto fue medido inmediatamente después del pastoreo; se tomaron muestras de sangre en ovejas y corderos a intervalos fijos para estimar la Mhb y la concentración máxima - de nitratos fue de 0.67% base seca, sin encontrarse efectos nocivos. (4)

Sin embargo, aún niveles menores reportados por Muhever et al. (1965) alimentando ganado con forrajes conteniendo niveles subletales de nitratos, tuvieron problemas reproductivos y en la lactancia, asumiendo un valor crítico de 0.07% de nitratos base seca. (13)

Pero Wright y Davison (1964) estimaron que los forrajes

conteniendo más de 0.34 - 0.45% de nitratos base seca pueden ser considerados como potencialmente tóxicos. (13)

Animales con un buen plan nutricional, consumiendo alimento con altos niveles de carbohidratos y con buena calidad proteica, pudieron consumir una dieta con 2 - 5% de nitratos por un tiempo tan largo como el necesario para llegar a una buena producción láctea o bien para ser engordados, sin sufrir efectos tóxicos. (9)

IV. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se efectuó en la finca "La Virgen" municipio de Oratorio, Departamento de Santa Rosa, bajo las condiciones climáticas siguientes:

Precipitación pluvial de:	1235 mm
Temperatura media anual de:	24°C
Humedad relativa de:	73 %
Altitud de:	250 msnm
Ubicación:	Latitud: 14°20'
	Longitud: 90°10'

A- Tratamientos:

Se utilizaron tres tratamientos y tres repeticiones (potreros de tres manzanas c/u) en un diseño de bloques al azar con tres submuestras por repetición:

1. Cada uno de los tres potreros con pasto Estrella Africana fue dividido en tres partes iguales de una manzana cada uno.
2. Cada potrero tuvo una repetición de los tres tratamientos que fueron:
 - a) Testigo, o sea sin recibir fertilizante.
 - b) Urea, aplicando 250 Kgs de N/Ha/año (384 Lbs de N/Mz/año)
 - c) Nitrato de amonio con igual dosis que la anterior.
3. El día de inicio se aplicó el fertilizante, es decir, al principio del período de recuperación del pasto y se procedió al muestreo durante cuatro semanas consecutivas, muestreando los días lunes, miércoles y viernes de cada semana.

B- Muestras:

A partir del segundo día de la aplicación del fertilizante

te se tomaron al azar tres submuestras de pasto de cada repetición en los diferentes tratamientos, hasta completar 12 series de muestras durante las cuatro semanas del proceso. Las muestras incluyeron tallos y hojas (lámina y vaina) tratando de asemejar el material consumido por el animal. Este material fue trasladado en bolsas plásticas al laboratorio, en donde se procedió a su secado en horno eléctrico a 60°C y luego molido en partículas muy finas para ser sometidas a la determinación de nitratos según la adaptación de las técnicas de la Orión Research y el método del Acido Fenoldisulfónico. (**)

La solución extractora de nitratos se compone de los siguientes reactivos:

- 16.7 grs. de Sulfato de Aluminio
- 1.2 grs. de Acido Bórico
- 4.7 grs. de Sulfato de Plata
- 2.4 grs. de Acido Sulfámico

llevados a 900 cc con agua destilada y se ajustó el pH con Acido Sulfúrico concentrado. Luego se completó a un litro de solución. Se tomó 1.0 gramo de la muestra de pasto molido y secado al horno. Se agregaron 50 cc de la solución extractora, agitando por 10 minutos; luego se eleva el pH a 7 con hidróxido de aluminio más 0.5 grs de carbón activado, se agita y se filtra. El filtrado se seca en baño de María para luego agregar 1 cc de ácido fenoldisulfónico y se raspan las sales. Se agregan 10 cc de agua destilada y de 6 - 7 de hidróxido de amonio para dar el color amarillo característico y llevar así a un volumen de 30 cc; tomándose 10 cc se llevan a un colorímetro para determinar la concentración de nitratos en las muestras, la que se expresa en partes por millón (ppm).

(**) Comunicación personal, Lic. Carlos Ovalle, INCAP, 1979.

Para la determinación del nitrógeno orgánico de las muestras, se utilizó el método de Microkjendhal empleando un auto-analizador y expresando los valores medidos en porcentaje (%).

