

**EFFECTO DE DOS INHIBIDORES DE LA NITRIFICACION  
SOBRE LA CONCENTRACION DE NITRATOS EN PASTO  
“ELEFANTE” *Pennisetum purpureum*, Schum.\***

**CESAR A. MUÑOZ Q.\*\*  
HENRY A. GRAJALES I.  
HUGO SANCHEZ G.**

**RESUMEN**

En la granja Mario González Aranda, propiedad de la Universidad Nacional de Colombia (Palmira-Valle) se realizó un ensayo tendiente a cuantificar el proceso de conversión de amonio a nitrato en el suelo y las concentraciones de este ión en el pasto Elefante *Pennisetum purpureum*, Schum. Se comparó el grado de inhibición de dos productos inhibidores de la nitrificación (Sulfatiazol, N-Serve) y las tendencias sobre el proceso en estudio, según la fuente (Urea, Nitrón 26) y las dosis de nitrógeno (100,200 Kg. N./Ha), aplicado al pasto. Se encontró que las concentraciones de nitratos en los suelos y en el tejido vegetal del pasto tendieron a incrementarse a medida que se sumentaban los niveles de fertilización nitrogenada. La efectividad de los productos químicos inhibidores se encuentra determinada por los niveles de fertilización nitrogenada empleados y en algunos casos, por las condiciones medioambientales presentes.

**INTRODUCCION**

En la actualidad la fertilización nitrogenada es la herramienta más utilizada para tratar de aumentar la producción de los cultivos. Debido a que la forma nítrica es la más utilizada por la planta para continuar su metabolismo, se recurre a veces, directamente a los nitratos, los cuales, bien sea por su gran cantidad o bajo ciertas condiciones se acumulan, constituyéndose en sustancias potencialmente tóxicas para los ganados.

---

\* Resumen del trabajo dirigido para optar al título de Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional. Palmira.

\*\* Respectivamente,  
– Estudiantes que desarrollaron el trabajo.  
– El segundo es actualmente Instructor Asociado Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia-Bogotá.  
– Director trabajo - Zootecnista MSc - Profesor Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Nacional de Colombia - Palmira

Algunas plantas por sus particularidades fisiológicas son notables por su tendencia a acumular altos contenidos de nitrato y nitritos. El *Pennisetum purpureum*, Schum, pasto "Elefante" es una gramínea utilizada como pasto de corte, aunque también para pastoreo en algunas regiones. Se ha descrito la intoxicación por nitratos acumulados en este pasto en bovinos del Valle del Cauca (Colombia). El estado de fertilidad del suelo sumado a condiciones climáticas favorables parecieron influir en la acumulación de nitratos en el pasto. Guzmán y Col. (³).

Se tiene conocimiento de las consecuencias que acarrea la intoxicación por nitratos: abortos, reducción en la producción lechera, interferencia deletérea en la transformación del caroteno en vitamina A. Casos de muerte han sido señalados en diversos países. Rilancio (⁷) . También se ha reportado intoxicación por nitratos indistintamente tanto en equinos como en bovinos, considerándose que son más afectados los últimos porque su metabolismo y absorción de nitrato y la reducción de productos ocurre en el rumen, anterior al estómago. Bradley et al (1939 a,b) en los Estados Unidos, y Remington y King (1933) en Sudáfrica, reportados por Wright and Davinson(⁸) .

En Colombia el problema de acumulación de nitratos en plantas forrajeras es de notable incidencia en el proceso productivo de la ganadería. El Nitrato (¹) .

Considerando lo expuesto, se pensó en la utilización de inhibidores de la nitrificación, importantes como "retardadores" de la conversión del amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) a Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) . De esta forma se trazaron como objetivos de este trabajo:

1. Cuantificar el proceso de conversión de amonio a nitrato en el suelo y las concentraciones de este ión en el pasto Elefante *Pennisetum purpureum*. Schum, a dos de corte.
2. Comparar el grado de inhibición y las tendencias sobre el proceso en estudio, según la fuente y las dosis de nitrógeno aplicado al pasto.
3. Delinear algunas pautas de procedimiento con respecto a la factibilidad de uso de los inhibidores de la nitrificación.

