

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LAS DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS Y DOSIS
DE AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE
ZACATE TAIWAN (Pennisetum purpureum, Schumacher).TM

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOSE SANTOS CASTORENA GARCIA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1994

T

SB201

.T3

C3

c.1



1080061189

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DE LAS DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS Y DOSIS
DE AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE
ZACATE TAIWAN (Pennisetum purpureum Schumach)."

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOSE SANTOS CASTORENA GARCIA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1994

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L

11780 E

T
SB 201
.T3
C3



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. Tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.631

FA3

1994

C.5

"EFECTO DE LAS DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS Y DOSIS DE AZUFRE
SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE ZACATE TAIWAN
(Pennisetum purpureum Schumach)."

ESTA TESIS FUE REALIZADA EN EL PROYECTO DE EVALUACION DE PLANTAS
FORRAJERAS ARBUSTIVAS Y GRAMINEAS DE TEMPORAL DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA, DE LA U.A.N.L., Y ACEPTADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO
ZOOTECNISTA.

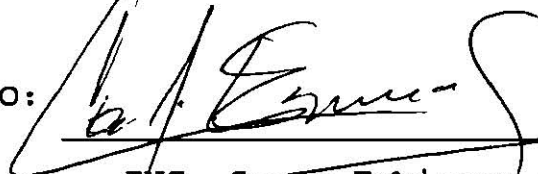
COMISION REVISORA

PRESIDENTE:



D.C. Ulrico López Domínguez.

SECRETARIO:



ING. Cesar Espinosa Guajardo.

VOCAL:



M.C. Felipe de J. Cárdenas Guzmán.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

SR. GILBERTO CASTORENA GARCIA
SRA. MARIA DEL REFUGIO GARCIA DE CASTORENA

A quienes cualquier escrito sería insuficiente para agradecerles el amor, ternura, amistad y palabras de aliento que en cada momento de mi vida me han brindado, ya que gracias a ello aunado a la formación pude salir adelante.

Que dios los bendiga.

A MIS HERMANOS:

JOSE HUGO
EFRAIN
JOSE LUIS
BRENDA VERONICA

Por la unión y armonía que han hecho posible prevalezca en el seno de nuestra familia.

A MIS ABUELITOS:

PATERNOS:

JOSE ANGEL CASTORENA RODRIGUEZ (Q.E.P.D)
MARIA DE LA LUZ GARCIA DE Castorena (Q.E.P.D)

Por las bendiciones que de ellos recibí.

MATERNOS:

TOMAS GARCIA ROJAS
TERESA RIOS DE GARCIA

Con sus consejos y rezos ayudaron para que la culminación de mi carrera no solo fuera un sueño sino una realidad.

A MIS TIOS:

GORGE P. GALLEGOS GALLEGOS
CAMERINA CASTORENA GARCIA

No encuentro palabras para agradecerles la hospitalidad, las atenciones, consejos, desvelos, preocupaciones y apoyo incondicional, tanto económico como moral que tuvieron para conmigo, además de hacer su hogar el mío propio.

Viviré eternamente agradecido.

A MIS PRIMOS:

GORGE GALLEGOS CASTORENA
PEDRO ANTONIO GALLEGOS CASTORENA
ARTURO GALLEGOS CASTORENA
HILDA ALICIA GALLEGOS CASTORENA
RODOLFO GALLEGOS CASTORENA

A quienes agradezco esa amistad, afecto, comprensión y el apoyo que me han brindado a cada momento de mi formación profesional, agradezco infinitamente su hospitalidad, además de hacer su hogar el mío propio.

Los considero mi segunda familia.

Estaré infinitamente agradecido.

A TODOS MIS FAMILIARES:

Mi reconocimiento, que en una u otra forma me ayudaron.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Magdalena C.B., Yolanda D.R., Lucía O.M., Alida V.C.,
Aurora V.P., Erika M.B., Magdalena C.B., Diana X.M.P., Raúl
H.R.A., Víctor M.L.O., Oscar G.R., Rito P.M., Emiliano C.C.,
Sergio R.M., Roberto N. de la C., Abelardo G.A., Odilón O.B.,
Saúl G.B., Guillermo C.P., Marcelo F.C., Tomacito Q.M., Edgar
V.G.C., Eulogio G.R., Gorge P.M.

Por los momentos alegres que convivimos, gracias.

Siempre los tendré presentes.

AGRADECIMIENTOS

AL D.C. ULRICO LOPEZ DOMINGUEZ

Responsable del proyecto " Evaluación de plantas forrajeras Arbustivas y Gramíneas de Temporal" de la Facultad de Agronomía, de la U.A.N.L. Por su orientación y acertadas sugerencias que hizo posible la realización del presente trabajo.

AL ING. CESAR ESPINOZA GUAJARDO

Por sus acertadas observaciones e indicaciones y asesoría brindada durante el desarrollo estadístico de este estudio.

AL ING. M.C. FELIPE DE JESUS CARDENAS GUZMAN

Por la revisión y sugerencias aportadas dentro del desarrollo de esta investigación.

AL PASANTE OSCAR GARCIA RAMIREZ

Por haberme dado la oportunidad de continuar con esta investigación, ya que sin su idea, cuidado y empeño en su experimento, no hubiera sido posible obtener estos resultados.

AL ING. CARLOS ALBERTO VILLARREAL AGULAR

Auxiliar del proyecto " Evaluación de plantas forrajeras Arbustivas y Gramíneas de Temporal" de la Facultad de Agronomía, de la U.A.N.L., quien brindó su apoyo y orientación en la realización de esta investigación.

Al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Gracias por las facilidades presentadas para la realización de ésta tesis.

AL ING. JOSE FCO. URESTI SALAZAR

Por su orientación y acertadas indicaciones en la realización de los análisis bromatológicos.