El diseño experimental usado fue el de bloques al azar, y el análisis estadístico el de Análisis de Varianza con submuestras.

Para determinar la variación en el contenido de nitratos y nitrógeno orgánico en plantas tratadas o no, en función de la edad, se calcularon ecuaciones de regresión lineales y cuadráticas, para establecer a qué comportamiento se ajustaban los contenidos a lo largo del tiempo. Además, se calcularon correlaciones lineales simples y cuadráticas para detectar cuántos días después se presentaban las variaciones de N-org, con respecto a variaciones de la misma naturaleza (tendencia) en el contenido de nitratos en las plantas para cada tratamiento.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido de nitratos encontrados en el pasto Estrella Africana tratado con diferentes fuentes de nitrógeno, varió desde 2.9 y 18.8 hasta 63.9 y 122.1 ppm en el material que recibió urea y nitrato de amonio respectivamente. Los contenidos encontrados en el pasto no tratado variaron desde 2.1 a 11 ppm, lo anterior puede observarse en el cuadro No. 1 y la gráfica No. 1.

Estadísticamente sólo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos durante los primeros 9 días de crecimiento del pasto después de la aplicación, sin embargo, las diferencias no fueron entre todos los tratamientos sino únicamente entre el testigo que no recibió tratamiento alguno y el pasto que recibió nitrato de amonio. El testigo fue igual al tratamiento con urea, así mismo, éste último fue semejante al de nitrato de amonio, ver cuadro No. 2. Al observar las concentraciones de nitratos en los datos del testigo (ninguna aplicación de nitrógeno) y del que recibió urea, es posible sospechar de una diferencia importante, lo que posiblemente en el análisis estadístico fue enmascarado por la magnitud del error muestral según el cuadro No. 3.

Los tiempos de recuperación del pasto después del tratamiento, que fueron requeridos para alcanzarse las máximas concentraciones de nitratos en la planta, variaron según la fuente de nitrógeno, siendo primero donde se aplicó el nitrato de amonio (a los 6 días) y luego donde se utilizó urea (a los 9 días) (ver gráfica No. 1 y cuadro No. 1). Las mayores concentraciones alcanzadas en nitratos por plantas que recibieron nitratos de amonio, sobre las que recibieron urea se debe a las diferencias en la velocidad de transformación de nitratos en otras formas de nitrógeno dentro de la planta y la velocidad de absorción de nitratos disponibles en forma inmediata, fenómeno favorecido por la alta concentración de nitratos en la so

lución del suelo como consecuencia de la aplicación de nitrato de amonio. Este proporciona al pasto el nitrato directamente, más el ión de amonio, el cual sufre transformación para estar así disponible a la planta. En el caso de urea, ésta reacciona en el suelo originando amoniaco y dióxido de carbono; el amoniaco sufre posteriormente el proceso de nitrificación para luego dejar a disposición de la planta el ión nitrato, principalmente en los primeros días posteriores a la aplicación del fertilizante.

Los valores de nitratos fueron en términos generales, superiores para el caso de las plantas que recibieron nitrato de amonio en relación a las que recibieron urea a lo largo de todo el período experimental.

Las concentraciones de nitrógeno orgánico en el pasto sometido a las distintas fuentes nitrogenadas varió desde 1.4, 1.6, 1.5 hasta 2.0, 2.7 y 2.7% para los tratamientos que no recibieron ningún producto, urea y nitrato de amonio respectivamente (Ver gráfica No. 1 y cuadro No. 4). La mayor parte de las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas, excepto en aquellas muestras recolectadas del día 11 hasta el 18 después de la aplicación del tratamiento, siendo únicamente importantes las diferencias entre el tratamiento testigo y el que recibió nitrato de amonio, e iguales testigo-urea y urea-nitrato de amonio (ver cuadro No. 2).

En este caso también es muy posible que no se detectaran diferencias significativas entre testigo-urea debido a la magnitud del error muestral, sin embargo, la tendencia es de que haya mayor semejanza entre los pastos que recibieron urea y nitrato de amonio que entre el testigo-urea (ver cuadro No. 5).