## METODOLOGIA

El trabajo de campo se realizó en la granja "Mario González Aranda" de propiedad de la Universidad Nacional, ubicada en el Municipio de Palmira, Departamento del Valle, Colombia. La duración del trabajo fue de siete meses: marzo a octubre de 1984.

Se utilizó para el ensayo un lote sembrado en pasto Elefante *Pennisetum purpureum* Schum, que tenía entre uno y dos años de establecido. También se utilizaron para los tratamientos dos fuentes nitrogenadas (Urea y Nitrato de amonio) y dos productos inhibidores de la nitrificación (NServe y Sulfatiazol).

El experimento se dividió en dos fases cada una de 56 días (frecuencia de corte) que siguieron a un corte de uniformización..En cada fase se hicieron evaluaciones a los 42 y 46 días.

Los tratamientos aplicados fueron: 1) Urea (100Kg N/Ha); 2) Urea (200 Kg N/N%);

3) Urea (100 Kg N/Ha) + Sulfatiazol (0.5 gr/Kg Urea); 4) Urea (200 Kg N/Ha) + Sulfatiazol (0.5 gr/Kg Urea); 5) Urea (100 Kg N/Ha) + N-Serve (3 It/Ha); 6) Urea (200 Kg N/Ha) + N-serve (3It/Ha); 7) Nitrón 26 (100 Kg N/Ha); 8)Nitrón 26 (200 Kg N/Ha); 9). Testigo.

Las unidades experimentales estaban construidas por parcelas de 50 m<sup>2</sup> (10 mx5 m) con un área efectiva de muestreo de 24 m<sup>2</sup> (8 mx3 m).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar, por cuanto se trataba de obviar al máximo la variabilidad que se presentaba entre unidades experimentales en el área escogida. Fueron 4 bloques constituidos cada uno por 9 parcelas (No de tratamientos), es decir, 4 repeticiones de tratamiento.

Las variables Producción de Forraje Verde (PFV) y Relación Hoja; Tallo (R H:T) se midieron a nivel de campo al momento del corte, en cada fase, 56 días de edad del pasto. Para la evaluación de la variable producción de forraje verde se utilizó el método del cuadrado denudado; para la evaluación de la variable relación hoja: tallo se tomaron 12 plantas al azar del material cosechado en cada parcela, se les separaban las hojas de los tallos y se tomaban el peso de cada parte por separado. Se estableció la proporción usando el indicativo 1 para la fracción hojas y la otra cifra para la variación del tallo.

Las otras variables: concentración de nitratos en tejido vegetal y concentración de nitratos en suelos se midieron a nivel de laboratorio, con evaluaciones a los 42 y a los 56 días en cada fase. En la determinación de la concentración de nitratos en tejido vegetal, se obtenía 1 Kg. de muestra de forraje verde y se llevaba al laboratorio para su análisis inmediato; se empleó el método de Harris, L.: Determinación de Nitratos y Nitritos en forrajes por colorimetría. Para la determinación de nitratos en suelos, las muestras se tomaban de las capas superiores del perfil de cada parcela, se secaban, se molían y se pasaban por un tamis, el método utilizado para la determinación fue el del Acido 2,4 Fenoldisulfónico. La información obtenida en el ensayo se analizó estadísticamente mediante pruebas de F, DMS, Ducam y DHS.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### PRODUCCION DE FORRAJE VERDE (P.F.V.)

Se hizo evidente el incremento en la producción de forraje verde cuando se utilizó la fertilización nitrogenada, indistintamente de la fuente, tanto en la fase I como en la fase II.

La mayor producción de forraje verde se obtuvo con la aplicación del Nitro 26: en la fase I, utilizando un nivel de 200 Kg N/Ha (T8). La producción promedia fue de 10.4 kg/m<sup>2</sup>, en la fase II a un nivel de 100 Kg N/Ha (T7), el rendimiento promedio fue de 10.6 kg/m<sup>2</sup> y con 200 Kg N/Ha (T8) de 10.43 kg/m<sup>2</sup>

Podría explicarse esto, debido a que el Nitrón 26 tiene una mayor rapidez de acción que la Urea; este fertilizante aporta al cultivo el nitrógeno directamente en forma de nitrato, que es la principalmente utilizada por la planta.