A los señores José Guerra Caballero y Juan Ortiz Rodríguez, y todos los compañeros y amigos que participaron activamente en la culminación del presente trabajo.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INDICE DEL APENDICE	i
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen	3
2.2. Taxonomía y descripción botánica	3
2.3. Adaptación	3
2.4. Reproducción	4
2.5. Métodos de siembra	5
2.6. Distancia entre surcos y profundidad de siembra	5
2.7. Rendimiento	6
2.8. Fertilización	7
2.8.1. Transformaciones del nitrógeno en los suelos	7
2.8.2. Causa de pérdida de nitratos	8
2.8.3. Fertilizantes nitrogenados y su rela- ción con las plantas	9
2.8.4. Respuesta del cultivo a las varias fuentes de fertilizante nitrogenado .	10
2.8.5. El azufre y sus características	12
2.8.6. Efectos de la adición de azufre en suelos calcáreos	12
2.8.7. Adsorción de azufre	14
2.8.8. Respuesta de los cultivos al azufre o mejor calidad de las cosechas	14
2.8.9. Algunos trabajos realizados con la aplicación de fertilizantes	15
2.9. Composición y valor nutrimental del fo- rraje	16
2.9.1. Materia seca y materia orgánica	18
2.9.2. La ceniza	18
2.9.3. Proteína	18
2.9.4. Constituyentes de la pared celular ..	19
2.9.4.1. Fibra cruda (Método Neutro De- tergente)	19
2.9.4.2. Fibra cruda (Método Acido De- tergente)	19
2.9.5. Digestibilidad in vitro	19

2.9.6. Celulosa	20
2.9.7. Lignina	21
2.9.8. Valores nutricionales del pasto Ele- fante	21
2.10. Conservación	23
2.11. Utilización	24
3. MATERIALES Y METODOS	25
3.1. Descripción de la zona de estudio	25
3.1.1. Ubicación del experimento	25
3.1.2. Características climáticas y edáfi- cas de la región	25
3.1.3. Suelos	25
3.1.4. Material genético	25
3.1.5. Métodos	25
3.1.6. Desarrollo del experimento	26
4. RESULTADOS	29
4.1. <u>Variables Agrobiológicas.</u>	29
4.1.1. Rendimiento de Forraje: <u>Materia Verde</u> <u>(RMV)</u>	29
4.1.2. Rendimiento de Forraje: <u>Materia Seca</u> <u>(RMS)</u>	31
4.2 <u>Variables nutricionales</u>	34
4.2.1. Ceniza	34
4.2.2. Proteína	35
4.2.3. Fibra neutro detergente	38
4.2.4. Celulosa	39
4.2.5. Fibra ácido detergente	41
4.2.6. Lignina	42
4.2.7. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS)	43
4.2.8. Digestibilidad in vitro de la materia orgánica	44
4.3. Relación funcional entre las variables	45
5. DISCUSIONES	46
6. CONCLUSIONES	52
7. RESUMEN	53
8. BIBLIOGRAFIA	55
9. APENDICE	64

INDICE DEL APENDICE

CUADRO	PAGINA
1 Efecto de los niveles de azufre sobre la calidad nutricional del zacate Taiwan (1er. corte)	64
2 Efecto de los niveles de azufre sobre la calidad nutricional del zacate Taiwan (2do. corte)	65
3 Efecto de los niveles de azufre sobre la calidad nutricional del zacate Taiwan (3do. corte)	66
4 Anova para la variable M.V (1er. corte)	67
5 Anova para la variable M.V (2do. corte)	67
6 Anova para la variable M.V (3do. corte)	67
7 Anova para la variable M.S (1er. corte)	67
8 Anova para la variable M.S (2do. corte)	67
9 Anova para la variable M.S (3er. corte)	67
10 Anova para la variable CEN (1er. corte)	67
11 Anova para la variable CEN (2do. corte)	67
12 Anova para la variable CEN (3er. corte)	67
13 Anova para la variable PC (1er. corte)	67
14 Anova para la variable PC (2do. corte)	67
15 Anova para la variable PC (3er. corte)	67
16 Anova para la variable FND (1er. corte)	67
17 Anova para la variable FND (2do. corte)	67
18 Anova para la variable FND (3er. corte)	67
19 Anova para la variable CEL (1er. corte)	67
20 Anova para la variable CEL (2do. corte)	67
21 Anova para la variable CEL (3er. corte)	67
22 Anova para la variable FAD (1er. corte)	67
23 Anova para la variable FAD (2do. corte)	67
24 Anova para la variable FAD (3er. corte)	67
25 Anova para la variable LIG (1er. corte)	68
26 Anova para la variable LIG (2do. corte)	68
27 Anova para la variable LIG (3er. corte)	68
28 Anova para la variable DIVMS) (1er. corte)	68
29 Anova para la variable DIVMS) (2do. corte)	68
30 Anova para la variable DIVMS) (3er. corte)	68
31 Anova para la variable DIVMO) (1er. corte)	68
32 Anova para la variable DIVMO) (2do. corte)	68
33 Anova para la variable DIVMO) (3er. corte)	68

34 Comparación de medias M.V (1er. corte)	69
35 Comparación de medias M.V (2do. corte)	69
36 Comparación de medias M.V (3er. corte)	69
37 Comparación de medias M.S (1er. corte)	69
38 Comparación de medias M.S (2do. corte)	69
39 Comparación de medias M.S (3er. corte)	69
40 Comparación de medias CEN (1er. corte)	69
41 Comparación de medias CEN (2do. corte)	69
42 Comparación de medias CEN (3er. corte)	69
43 Comparación de medias PC (1er. corte)	69
44 Comparación de medias PC (2do. corte)	69
45 Comparación de medias PC (3er. corte)	69
46 Comparación de medias NDF (1er. corte)	69
47 Comparación de medias NDF (2do. corte)	69
48 Comparación de medias NDF (3er. corte)	69
49 Comparación de medias CEL (1er. corte)	70
50 Comparación de medias CEL (2do. corte)	70
51 Comparación de medias CEL (3er. corte)	70
52 Comparación de medias ADF (1er. corte)	70
53 Comparación de medias ADF (2do. corte)	70
54 Comparación de medias ADF (3er. corte)	70
55 Comparación de medias LIG (1er. corte)	70
56 Comparación de medias LIG (2do. corte)	70
57 Comparación de medias LIG (3er. corte)	70
58 Comparación de medias DIVMS (1er. corte)	70
59 Comparación de medias DIVMS (2do. corte)	70
60 Comparación de medias DIVMS (3er. corte)	70
61 Comparación de medias DIVMO (1er. corte)	70
62 Comparación de medias DIVMO (2do. corte)	70
63 Comparación de medias DIVMO (3er. corte)	70
64 Correlación entre el rendimiento de (MV y MS) y la calidad nutricional del zacate Taiwan (primer corte).	71
65 Correlación entre el rendimiento de (MV y MS) y la calidad nutricional del zacate Taiwan (primer corte).	71
66 Correlación entre el rendimiento de (MV y MS) y la calidad nutricional del zacate Taiwan (primer corte).	71