El comportamiento del contenido de nitratos y nitrógeno orgánico a lo largo del tiempo, después del corte y la aplicación del fertilizante nitrogenado, se ajustó mejor a ecuación -

nes cuadráticas cuando se aplicó algún fertilizante (y a línea les cuando no se fertilizó) (ver gráficas Nos 2 y 3). Esto quiere decir que aunque la aplicación del fertilizante incrementó sus contenidos en un período breve, éstos tendieron en un plazo mayor, a igualar el de aquellas plantas que no recibieron nada.

Este cálculo se hizo a partir del 6to. día del experimento, pues al iniciarse con valores previos, los coeficientes de confiabilidad (R^2) fueron mucho menores a los que muestran las ecuaciones, ello puede deberse a que las primeras muestras tomadas no reflejaron un comportamiento coherente con el resto; ello es explicable porque en tan poco tiempo después del corte se haya incluido más material viejo que de aquel proveniente o resultante del efecto de los tratamientos considerados.

Para establecer cuántos días después de llegarse a los niveles mayores de nitratos en las plantas, se alcanzaron las mayores concentraciones de nitrógeno orgánico en ellas, se calcularon regresiones entre los valores de nitratos en la planta para determinados días y los valores alcanzados para las concentraciones de nitrógeno orgánico en ellas de 2 a 7 días después de cada valor de nitrato considerado. Las correlaciones fueron mayores al desfazar de 5 a 6 y de 6 a 7 días (los valores de las concentraciones respectivas) obteniéndose valores de 0.96 y de 0.998 para urea y nitrato de amonio respectivamente. Por otra parte, las correlaciones no desfasadas entre el contenido de nitratos y el de nitrógeno orgánico para el testigo, dio un valor de 0.79, en el caso de la urea fue de 0.54 y de 0.36 para el tratamiento a base de nitrato de amonio.

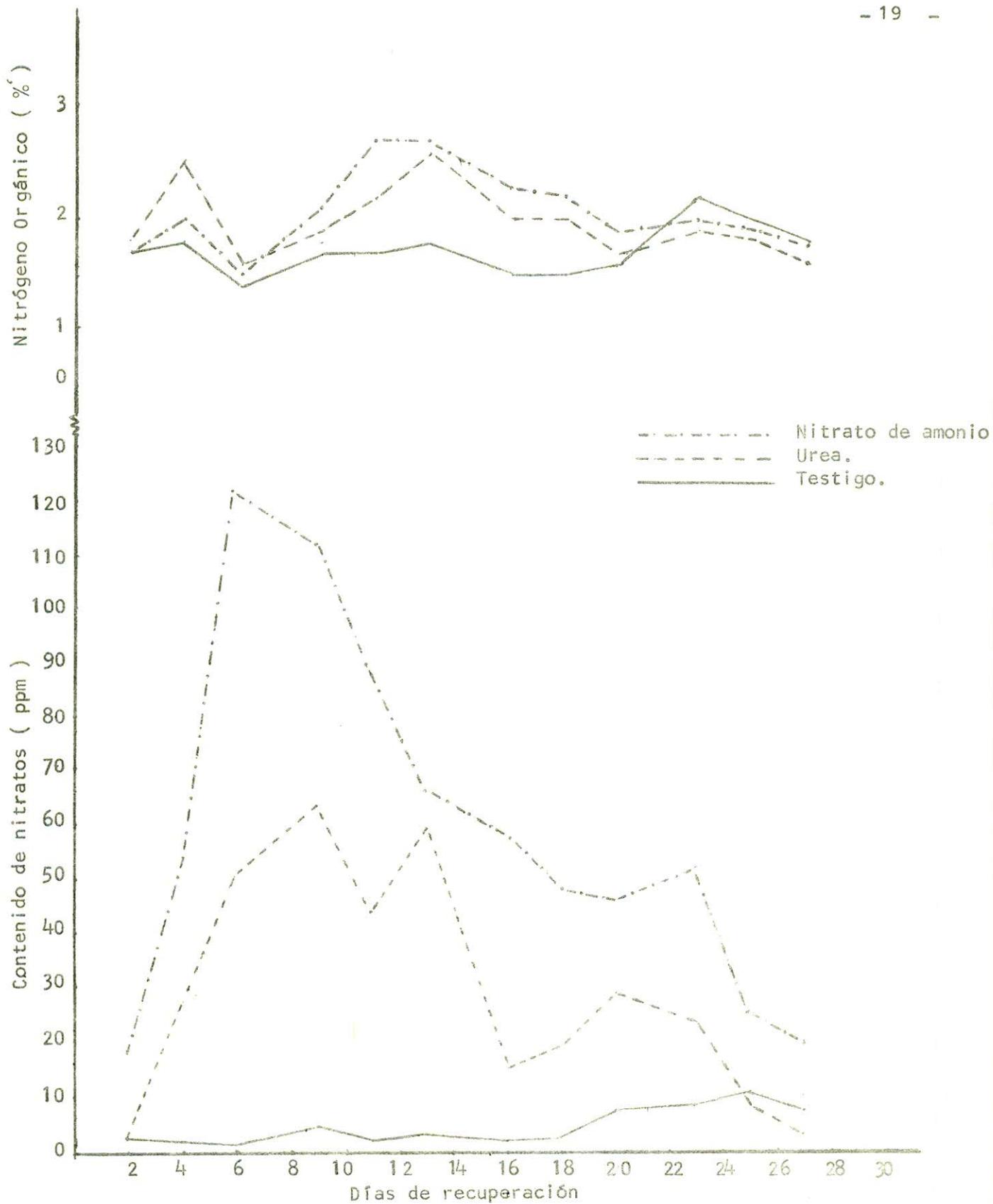
Lo anterior indica que debido a la más larga metaboliza-ción del nitrógeno orgánico en la planta, los máximos valores se presentaron posteriores a los máximos valores de nitratos. En el caso del nitrato de amonio, la diferencia de días entre las máximas concentraciones es mayor que para la urea, debido