Los inhibidores de la nitrificación empleados no mostraron diferencia significativa estadísticamente en cuanto a producción de forraje, ni entre ellos ni entre las demás fuentes nitrogenadas.

En los tratamientos en que fue empleada la Urea tratada con Sulfatiazol (T3 y T4) en ambas fases, se observó una tendencia a disminuir la producción de forraje a medida que se aumentaba el nivel de fertilización; sin embargo, estadísticamente no se encuentra diferenciaciones superiores a las de los demás tratamientos, al mismo nivel; para el caso del Nitrón 26, más de 30 Tn/Ha. Y para la Urea tratada con Sulfatiazol entre 15 y 25 Tn/Ha (Tabla 1).

### RELACION HOJA: TALLO (R H:T)

La mayor relación promedia Hoja: Tallo (1:1,80) se presentó en la fase I cuando se aplicaron los tratamientos Urea 200 Kg N/Ha (T2) y Urea 100 Kg N/Ha, tratada con Sulfatiazol (T3). La menor (1: 1,38) en la fase II, al aplicar el tratamiento Urea 200 Kg N/Ha más N-Serve (T6).

En la tabla 2 pueden observarse las relaciones Hoja:Tallo promedio para las fases I y II respectivamente. La mejor relación se da en la fase II, donde se presentó también la mayor producción de forraje verde. Puede afirmarse entonces, que las variables Relación Hoja:Tallo y Producción de Forraje Verde están influenciadas en mayor o menor grado por la precipitación.

Se detecta la tendencia a hacer menor la relación Hoja:Tallo cuando se emplea Urea más N-Serve a niveles de 200 Kg/Na (T6) en ambas fases en comparación con los demás tratamientos al mismo nivel.

**TABLA 1 PROMEDIOS DE PRODUCCION DE FORRAJE VERDE  
(kg/m<sup>2</sup>) PASTO "ELEFANTE" (Corte a los 56 días)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{x}$	D.M.S. (P < 0.10)
FASE I	6.98	7.16	8.35	7.18	6.78	7.03	6.94	10.40	5.66	7.39	2.63
FASE II	7.48	8.20	10.05	7.25	7.15	6.65	10.60	10.43	4.68	8.05	2.84
$\bar{x}$	7.23	7.68	9.2	7.21	6.96	6.48	8.77	10.41	5.17	7.72	

**TABLA 2. PROMEDIO DE LA RELACION HOJA:TALLO DEL FORRAJE VERDE EN PASTO "ELEFANTE" (Corte a los 56 días)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{x}$	D.M.S. (P < 0.10)
FASE I	1.78	1.80	1.80	1.78	1.60	1.50	1.65	1.75	1.63	1.70	0.32
FASE II	1.63	1.58	1.65	1.70	1.60	1.38	1.73	1.75	1.43	1.61	0.32
$\bar{x}$	1.70	1.69	1.72	1.74	1.60	1.44	1.69	1.75	1.53	1.65	

Si bien, se aprecian ciertas diferencias que pueden tener importancia biológica entre tratamientos aplicados, el análisis estadístico indica que éstas no son significativas a excepción de la comparación entre inhibidores a niveles altos de fertilización nitrogenada (Tabla 2).

#### **CONCENTRACION DE NITRATOS EN EL TEJIDO VEGETAL**

Los resultados de los análisis muestran generalmente que a medida que aumenta la edad del pasto, decrecen las concentraciones de nitratos.

**TABLA 3. PROMEDIO DE CONCENTRACION DE NITRATOS ( $\text{NO}_3^-$ ) EN TEJIDO VEGETAL  
(p.p.m. B.S) PASTO "ELEFANTE"**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{x}$	D.M.S ( $P < 0.10$ )
FASE I	$\bar{X}$ 42 DIAS	338.4	454.3	546.7	334.5	360.9	398.5	51939	596.2	126.4	408.4
	$\bar{X}$ 56 DIAS	272	497.1	438.4	273	126.2	529.7	356.8	926.4	208.2	403.1
	$\bar{X}$ FASE I	305.2	475.7	492.6	303.8	243.6	464.1	438.4	761.3	167.3	408.75
FASE II	$\bar{X}$ 42 DIAS	371.3	291.3	479.7	429.5	595	478.7	368.6	345.1	19.9	375.4
	$\bar{X}$ 56 DIAS	87.4	441.8	460.2	178.2	247.5	477.2	436.7	534.9	43.1	323.0
	$\bar{X}$ FASE II	229.4	366.6	470	303.9	421.3	478.0	402.7	440.0	31.5	349.2
$\bar{X}$ GENERAL	267.3	421.2	481.3	303.8	332.5	371.5	420.5	600.7	99.4	377.48	