FIGURA

1 Rendimiento de materia seca (primer corte) del zacate Taiwan con tres niveles de azufre (0, 6000 y 12,000 Kg/ha) y tres fuentes nitrogenadas	72
2 Rendimiento de materia seca (segundo corte) del zacate Taiwan con tres niveles de azufre (0, 6000 y 12,000 Kg/ha) y tres fuentes nitrogenadas	73
3 Rendimiento de materia seca (tercer corte) del zacate Taiwan con tres niveles de azufre (0, 6000 y 12,000 Kg/ha) y tres fuentes nitrogenadas	74
4 Rendimiento de materia verde del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en tres diferentes cortes	75
5 Rendimiento de materia seca del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en tres diferentes cortes	76
6 Porcentaje de PC del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en tres diferentes cortes ..	77
7 Porcentaje de NDF del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en el primero y tercer corte	78

LISTA DE ABRREVIATURAS

CEL	.....	Celulosa
CEN	.....	Ceniza
(CHO)	.....	Carbohidrato
C:N	.....	Carbón:nitrógeno
CV	.....	Cultivar
DIVMS	.....	Digestibilidad in vitro de la materia seca
ELN	.....	Extrato libre de nitrógeno
FAD	.....	Fibra Acido detegente
FC	.....	Fibra cruda
FND	.....	Fibra neutro detergente
HCN	.....	Acido cianhídrico
MO	.....	Materia orgánica
MS	.....	Materia seca
MS/ha	.....	Materia seca por hectárea
msnm	.....	Metros sobre el nivel del mar
NDT	.....	Nutrientes digestibles totales
PC	.....	Proteína cruda
RMS	.....	Rendimiento de materia seca
RMV	.....	Rendimiento de materia verde
sp	.....	Especie
ton	.....	Tonelada

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas que se suscitan en México es la escasez de alimento tanto de origen vegetal como animal; es por ello que ha motivado a los investigadores a realizar estudios con el fin de obtener resultados satisfactorios que resuelvan los problemas de forraje. Lo anterior se ha enfocado a un mejoramiento de suelo, como al establecimiento de especies con un alto valor protéico y un buen contenido de materia seca.

El zacate Taiwan ha demostrado que es una alternativa, dentro de las especies de corte, se adapta y produce en suelos calcáreos típicos del noreste de México, además de producir bajo cantidades limitadas de agua y tolerar temperaturas extremas. Este cultivo proporciona una buena producción de materia seca para la alimentación animal en épocas críticas, como lo es el período de sequía que en esta zona es muy prolongado.

El zacate Taiwan ha sido aceptado por los ganaderos de Nuevo León, pues a pesar del corto tiempo de haber sido introducido a la región los resultados han sido satisfactorios, ya que produce en suelos con un alto contenido de carbonato de calcio y magnesio, resiste la sequía, salinidad, es de rápida recuperación después del corte, proporciona forraje verde durante todo el año, tiene buen contenido protéico y produce altos rendimientos de materia seca.

Estudios realizados indican que la calidad de las gramíneas es diferente entre especies, como consecuencia de la composición química del suelo, y esta composición puede variar dependiendo del ambiente. Las características que siguen al crecimiento y desarrollo de este zacate de origen tropical, incluyen el rápido incremento que experimenta la lignina al avanzar la edad y el descenso de la digestibilidad según la planta va madurando, por lo que estas características hacen que sea difícil proporcionar en forma continuada alimentos de gran calidad a los animales que consumen pastos. Sin embargo cuando se estudia la calidad de los forrajes se ha podido demostrar que cuando se identifican los nutrientes en los que son deficientes, y al mismo tiempo se busca una fuente alternativa que eleve la calidad de éstos, como lo es la fertilización nitrogenada, el rendimiento del animal puede ser incrementado.

El pH alcalino del suelo, consecuencia de la acumulación de carbonatos de calcio, provoca que la fertilización nitrogenada no promueva una respuesta al rendimiento de los cultivos, debido a que los fertilizantes nitrogenados (urea, nitrato de amonio y sulfato de amonio) en el proceso de descomposición en el suelo elevan el pH por la acumulación del amonio en el suelo. Los microorganismos en pH alcalino no desdoblan los fertilizantes y en consecuencia estos abonos se acumulan en el suelo aumentando el nivel de sales.

El azufre elemental es utilizado como fertilizante en los cultivos por su efecto acidificante en el suelo, este elemento trae consigo una reducción del pH que permita el desarrollo de los cultivos en estas áreas, el encargado de realizar esta función es el ácido sulfúrico. Del mismo modo, las sales de amonio utilizadas como fertilizantes son ordinariamente más eficaces que los nitratos, presumiblemente porque tienden a acidificar más el suelo. De esta forma al aumentar la acidez se ayuda al cultivo a absorber más hierro, manganeso y a menudo zinc, así como fosfatos.

El efecto acidificante del azufre en el suelo es favorable, ya que amortigua el efecto alcalinizante del amonio después de la fertilización. Al incrementar la permanencia del amonio en el suelo se favorece la nitrificación de los fertilizantes, además de la solubilización de nutrientes que no se encontraban disponibles para las plantas.

Los objetivos de este estudio fueron: 1. Determinar los efectos de la aplicación de tres niveles de azufre y tres diferentes fuentes de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento y calidad del zacate Taiwan. 2. Establecer las relaciones funcionales entre las variables biológicas y la calidad nutricional del forraje.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen.

El pasto Taiwan, conocido también como Napier, Elefante, Merker, etc., es originario de Africa Tropical (McIlroy, 1973).