a la disposición instantánea de materia prima como nitratos pa
ra metabolizar y la posibilidad de metabolizarlos rápidamente
a nitrógeno orgánico. Caso contrario sucede con la urea, por
disponer de menor cantidad de nitratos como materia prima in-
mediata.

CUADRO No 1.

Contenido de nitratos en pasto Estrella Africana durante el periodo de recuperación para los tratamientos a base de Nitrato de Amonio, Urea y Testigo. (ppm).

Días de recuperación del pasto	T r a t a m i e n t o s		
	Nitrato de Amonio	Urea	Testigo
2	18.8	2.9	2.4
4	54.6	27.6	2.1
6	122.1	50.7	1.6
9	112.7	63.9	4.5
11	88.1	44.4	2.1
13	66.4	59.7	3.1
16	58.7	15.4	2.2
18	48.5	19.7	2.8
20	46.6	29.1	7.2
23	52.3	23.4	8.5
25	25.5	8.8	11.1
27	20.1	3.0	7.3



GRAFICA No. 1 Interrelación entre el contenido de Nitratos (ppm) y el de Nitrogeno orgánico (%) en el pasto Estrella Africana durante el periodo de recuperación para los tratamientos Nitrato de Amonio, Urea y Testigo.

Cuadro No. 2

Separación de medias de los tratamientos utilizando la prueba de Duncan. (P 0.05%)

Edad (Días)	N-NO ₃	N-Orgánico.
2	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Urea-Nitrato-Testigo</u>
4	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Urea-Nitrato-Testigo</u>
6	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Urea-Nitrato-Testigo</u>
9	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>
11	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>
13	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>
16	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>
18	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>
20	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>
23	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Testigo-Nitrato-Urea</u>
25	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Testigo-Nitrato-Urea</u>
27	<u>Nitrato-Urea-Testigo</u>	<u>Testigo-Nitrato-Urea</u>

CUADRO No 3

Valores calculados de F para concentración de nitratos de los diferentes periodos de recuperación del pasto.

Edad (días)	"F" tratamientos	"F" error muestral
2	3.75*	25.75***
4	15.79***	1.12
6	19.32***	5.71***
9	12.25***	2.69**
11	4.12*	7.78***
13	7.55**	2.92**
16	5.88*	8.14***
18	0.36	3.85***
20	1.42	3.02**
23	1.48	9.22***
25	0.66	3.91**
27	1.66	2.26*

Significancia al 1% de probabilidad (***)
 Significancia al 5% de probabilidad (**)
 Significancia al 10% de probabilidad (*)

CUADRO No. 4

Contenido de Nitrógeno orgánico (%) en pasto Estrella Africana durante el periodo de recuperación para los tratamientos a base de Nitrato de Amonio, Urea y Testigo