En la tabla 3 se pueden ver los promedios obtenidos de la concentración de nitratos en tejido vegetal para ambas fases. Se comprueba así que las concentraciones de nitratos tienden a aumentar a medida que se incrementa el nivel de fertilización nitrogenada. Moeller y Thurman (6); Joshi y Prasad (4).

La concentración promedia general (377,48 ppm) no alcanza un nivel que pueda afectar la salud y/o la producción animal, sin embargo, algunos promedios por tratamiento sí sobrepasan la concentración mínima que puede en un momento dado causar problemas (Tabla 3).

En la fase II se encontraron menores concentraciones de nitratos, tanto a los 42 como los 56 días. Tal disminución de la concentración de nitratos con respecto a la fase I, podría ser aplicada, si se considera que, a pesar de haberse presentado mucha similitud en cuanto a temperatura ambiente promedio, el volumen total de precipitación fue mayor en la fase II, lo que traería como resultados mayores pérdidas de nitrógeno en el suelo, y por ende, menos posibilidades de acumulación de nitratos por las plantas (Tabla 3).

Haciendo un análisis particular de resultados respecto a las fuentes de nitrógeno empleados y considerando que los tratamientos que tenía producto inhibidor pueden tratarse como fuentes nitrogenadas, se tiene que: el Nitrato de Amonio, presenta las mayores concentraciones de nitratos a nivel de 200 Kg N/Ha (T8) excepto para los 42 días de la fase II. Estudiando las condiciones climatológicas que se dieron en el período de transición entre las dos fases evaluativas, durante el cual se incrementó la cantidad de precipitación, se puede asumir que debido a la característica higroscópica de este producto y a su alta solubilidad se vió afectada su acción (Tabla 3).

La Urea (T1-T2) y la Urea más el N-Serve (T5-T6) presentaron comportamientos muy similares, siendo bajas las concentraciones de nitratos a nivel de 100 Kg N/Ha y altas a niveles de 200 Kg N/Ha, pero, al igual que el Nitrón 26, el comportamiento a los 42 días de la fase II no mostró la misma tendencia, pudiendo ser explicado ésto por las mismas circunstancias que afectaron la acción del Nitrón 26.'

En los tratamientos donde se empleó N-Serve (T5-T6) se encontró que las concentraciones de nitratos eran menores al nivel bajo de fertilizante utilizado (100 Kg N/Ha) siendo esta observación la misma anotada por Ashwort et. al. (1975 - 1977); Nielsen et. al. (1967) y Prasad (1976), citados por Keeney (5). Muchos de los factores que regulan la nitrificación afectan la persistencia del nitrapyrin en el suelo, siendo éste su principal problema; la nitrificación es aumentada directamente cuando aumenta la temperatura del suelo, siendo éste su principal problema; la nitrificación es aumentada directamente cuando aumenta la temperatura del suelo más la persistencia del nitrapyrin disminuye a medida que aumenta la temperatura del mismo, porque en algunos suelos las temperaturas mayores aceleran la difusión e hidrólisis del nitrapyrin. Así la acumulación de nitratos en algunos suelos y por consiguiente en las plantas, puede aumentar al subir la temperatura del primero, incluso cuando el inhibidor se aplica a la dosis adecuada. Gerónimo(2).

El tratamiento en el cual se utilizó la Urea tratada con Sulfatiazol a un nivel de 200 Kg N/Ha(T4) presentó las menores concentraciones de nitratos (Tabla 4). Al igual que con las otras fuentes, los resultados fueron contrarios a los 42 días para la fase II, Joshi y Prasad (<sup>4</sup>) en un experimento con forraje de avena Avena Sativa L. obtuvieron resultados similares, demostrando que se podía reducir la concentración de nitratos con el empleo de la Urea tratada con Sulfatiazol.