2.2 Taxonomía y descripción botánica.

El zacate Taiwan es una variedad mejorada del pasto Elefante Pennisetum purpureum y no existen dudas respecto a su taxonomía (Ortega, 1986). Este pasto tiene hábito de crecimiento erecto y alcanza alturas hasta de cuatro metros. Mays (1974) afirma que el Taiwan posee rizomas subterráneos provistos de abundantes y largas raíces y de una gran cabellera radical. Y con muchos tallos (30 a 50 hijuelos), cuando la siembra se realiza por estaca de cuatro a seis yemas. Ortega (1986) ha observado que los hijuelos se producen a partir de las yemas basales o rizomas. Esta planta forma grandes macollas, que en otoño producen una inflorescencia en forma de espiga terminal larga y delgada, típica del género Pennisetum. Los tallos son llenos y jugosos, especialmente cuando están todavía tiernos y jóvenes. Las láminas de las hojas son glabras o tienen vellocidades endurecidas especialmente en la base de la hoja. Además Ortega (1983) afirma que presenta una nervadura principal blanca acanalada en la cara superior y sobresaliente en la cara inferior. Calvino (1952) menciona que las hojas son de 30 a 120 cm de longitud y de 3 a 5 cm de ancho, con o sin vello. La panícula es densa y cilíndrica de 10 a 30 cm de largo y de 15 a 30 mm de ancho con mucha vellocidad (Canudas, 1992).

2.3 Adaptación.

El pasto Taiwan según (Ordoñez y Reyes, 1984), se adapta bien a pocos metros sobre el nivel del mar, hasta alturas relativamente elevadas. Tiene la cualidad de adaptarse a un amplio rango de condiciones de suelo y clima, desde tierras altas (1,000 a 1,500 msnm) de mediana fertilidad, hasta tierras más pobres y con períodos secos más prolongados (Ordoñez y Reyes, 1984). Tolerancia los suelos ácidos o moderadamente alcalinos, pero no la presencia de sal. Prefiere las tierras húmedas, aunque no

las pantanosas (Havard, 1965). En un intento por mejorar el cultivo se ha sugerido (Canudas, 1992) que el pasto se establezca en pendientes, para evitar encharcamientos. Ramos et al. (1979) trabajaron con un híbrido (P. purpureum x P. typhoides), concluyeron que esta gramínea se desarrolla bien en suelos negros y pardos en zonas altas con buen drenaje superficial.

2.4 Reproducción.

El pasto Taiwan se produce básicamente en forma asexual, o sea, por medio de material vegetativo. Algunos investigadores afirman (Ortega, 1986; Robles, 1975) que esta planta posee una buena "germinación" cuando los tallos tienen alrededor de seis meses de edad, y cada trozo presenta de tres a cinco nudos. Estos autores indican, que para tener un buen establecimiento el material vegetativo debe tener de 90 a 180 días de edad. Carvalho y Mozzer (1980) realizaron un experimento con el objeto de determinar el sistema de siembra más económico y eficiente del Taiwan. Observaron que el sistema de siembra más económico es el que utiliza tallos enteros con hojas. En cuanto a la cantidad de estacas para la siembra, se debe dar preferencia al sistema de estacas completamente enterradas, para lograr un mayor número de brotes.

Solano et al. (1982) evaluaron tres sistemas de siembra (estacas, cadena simple y cadena doble, en Pennisetum purpureum). Estos últimos sistemas, conocidos como cordón simple y cordón doble, el primero es sembrado en forma horizontal en una hilera, los trozos ligeramente pegados al anterior y así sucesivamente, difiere del segundo en que éste va sembrado a doble hilera con la finalidad de mejorar el porcentaje de germinación. El sistema de siembra por estaca consiste en introducir ligeramente al suelo la parte más joven si ésta presenta dominancia apical sobre la parte más vieja y/o la parte más vieja si ésta no presenta dominancia apical sobre la parte más joven. Los sistemas de siembra antes mencionados obedecen a optimizar el porcentaje de germinación. Los resultados encontrados por Solano y colaboradores no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual los autores recomendaron el sistema de siembra por estacas por ser más sencilla y económica.

2.5 Métodos de siembra.

La siembra de este pasto es variable dependiendo de la topografía del terreno y la disponibilidad de maquinaria agrícola (Laques, 1986). La preparación del terreno varía desde un simple rastreo hasta un barbecho con rastreo y surcado, esto depende de lo quebrado del terreno (Robles, 1976). El material vegetativo se deposita en el fondo del surco y después se tapa con una capa de tierra de aproximadamente 5 centímetros. Ramos et al. (1979) enfatizan la buena preparación del suelo para facilitar el establecimiento y controlar a las malezas.

La siembra se puede hacer por caña, por estacas, por cepas o por coronas (De Alba, 1971). Carvalho y Mozzer (1971) realizaron un estudio con el objeto de determinar el sistema de siembra más económico y eficiente en el pasto Elefante. Por el tiempo invertido en la preparación de las estacas y la siembra, demostraron que el sistema de siembra más económico es el que utiliza tallos enteros con hojas y estacas completamente enterradas.

2.6 Distancia entre surcos y profundidad de siembra.

Según se ha visto la siembra se realiza depositando la caña en el fondo del surco. Existen varias opiniones acerca de la profundidad de siembra y la distancia entre surcos. Ramos et al. (1979) recomiendan sembrar a 75 cm entre surcos y 10-15 cm de profundidad, utilizando semilla vegetativa. Canudas (1992) afirma que la distancia más recomendada es de 80 cm entre surcos. Machado et al. (1983) recomiendan para especies de porte erecto las distancias de 90 a 120 cm entre surcos, estas distancias son adecuadas para un buen establecimiento. Robles (1990) indica que la siembra consiste en usar trozos de caña con 3 ó 4 nudos, y sembrarlos inclinados, enterrando cuando menos dos nudos. Las estacas deben quedar a 20 centímetros una de otra y las hileras a un metro de separación. Se ha estudiado el efecto de las distancias entre surcos (100 vs 50 cm), sembrando en junio de 1989; la evaluación se realizó de diciembre de 1989 a noviembre de 1990 considerando las siguientes variables: producción de forraje (kg de MS/ha), densidad de tallos/macolla, altura y proporción de hojas. No se encontró efecto entre los

tratamientos estudiados Castillo y Rivas (1993), ni efectos interactivos ($P > 0.05$) entre los factores estudiados; las proporciones de hoja no variaron ($P > 0.05$) en los factores evaluados.