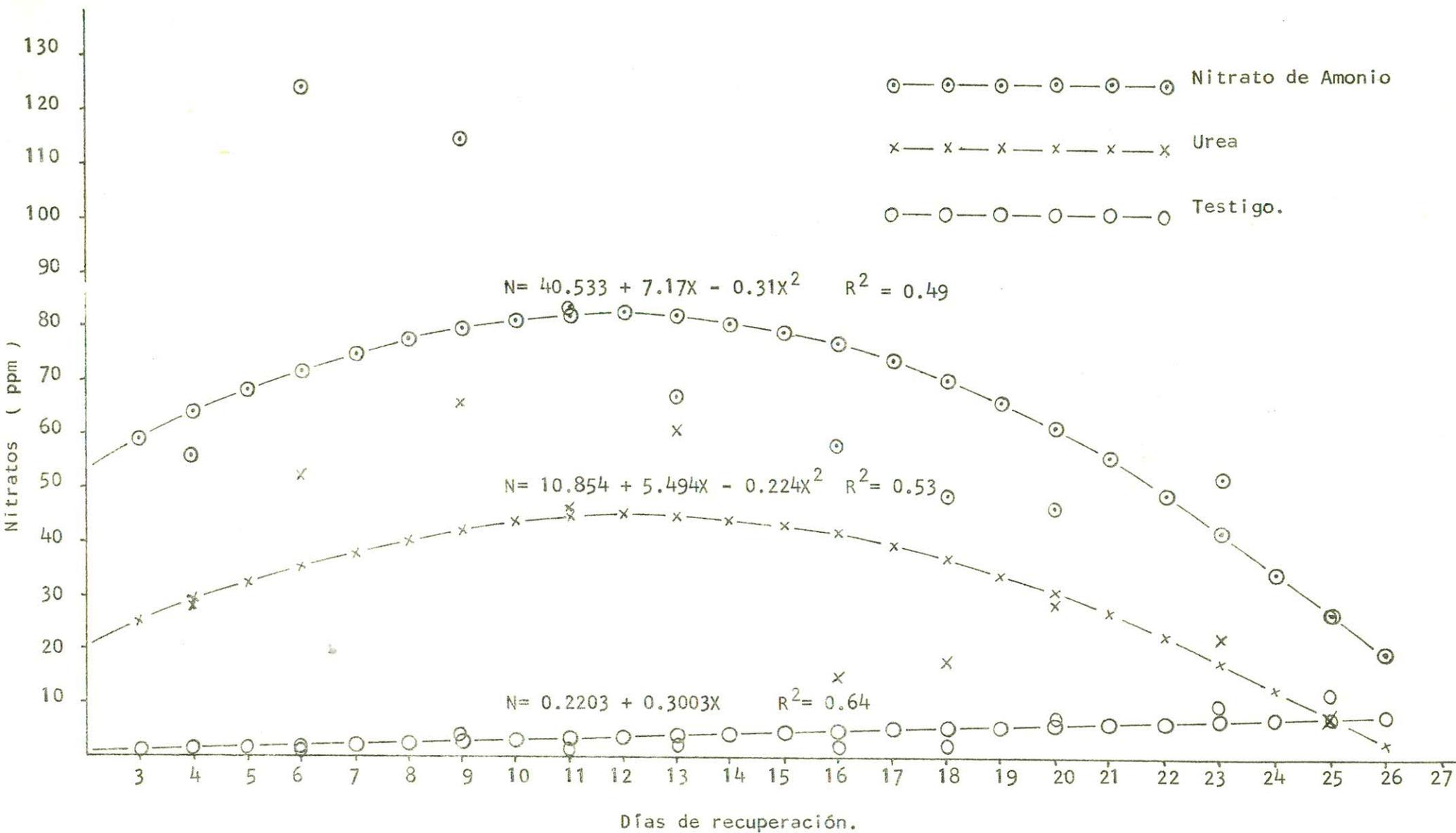
Días de recuperación del pasto	T r a t a m i e n t o s		
	Nitrato de Amonio	Urea	Testigo.
2	1.7	1.8	1.7
4	2.0	2.5	1.8
6	1.5	1.6	1.4
9	2.1	1.9	1.7
11	2.7	2.2	1.7
13	2.7	2.6	1.8
16	2.3	2.0	1.5
18	2.2	2.0	1.5
20	1.9	1.7	1.6
23	2.0	1.9	2.2
25	1.9	1.8	2.0
27	1.8	1.6	1.8