El análisis para la variable concentración de nitratos en tejido vegetal, indica una diferencia significativa para la comparación Testigo vs. Aplicaciones en las fases I y II, a los 42 días y en la fase II a los 56 días. Igualmente se presenta diferencia significativa para la comparación entre-fuentes de nitrógeno en la fase I a los 42 días. Aunque los resultados por lo general no presentaron diferencias estadísticamente significativas por el alto error experimental ( $E^2$  entre 33 y 44%) el cual es causado principalmente por las variaciones entre bloques (replicaciones), la diferencia debe considerarse real o biológicamente significativa.

## CONCENTRACION DE NITRATOS EN LOS SUELOS

No se presenta claridad en los resultados de esta variable, no obstante se puede visualizar algunas tendencias. El promedio general de la concentración de nitratos a los 56 días es menor que el promedio general a los 42 días, para ambas fases (Tabla 5).

Al igual que el tejido vegetal, al incrementar los niveles de fertilización nitrogenada generalmente se aumenta las concentraciones de nitratos en el suelo, aunque las variaciones para los tratamientos donde se empleó Urea (T1-T2) y Urea tratada con Sulfatiazol (T3-T4) no fueron substanciales.

En los tratamientos en que se utilizó Urea más N-Serve (T5-T6), la tendencia a los 45 días fue contraria en las fases I y II. Se encontró que a niveles de 100 Kg N/Ha la concentración de nitratos era menor a los 56 días que a los 42 días, en ambas fases, y por el contrario, al emplear niveles de 200 Kg N/Ha la concentración fue mayor a los 56 días. (Tabla 5).

El comportamiento del N-Serve es bastante complejo, en este caso puede haberse visto afectada negativamente la actividad del nitrappyrin por la humedad del suelo, siendo hidrolizado a una forma inefectiva mucho más rápidamente. También es menos efectivo en suelos con alto contenido de materia orgánica pues ésta absorbe físicamente al inhibidor anulando su efecto.

En el análisis de varianza para la variable concentración de nitratos en el suelo tan solo se encuentra diferencia significativa para la comparación entre inhibidores a los 42 días, fase I y para la comparación entre fuentes de nitrógeno a los 42 días fase II.

**TABLA 5. PROMEDIO DE CONCENTRACION DE NITRATOS ( $\text{NO}_3^-$ ) EN SUELOS (pp.m. B.S)**

	1	.2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{x}$	D.M.S. ( $P < 0.10$ )
FASE I	$\bar{X}_{42 \text{ DIAS}}$	3.5	9.7	4.4	18.9	85.7	13.6	6.7	19.7	3.3	16.4
	$\bar{X}_{56 \text{ DIAS}}$	2.5	17.3	3.4	5.1	4.7	42.8	18.1	11.3	3.1	12.1
	$\bar{X}_{\text{FASE I}}$	3.0	13.5	3.9	12.0	45.2	28.2	12.4	15.5	3.2	15.2
FASE II	$\bar{X}_{42 \text{ DIAS}}$	4.1	35.4	24.1	9.6	52.5	9.6	68.7	158.5	2.3	40.5
	$\bar{X}_{56 \text{ DIAS}}$	2.3	11.0	7.8	15.3	8.1	137.2	12.4	48.9	2.3	124.6
	$\bar{X}_{\text{FASE II}}$	3.2	23.2	15.9	12.4	30.3	73.4	44.5	103.7	2.3	33.9
<b>GENERAL</b>	<b>3.11</b>	<b>18.17</b>	<b>9.95</b>	<b>12.23</b>	<b>37.76</b>	<b>50.81</b>	<b>28.47</b>	<b>59.65</b>	<b>2.76</b>	<b>24.58</b>	

**TABLA 4       $\text{NO}_3^-$  (B.S) EN TEJIDO VEGETAL, PASTO  
"ELEFANTE" (Corte a los 56 días)**

Niveles de Aplicación de Nitrógeno (kg/Ha)	FUENTES DE NITROGENO				
	U	U-S	U-NS	N 26	
FASE I	100	0.5440	0.8768	0.2525	0.7173
	200	0.9941	0.5406	1.0594	1.8529
	100	0.1748	0.9204	0.4949	0.8734
FASE II	200	0.8836	0.3563	0.9543	1.0697
U = Urea					
U-S = Urea tratada con Sulfatiazol					
U-NS = Urea más N-Serve					
N 26 = Nitrón 26					

Se realizó el análisis de covarianza para las variables concentración de nitratos en tejido vegetal (variable dependiente) y concentración de nitratos en suelos (variable independiente). Teóricamente existe una correlación positiva entre estas dos variables.