2.7 Rendimiento.

El zacate Elefante es la especie más popular que se usa como pasto de corte, en todas sus variedades (De alba, 1958). El primer corte de la variedad Taiwan en el trópico, puede realizarse, con buenos rendimientos, 90 días después de la siembra. Robles (1990) recomienda cortar el pasto cuando alcanza una altura de 2 a 2.25 m, para obtener tanto una buena producción como riqueza alimenticia. Por lo general, algunos reportes Ordoñez y Reyes (1984) afirman que la producción de materia seca puede alcanzar promedios de 40-50 ton/ha durante el primer año después de establecido el pasto, con frecuencia de corte de seis y nueve semanas según la estación sea húmeda o seca.

Khan et al. (1989) en una prueba con P. purpureum x P. americanum aplicaron 0, 10, 20 y 30 kg N/ha/corte, obteniendo 4 cortes al año. Las producciones obtenidas en 1982 fueron 19.-86, 29.38, 34.68 y 35.42, y en 1983 fueron 20.94, 25.40, 32.78 y 37.56 ton/ha, para los niveles de N aplicados, respectivamente. Jayaraman (1988) en un experimento con Napier Bajra P. purpureum x P. typhoides Híbrido NB 21, aplicó 0, 20, 40, 60 o 80 kg N/ha/corte, dando de 8-9 cortes/año y regando con aguas negras después de la primera y segunda aplicación de fertilizante nitrogenado. Concluye que el incremento de los niveles de nitrógeno aumentó la producción a los dos años promediando de 118.4 a 257.73 ton de forraje fresco y de 13.94 a 30.51 ton MS/ha.

Virendra y Singh (1987) han probado diferentes sistemas de producción alternando cultivos de sorgo y otros cultivos o Trifolium alexandrinum y avena sembrados en líneas cruzadas. Se obtuvo mayor producción de forraje verde y MS de esta manera que alternando en forma unidireccional (una sola línea) o sembrando cada cultivo solo. El Híbrido Napier P. purpureum x P. americanum alternado con Trifolium alexandrinum

obtuvo producciones en dos años de 108.2 ton de forraje fresco y 25.5 ton de MS/ha comparado con 82.65 y 20.65 ton, respectivamente, para el híbrido Napier en monocultivo. Aplicando de 15 a 30 Kg N/ha después de 7 cortes, alternando los cultivos o en monocultivo se obtienen producciones similares de 117.1-117.7 ton de forraje fresco y 27.7-28.3 ton MS/ha.

En un estudio para evaluar tres frecuencias de corte (45, 60 y 75 días), y tres dosis de N/ha/año (0, 250, y 500 Kg) se ha comprobado que el nitrógeno no tuvo efecto en la producción, cuando la frecuencia de corte fue a los 45 días (Solano et al., 1982).

Mononoki et al. (1987) estudiaron las rotaciones y combinaciones que afectan la producción de este forraje, se obtuvo una producción de 200 ton/ha con 8-10 cortes/año, aplicando 500 kg CaO/ha y con buen drenaje, aplicándose en los primeros 15-20 centímetros del suelo y con una rotación de Lolium multiflorum con P. purpureum, o maíz.

2.8 Fertilización.

La técnica de la fertilización se ha desarrollado en todo el mundo a causa de su extraordinaria rentabilidad, pero es definitivo que el agricultor en su explotación es el que debe comprobar los resultados prácticos para que su utilización sea efectiva.

2.8.1 Transformaciones del nitrógeno en los suelos. Las plantas absorben la mayor parte de su nitrógeno en forma de NH_4^+ y de NO_3^- . La cantidad de estos dos iones que pueden utilizar las raíces de las plantas depende en gran parte del suministro que se de con fertilizantes nitrogenados comerciales, o de las reservas liberadas de nitrógeno del terreno contenidas en compuestos orgánicos (Teuscher y Rudolph, 1965; Tisdale, 1982). El nitrógeno orgánico llega al suelo con la descomposición de los tejidos vegetales, animales y sus desechos, es decir, residuos orgánicos; pero antes de ser aprovechado por las plantas, pasa por un proceso de transformación que depende de varios factores como: temperatura del suelo, humedad, aireación y pH. Se consi-

dera que la materia orgánica tiene un 5 % de nitrógeno total en su descomposición; pero las plantas sólo lo utilizan del 1 al 5% de la cantidad total. Los suelos de México, por lo general, son pobres en materia orgánica (Fertimundo, 1991).

Los fertilizantes nitrogenados más comunes usados en México se presentan en forma nítrica y amoniacal. Su nombre, fórmula, forma y contenido de nitrógeno total se presenta en la siguiente tabla.

Nombre	Fórmula	Forma	Contenido de Nitrógeno Total
Urea	$\text{CO (NH}_2)_2$	Amoniacal	46.0
Nitrato de amonio	$\text{NO}_3 \text{ NH}_4$	Amoniacal	33.5
Sulfato de amonio	$\text{SO}_4 \text{ (NH}_4)_2$	Amoniacal	20.5

Fuente: Fertimundo, 1991.

El sulfato amónico $(\text{NH}_4)_2 \text{ SO}_4$. El sulfato amónico contiene 20.5 por ciento de nitrógeno y 24.2 por ciento de Azufre. Es una de las fuentes químicas más antiguas de nitrógeno amoniacal. Tiene buenas cualidades de manejo y almacenamiento y también es una buena fuente de azufre para los suelos deficientes en este elemento. Cuando se añade al terreno, el ión amonio es retenido temporalmente por la fracción coloidal del suelo hasta que es nitrificado. Estudios de campo a largo plazo han mostrado que el uso continuado de sulfato amónico sin la adición de materia orgánica reduce el pH del suelo a un nivel no utilizable para la producción económica de las cosechas (Teuscher y Rudolph, 1965).