CUADRO No 5

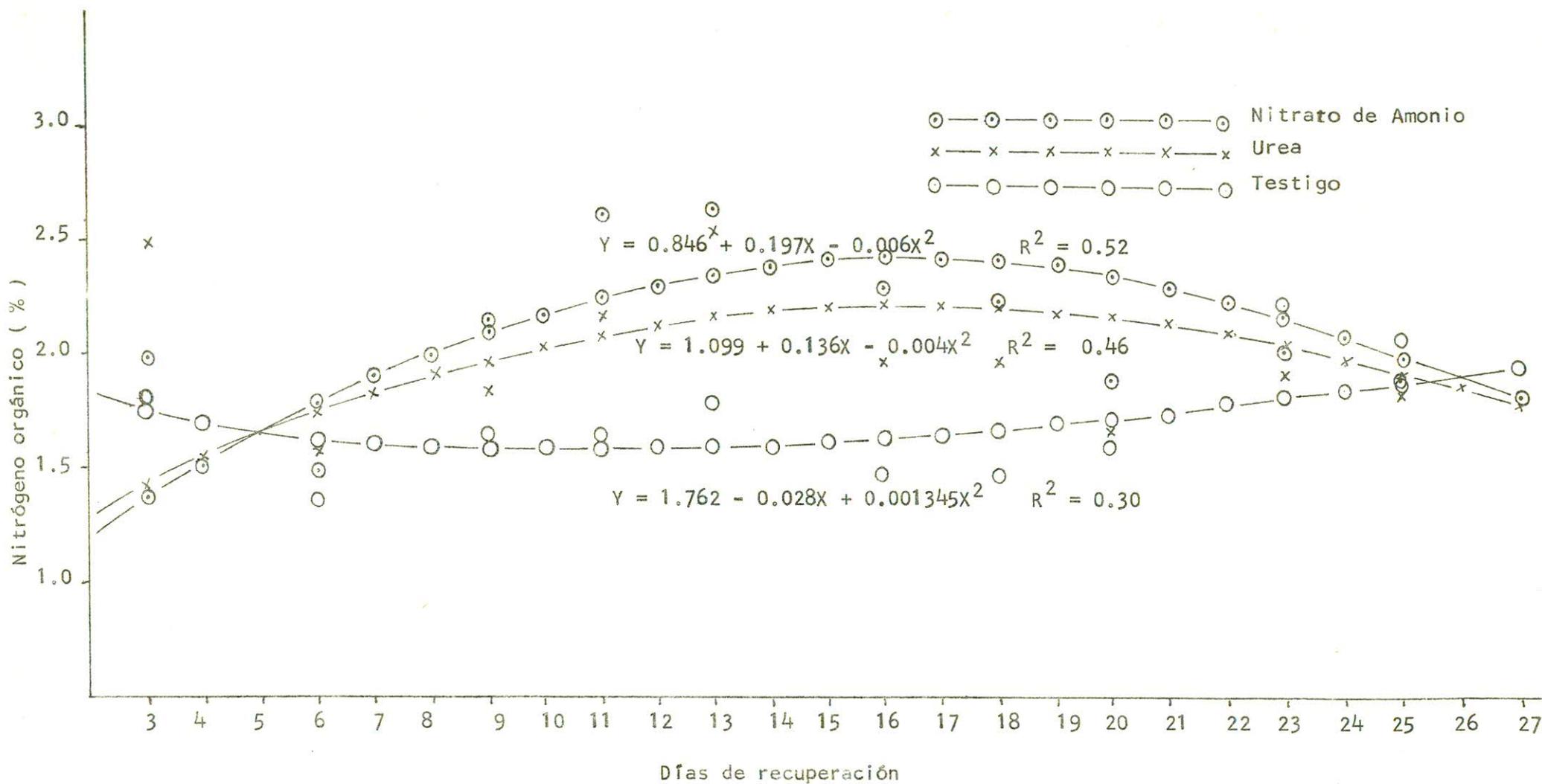
Valores calculados de F para concentración de N-Orgánico de los diferentes periodos de recuperación del pasto.