Este experimento aunque presentó generalmente coeficiente de regresión positivo, excepto para un caso, no permite afirmar que la relación entre las dos variables sea significativa.

A manera de información se presenta los coeficientes de regresión obtenidos:

Fase I	42 días	0.959 p.p.m. de nitratos
Fase I	56 días	2.850 p.p.m. de nitratos
Fase II	42 días	0.271 p.p.m. de nitratos
Fase II	56 días	0.432 p.p.m. de nitratos

Es decir, que al incrementar la concentración de nitratos en el suelo en una p.p.m. se produce un incremento en la concentración de nitratos en el tejido vegetal igual al valor que da el coeficiente de regresión, respectivamente para cada evaluación y en cada fase.

## **ABSTRACT**

**Effect of two Nitrification Inhibitors on Nitrate Accumulation in grass "Elefant" *Pennisetum purpureum* Schum.**

. In the Mario González Aranda farm, which is a property of National University of Colombia (Palmira-Valle) was realized an experiment intended to quantify the process of conversion of ammonium into nitrate in the ground and the concentrations of this ion on the Elefante grass, *Pennisetum purpureum* Schum.

It was compared the grade of inhibition of two inhibitors products of the nitrification (Sulfatiazol, N-Serve) and the tendencies on the studied process depending on the source (Urea, Nitron 26) and the quantity of nitrogen (100, 200 Kg N/Ha) applied on the grass. It was found that the concentrations of nitrates on the grounds and the vegetal tissue stretched to intensity at the same time as were increase the levels of nitrogenous fertilization and in some cases for the present environment conditions.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY; SOIL SCINCE SOCIETY OF AMERICA, Nitrification inhibitors - Potencial and Limitations. Special Publication Number 3. Wisconsin, 1980. 129p.
2. BOWEN, JE., y KRATKY, B.A. Desnitrificación, agricultura de las Américas (Colombia) v. 33. No. II p. 18-22 1984.
3. BRITISH PHARMACEUTICAL CODEX Sulphathizaolum (Sulphathizol) London 1949. p. 8830884.
4. BRUNKEN, J. A. systematic study of Pennisetum sect Pennisetum gramineae. American Journal of botany. v. 64 No. 2 p. 161-176. 1977
5. CHICUE, C.I.; ARANGO I.D. Evaluación del Indice de mineralización e inmovilización del nitrógeno en suelos del Valle geográfico del Río Cauca (Colombia). Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. Universidad Nacional de Colombia. 1983. 139p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
6. DICKSON, I.A. and MACPHERSON A. The effects on ewes and lambs on grazing pasture containing diffeting levels of nitrate nitrogen. Journal of the Britis Grassland Society. v. 31. p. 129-134. 1976.
7. DOW CHEMICAL N-Serve Nitrogen Stabilizer. Technical Information Bulletin. Agricultural Organics Departament. Michigan (U.S.A.) p. 1975.
8. Characteristics and use of N-Serve Nitrogen Stabilizers. Agricultural Products Departament. Michigan (U.S.A.) 9 p. 1977.
9. Characteristics and use of N-Serve Nitrogen Stabilizers. Agricultural Products Departament. Michigan (U.S.A) 11 p. 1977.
10. EL NITRATO: Un tóxico agazapado en el Kikuyo. Tierras y Ganados (Supl. de El Tiempo). (Bogotá. Abr., 27. 1985. p. 1 F. Ultima F.
11. GERONIMO, J. N-Serve. Nitrogen Stabilizer a historical summary of basic research and development I. The Dow Chemical Company U.S.A. Agricultura Products Departament. 25p. 1979.
12. GERONIMO, J. N-Serve Nitrogen Stabilizer - A summary of its recent development in the United States II. The Dow Chemical Compañy U.S.A. Agricultural Products Departament. 26p. 1979.