2.8.2 Causa de pérdida de nitratos. Aunque en menor proporción que el amoníaco, los nitratos también son una fuente de nitrógeno para la formación de proteínas, durante el desarrollo de los microorganismos en presencia de abundante materia carbonada;

por esta causa se inmovilizan también algunas cantidades de nitratos (Primo y Carrasco, 1980).

Algunas fuentes de nitrógeno tales como soluciones de nitrógeno, urea, y otros materiales amoniacaes, pueden perder amoníaco por volatilización como resultado de una colocación impropia, aplicación superficial en suelos alcalinos o al césped. Además, si se coloca demasiado cerca de las semillas o las plantas, puede resultar dañino por la toxicidad del amoníaco. Estas dificultades pueden por lo general corregirse mediante una colocación apropiada y ajustando bien el tiempo de aplicación (Tisdale, 1982).

La aplicación de fertilizantes nitrogenados en presencia de azufre acidifica el pH del suelo, siendo más marcado este efecto al utilizar como fuente el nitrato de amonio, siguiéndole en orden descendente el sulfato de amonio y la urea, lo cual permite disminuir las pérdidas de nitrógeno por volatilización.

2.8.3 Fertilizantes nitrogenados y su relación con las plantas. Se ha demostrado que los fertilizantes nitrogenados aplicados temporalmente pueden incrementar varias veces el crecimiento, sin que por ello ejerzan efectos sobre el contenido final de nitrógeno. El efecto más importante de la fertilidad natural del suelo o de las aplicaciones de fertilizante reside en determinar el rendimiento de materia vegetal por hectárea y, por lo tanto, la carga animal. El valor nutritivo de la materia vegetal depende más del tipo de planta y de su etapa de crecimiento que de los niveles de fertilidad del suelo (James, 1974). Los pastos de corte con su elevado rendimiento extraen grandes cantidades de nutrimentos del suelo, y el descenso en su producción se puede evitar con la aplicación de abonos. Henderson (1955) encontró que el napier respondía mejor al abonamiento que el guatemala o el guinea. Otras de sus conclusiones son importantes: el sulfato de amonio y el nitrato de potasio dieron mayores aumentos en producción que los abonos fosfatados. El sulfato de amonio solo, fue mucho menos efectivo el segundo año, en comparación con el primero, mientras que el nitrato de potasio ejerció buena influencia, el segundo como el primer año.

Motta (1952) dice que el N además de ser necesario para el crecimiento de las plantas y de los animales, se encuentra en las proteínas, vitaminas y en la parte clorofílica de las plantas forrajeras. La cantidad total de N disponible para el crecimiento del forraje está regulado por la relación C:N del suelo y por las actividades de los microorganismos del suelo. Las necesidades de N y energía de los organismos del suelo provienen principalmente de los residuos de las plantas y fertilizantes. Además del C y N el forraje debe tener disponible los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo. En éste aspecto los mejoradores del suelo, fertilizantes o la siembra de un forraje en suelos fértiles, asegurarán su calidad nutritiva.

2.8.4 Respuesta del cultivo a las varias fuentes de fertilizante nitrogenado. Al aplicar sulfato amónico a un suelo deficiente de azufre se tendría una respuesta aparentemente mejor que si se usara un transportador de nitrógeno que no contuviera este elemento, siempre que no se incluyera azufre en algún otro componente del fertilizante. En tales casos, el camino por el que se suministraría el elemento limitante sería dictado por consideraciones económicas.

Algunas fuentes de nitrógeno tales como amoníaco anhidro, soluciones de nitrógeno, urea, y otros materiales amoniacaes, pueden perder amoníaco por volatilización como resultado de una colocación impropia, aplicación superficial en suelos alcalinos, o, en el caso de la urea, aplicación superficial al suelo o al césped. Además, si se coloca demasiado cerca de las semillas o las plantas, puede resultar dañino por la toxicidad del amoníaco. Estas dificultades pueden por lo general corregirse mediante una colocación apropiada y ajustando bien el tiempo de aplicación (Tisdale, 1982).

Los efectos de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de MS están bien documentados (Holmes 1972). Sin embargo, existen datos conflictivos que han sido reportados sobre el efecto de la fertilización con N sobre la composición química y la subsecuente respuesta animal. Este es un problema complejo, ya que la composición química del forraje es el resultado de

interacciones entre el potencial genético de la planta, el ambiente, el suelo, y los factores de manejo. Ya que los factores son utilizados por el ganado y proveen una gran proporción de los nutrientes consumidos por éstos, el cambio de la composición química puede afectar su comportamiento y salud.

La baja productividad de los animales que consumen forrajes y los problemas de salud reportados generalmente se encuentran bajo condiciones de pastoreo, en donde los animales podrían estar consumiendo una ración en la cual la porción de nutrientes no suple las necesidades del animal; ya que los animales tienen necesidades nutricionales específicas se requieren investigaciones para producir forrajes que suplan sus necesidades, o lo más factible, debe ponerse más atención al uso de suplementos para proveer los nutrientes en la proporción adecuada. Más énfasis se requiere en un enfoque integrado para evaluar propiamente el papel del N en el complejo suelo-planta-ambiente. Las investigaciones deberían encaminarse en ese sentido.

Algunos investigadores han reportado incrementos en la producción de MS en el pasto Napier fertilizado con nitrógeno. Vetterle y Salerno (1984) notaron un aumento en la producción de MS al incrementar los niveles de N y una disminución al aumentar la frecuencia de corte, aplicando 0, 180 y 360 Kg N/ha y cortando a intervalos de 5, 7 y 9 semanas. Algo similar ha sido observado por Noor-Mohammad *et al.* (1988), quienes señalan un incremento en la producción de MS al aumentar los niveles de nitrógeno, pero señalan también una disminución al aumentar la frecuencia de corte, aplicando 0, 40, 80, o 120 Kg N/ha y cortando a intervalos de 30, 45 y 60 días. El contenido de PC se incrementa al aumentar los niveles de N y frecuencia de corte. Los niveles de N no tienen efecto sobre la FC, pero ésta disminuye incrementando la frecuencia de corte. La mayor producción de MS fue de 3.3 ton/ha para la aplicación de 80 Kg N/ha y cortando a intervalos de 60 días, mientras que el mayor contenido de PC fue de 12.6 % para la aplicación de 120 Kg N/ha, y cortado a intervalos de 30 días. Otros investigadores reportan que la producción de MS decrece con el mayor nivel de N en king grass y aplicando 200 y 400 Kg N/ha/año mientras que el contenido de PC y digestibilidad de la PC incrementan al aumentar el

nivel de N. La digestibilidad de la MO, el contenido de energía metabolizable y el consumo de MS no fueron afectados por el nivel de nitrógeno (Cáceres et al., 1989).