Edad (días)	"F" tratamientos	"F" error
2	5.9*	0.68
4	6.63**	1.03
6	1.32	1.64
9	0.85	8.06***
11	12.33***	1.71
13	6.32**	2.01
16	13.5 ***	1.35
18	9.14**	3.1 **
20	0.45	3.65**
23	0.49	5.2 ***
25	0.15	5.8 ***
27	0.74	2.8 **

Significancia al 1% de probabilidad (***)
 Significancia al 5% de probabilidad (**)
 Significancia al 10% de probabilidad (*)



GRAFICA No. 2 Polinomio cuadrático ajustado a contenido de nitratos (Y) y días de recuperación (X) para los diferentes tratamientos del pasto Estrella Africana.



GRAFICA No 3 Polinomio cuadrático ajustado a contenido de Nitrógeno orgánico (Y) y días de recuperación (X) para los diferentes tratamientos del pasto Estrella Africana.

VI. CONCLUSIONES

1. La fuente de nitrógeno que se use como fertilizante, sí - tiene efecto sobre el contenido de nitratos que presenta la Estrella Africana.
2. El nitrato de amonio determinó los mayores contenidos de nitratos en la planta y en un plazo menor, que aquel material que recibió urea como fertilizante.
3. El contenido de nitratos en la planta a lo largo del período experimental varió ostensiblemente, presentándose las mayores concentraciones los días 6 y 9 después de la aplicación del fertilizante para los tratamientos a base de nitrato de amonio y urea respectivamente.
4. Las correlaciones que se establecieron entre el contenido de nitratos y nitrógeno orgánico fueron de 0.63, 0.37 y 0.13 para el testigo, urea y nitrato de amonio respectivamente.
5. Las correlaciones desfasadas en 5-6 días y en 6-7 días entre el contenido de nitratos y nitrógeno orgánico para los tratamientos con urea y nitrato de amonio, fueron de 0.96 y 0.99 respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aumentar el número de muestras a tomar por cada dato a obtenerse con respecto a lo usado en este estudio, y ajustándose desde luego a la variabilidad que manifieste la variable a estudiar.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Black C., A. Relaciones suelo-planta. Trad. Armando Rabuffetti. Argentina, Hemisferio Sur, 1975. p. 85 - 89.
2. Bornemisza E. y Alvarado, A. Manejo de suelos en la América tropical. U.S.A., North Carolina State University, Science Department Consortium on Soil, 1974. p. 129 - 134.
3. Devlin, R. M. Fisiología vegetal. 3a. ed. Barcelona, España, Omega, 1976. p. 342 - 350.
4. Dickson I., A. y Macpheson, A. The effects on ewes and lambs of grazing pasture containing different levels of Nitrate-Nitrogen. Journal of the British Grassland Society (England), 1976. p. 129 - 134.
5. Hall A., D. Estudios científicos del suelo. 5a. ed. Madrid, España, Aguilar, 1961. p. 51 - 55.
6. James W., O. Introducción a la fisiología vegetal. 6a. ed. Trad. Javier Llimona Pages. Barcelona, España, Omega, 1967. p. 63 - 72.
7. Kwiatkowski, T. y Pres, J. The influence of high N fertilization of pastures on metabolism and changes of blood constituents in dairy cows. Neherland, Archivum Weterynaryjne, 1975. p. 445 - 454.
8. Molina Llardén, M. Microbiología del suelo y técnicas fitopatológicas. Guatemala, Editorial Universitaria, 1975. p. 15 - 18.

9. Murray E., F. Poisonous plants in Harvest Feeds. U.S.A. University of California, School of Veterinary Medicine, 1976. p. 76 - 80.
10. Rinne, K. The chemical composition of pasture herbage affected by different levels of nitrogen fertilization. Journal of the Scientific Agricultural Society (Finland), 1976. p. 305 - 361.
11. Tisdale S., L. y Nelson W., L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. Jorge Balasck y Carmen Piña Montaner. Barcelona, España, 1966. p. 135 - 155.
12. Thomson M., L. El suelo y su fertilidad. 2a. ed. Madrid, España, Reverte, 1962. p. 190 - 208.
13. Whitehead D., C. Nutrients minerals in grassland herbage. Finland, The Grassland Research Institute Hurley, - Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, - 1966, p. 15 - 17.

10/00
Olga Ramirez
Olga Ramirez
Bibliotecaria



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"




DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O