13. GUZMAN, V.; MORALES, G y OCHOA, R. Intoxicación en bovinos por nitratos acumulados en pasto Elefante, *Pennisetum purpureum* Schum. Rev ICA (Colombia). v. 13. No. 1 p. 113-118. 1978.
14. HARRIS, L.E. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Traducido al español por Juan José Salazar. Gainsville. Universidad de Florida. 1970. p. 4901-1 a 4901-7.
15. HAUCK, R.D. Mode of Action of Nitration Inhibitors. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America Special Publication. No. 38.p. 19-32 1980.
16. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Gramíneas y Leguminosas forrajeras en Colombia. Manual de Asistencia Técnica No. 10 1969 p.330.
17. JACKSON, M.L. Análisis Químico de Suelos. Ediciones Omega S.A. (España) 3a. ed. 1976.661 p.
18. JOSHI, B.S.; PRASAD, R. The effects of application and sources of nitrogen on nitrate concentration in oat forage. Journal of the British Grass Land Society. v. 32. p.213-216. 1977.
19. KEENEY, D.R. Factors affecting the persistence and Bioactivity of Nitrification inhibitors. American Society of Agronomy Soil Science of America. Special Publication. Número 3. p. 33-46. 1980.
20. LOPEZ Y EL ciclo del nitrógeno y las interacciones biológicas del nutriente. Principios y perspectivas. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palma 1983. 124p. Trabajo de promoción. (Profesor Asociado).
21. LYON, T.L.; BUCHMAN, H and BRADY, N.C. The nature and properties of soil (N.Y.) The MacMillan Company. 1952 590p.
22. MESA, D. Historia sobre la propagación de algunos pastos en Colombia. Bogotá. Ministerio de Agricultura. Hoja Divulgativa No. 22.
23. MOELLER, W.J. and THURMAN, R.L. Nitrate Content of Fall-Sown Rye, wheat, and Oat Forages, Agronomy Journal. v. 5. p. 627-628. 1966.
24. MULLISON, W.R. and NORRIS, M.G. A review of the Toxicological Properties, and Environmental Effects of Nitrapyrin and its Metabolite - 6 Chloropicolinic Acid. Down to Earth (E.U.) v. 32. No. 1 p 23-27. 1936.

25. NOWAKOWSKI, T.Z. and GASSER, J.K.R. The effect of a nitrification inhibitor on the concentration of nitrate in plants. *Journal Agricultura Science* (Inglaterra). v.68. p. 131-133. 1967.
26. PHARMACOPPE FRANCAISE Sulfathiazol. París. viii ed. 1965 p. 1444-1445
27. PHIPPS, R.H. The efects on Dairy Cows of Grazing Pasture Containing High Levels of Nitrate - Nitrogen Journal of the British Grass Land Society. v. 30. p. 30-45 1975.
28. PINZON C.A.; POSSO, C.C. y SERBA,G. Producción de Forraje y composición química de los pastos “Taiwan”, *Pennisetum purpureum*, Schum. y “Rey”, *Pennisetum purpureum* x *americanum*, Burton, en dos tipos de suelo y bajo 4 frecuencias de corte. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira Universidad Nacional de Colombia. 1982. 151 p. (Trabajo Dirigido de Grado).
29. PRATT, P.F. Management Restrictions in Soil Application of Manure. *Jornal of Animal Science* (E.U.) v. 48 No. 1 p. 134-143, 1979.
30. QUEIROZ, J.L.; SAIBRO, J.C.; RIBOLI, J. Efeito do Nitrogenio e dos Regimes de Corte sobre o Acumulo de Nitrato em Gramineas Forrageiras Perenes de Producao Estival. *Revista da Sociedad e Brasileira de Zootecnia* v. 11 No. 4 p. 734-744 1982.
31. RILANCIO A.B. Nitratos y Nitritos en la Hierba y en los Henos. *El Campo*. México v. 49. No. 955. 1971. Tomado de *Gaceta Veterinaria*. Buenos Aires. Argentina. v. 11. No. 1-2 1970.
32. TRHEEBILCOCK, P.; VILLAFANE, F y GIL, A, Síndrome Caída del Ganado Contribución a su estudio, *Revista ICA* (Colombia) v. 13 No. 1 p. 119-125. 1978.
33. WRIGHT, J; DAVISON, L. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Advances in Agronomu* (E.U.) v. 16. p. 197-247. 1964.