2.8.5 El azufre y sus características. El azufre, considerado actualmente como el cuarto elemento mayor, aún pasa desapercibido por algunos productores, ya que sin saberlo aplican buenas dosis, al usar otros fertilizantes. Además del azufre atmosférico, que proviene de la combustión de carburantes, este elemento se encuentra en las reservas que hay en el suelo, en el agua de riego, en los abonos orgánicos de origen animal y en algunos plaguicidas (Fertimundo, 1991).

En su forma elemental pura, el azufre es un sólido cristalino, amarillo, inerte e hidrolizable. Cuando el azufre está dividido y mezclado en el suelo, es oxidado a sulfato por los microorganismos del suelo. A causa de esta propiedad, el azufre ha sido utilizado durante muchos años en el mejoramiento de los suelos alcalinos (que contienen también carbonato cálcico libre) (Sánchez, 1981).

2.8.6 Efectos de la adición de azufre en suelos calcáreos. Por lo regular, es deseable un aumento en la acidez del suelo en zonas áridas. En estas áreas, los tratamientos se hacen para reducir el alto pH de los suelos que no permiten el desarrollo de los cultivos. Para mejorar la eficiencia sobre los suelos alcalinos es conveniente la adición de azufre u otros materiales ácidos a los fertilizantes. Del mismo modo, las sales de amonio utilizadas como fertilizantes son ordinariamente más eficaces que los nitratos, presumiblemente porque tienden a acidificar más el suelo. Al aumentar la acidez del suelo se ayuda al cultivo a absorber más hierro, manganeso y a menudo zinc, así como fosfatos. No es muy común la adición de ácidos al suelo; se ha utilizado mucho el azufre en polvo, el cual es rápidamente oxidado a ácido sulfúrico en la mayor parte de los suelos áridos. También se han utilizado los sulfatos de hierro y aluminio, pues ambos se hidrolizan, dejando hidróxido precipitado y liberando ácido sulfúrico. Los métodos que normalmente se utilizan para mejorar las condiciones de los suelos alcalinos implican el aporte de un agente acidificante. Por otra parte una buena rotación de cultivos contrarresta los efectos de la alcalinidad;

las gramíneas pratenses, el trébol y la alfalfa, pueden mejorar la estructura del suelo y su estabilidad, y si estos forrajes se consumen en la misma explotación por el ganado, serán aportados al terreno en forma de estiércol, el cual tiene una acción valiosa en el mantenimiento de la permeabilidad de éste (Russel y Russel, 1968).

La aplicación de azufre al suelo reduce las pérdidas de nitrógeno por volatilización del amoníaco, al acidificar a éste y amortiguar el efecto alcalinizante del amonio producido durante la hidrólisis de la urea, y por consecuencia favorece las condiciones para la nitrificación en el suelo (Kissel et al., 1985).

En los suelos calcáreos la deficiencia de microelementos es frecuentemente el resultado de su baja solubilidad y no una ausencia completa del elemento en el suelo. Sánchez et al. (1991) reporta incrementos significativos en la disponibilidad de microelementos tales como magnesio y zinc, con aplicaciones de azufre. La aplicación de 20, 160 y 320 meq de azufre/100 g⁻¹ de suelo incrementó la solubilidad del manganeso en 66.3, 136.6 y 153.6 ppm, respectivamente, después de dos semanas de incubación del azufre. De este modo, las dosis de azufre incrementaron la solubilidad del zinc, presentándose la máxima a las dos semanas de incubación. Así mismo, al evaluar el contenido de cobre no se detectó en ningún efecto. En síntesis, los resultados muestran que con la aplicación de 20 meq de azufre/100 g⁻¹ de suelo, dos semanas después, el pH del suelo llega hasta la neutralidad, además, se incrementa significativamente la solubilidad de manganeso y zinc.

Se sabe que las deficiencias de azufre ocurren en muchos suelos alcalinos, y que la toxicidad con boro puede ser común. El molibdeno y el flúor suelen ser abundantes en suelos alcalinos, y aún cuando pueden no ser tóxicos para las plantas, sí puede serlo para los animales. La mayoría de los suelos alcalinos pueden tener fierro que podría nutrir a las plantas casi indefinidamente, pero el fierro del suelo no es aprovechable para la planta. Muchas plantas requieren la adición de Fe para mantenerse verdes (Christiansen y Lewis, 1987).

2.8.7 Adsorción de azufre. Se reconocen dos mecanismos responsables de la adsorción de azufre en el suelo. Uno es el intercambio de iones de SO_4^- por iones de OH^- en superficies de óxidos de hierro y aluminio. En el subsuelo esto puede dar por resultado aumento del pH de 0,3 a 0,9 unidades (Sánchez, 1981). En la adsorción del azufre se encuentran transformaciones debidas a procesos que ocurren por acción de diferentes microorganismos y en menor intensidad, por procesos abióticos. Las plantas absorben SO_4 , algunos aminoácidos y a veces el SO_2 atmosférico, sintetizando proteínas y otros compuestos azufrados. La mayor parte del azufre inorgánico ocurre en forma de sulfato, éstos predominan dentro del grupo de S- inorgánico y presentan diferentes categorías como la solución del suelo, adsorbidas en el complejo de intercambio aniónico y como sulfatos insolubles. La acumulación de sulfato insolubles de Ca, Ba y otros se han encontrado en diferentes suelos. En algunos suelos calcáreos los sulfatos de calcio aparecen mezclados con carbonatos (Fassbender, 1975).

Además de la mineralogía, hay otros factores que afectan la intensidad de adsorción de azufre. En sistemas de óxidos la adsorción aumenta conforme baja el pH, ya que con valores altos de pH los iones de OH^- tienden a reemplazar los iones de SO_4 . La adsorción de azufre disminuye con la fijación de fósforo ya que el ion H_2PO_4 reemplaza iones de SO_4 . Esta reacción tiene lugar en la capa arable y puede ocasionar movimiento de sulfato al interior del subsuelo, donde el azufre puede ser adsorbido (Sánchez, 1981).

El azufre adsorbido es retenido con mucho menos fuerza por las partículas de arcilla que el fósforo fijado, por consiguiente la disponibilidad de azufre adsorbido es generalmente mayor que la del fósforo fijado. Los iones SO_4 tienen que ser liberados en la solución del suelo antes de que puedan ser utilizados por las plantas (Sánchez, 1981).

2.8.8 Respuesta de los cultivos al azufre o mejor calidad de las cosechas. Las respuestas en el crecimiento debidas a la fertilización con azufre pueden ser impresionantes, tanto en términos del aspecto de las plantas como en el aumento de rendimiento.

Las mejoras en la calidad de las cosechas no son tan aparentes, pero pueden ser igualmente importantes.

En suelos deficientes de azufre, los rendimientos de los cultivos se reducen si no se incluye este elemento en los fertilizantes. También se reduce la respuesta a los tres nutrientes principales, especialmente al nitrógeno, si no se añade azufre. En suelos con una deficiencia fuerte de azufre, si se aplica un fertilizante con nitrógeno y sin azufre, éste puede reducir el rendimiento (Fertimundo, 1990).

2.8.9 Algunos trabajos realizados con la aplicación de fertilizantes. Algunos investigadores (Ramos *et al.*, 1979) dicen que para obtener una buena producción en el zacate Elefante la edad de corte debe ser a los 45 días y con una aplicación de 400 Kg de N/ha/año, fraccionado después de cada corte. En un estudio (Guzmán, 1985) realizado de Junio a Diciembre de 1984, se aplicaron 250 Kg N, 100 Kg P y 50 kg K/ha/corte, durante cada mes. Se encontró que al presentarse la más alta precipitación se logró la mayor producción, 67.64% de MS del total de el estudio. En los meses de Agosto, Septiembre y Octubre la producción de MS fue de 1.90, 2.74 y 1.65 ton/ha y en Marzo y Abril 0.35 y 0.27 ton/ha, respectivamente. El contenido de material estructural de hoja y del tallo tendió a ser mayor en los segundos meses. Los autores recomendaron aplicar fertilización e irrigación cuando no hay eficiencia en la producción. En otro estudio (Chapman, 1984) comparó algunas fuentes de N para evaluar la eficiencia de Cynodon dactylon, P. purpureum, P. americanum y Festuca arundinacea. El orden de eficiencia en el uso de nitrógeno fue el siguiente: nitrato de amonio, sulfato de amonio, urea. El porcentaje de recuperación de el nitrógeno aplicado por Cynodon dactylon cv. Georgia fue mayor con nitrato de amonio y sulfato de amonio, y todo lo recuperado decreció incrementando la tasa de aplicación. La producción de C. dactylon tratada con urea fue menor que aquella lograda con nitrato de amonio. Las fuentes de nitrógeno fueron responsables de pequeñas variaciones en la producción en los pastos detectadas en la estación fría. Estos son factores a considerar al seleccionar la fuente de nitrógeno. En el zacate Napier Vetterle y Salerno (1984) recomiendan mantener la aplicación de fertilizantes anualmente. Esto debido a que al aumentan los niveles de N la producción de MS

se incrementa marcadamente, y tiende a incrementarse también al disminuir la frecuencia de los cortes.

Mora y Rodiles (1989) reportaron el efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la producción de forraje en 4 pastos de climatropical durante 2 años. Las especies probadas fueron: Cynodon nlemfuensis cv. Santo Domingo, Brachiaria sp., Pennisetum purpureum y P. purpureum cv. Taiwan. Se aplicaron 0, 92, 184 y 276 Kg N/ha/año como urea, en 4 aplicaciones. Se obtuvieron producciones de forraje por corte, sin aplicar nitrógeno, en el siguiente rango, de 1.19 ton/ha. en C. nlemfuensis, a 2.68 ton. en P. purpureum cv. Taiwan y con el mayor nivel de N la producción de todas las especies se incrementa a 3.62 ton por corte en P. purpureum cv. Taiwan, 3.36 ton en P. purpureum, 1.97 ton en Brachiaria sp. y 1.92 ton en C. nlemfuensis. Se concluyó que en toda clase de fertilización nitrogenada hubo un 70% de variación en la producción. Se han elaborado modelos matemáticos para representar la relación que hay entre la producción y niveles de fertilización.

2.9 Composición y valor nutrimental del forraje.

El valor nutritivo de un forraje es determinado por la cantidad de varios nutrientes disponibles para mantenimiento, crecimiento y producción del animal. De estos nutrientes proviene la energía, proteína, minerales y vitaminas (Pervaiz y Knipscheer, 1989) La fertilización nitrogenada incrementa la calidad del forraje aumentando el contenido nitrogenado, mejora el valor biológico de la proteína bruta de las gramíneas y con ello sus principios nutritivos. Además de fomentar el desarrollo de las plantas (Juscafresa, 1980).

Uno de los factores más importantes que influyen en la composición de un pasto es su edad. A mayor rapidez de crecimiento en que se encuentra un forraje, mayor cantidad de proteína y menor contenido de fibra. Al incrementar la edad, los compuestos solubles y la digestibilidad disminuyen y los carbohidratos estructurales se incrementan. Este marcado efecto negativo, es atenuado con la fertilización nitrogenada (De alba, 1971).

Los forrajes se producen principalmente para la alimentación del ganado, por lo que es importante conocer los factores que afectan su valor nutrimental. Desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas, el valor nutrimental del forraje, depende principalmente su contenido de proteínas y de carbohidratos, así como del grado de disponibilidad de estos nutrimentos.

Carbohidratos: En el análisis químico de los forrajes los carbohidratos (CHO) se dividen en dos clases principales, la fibra bruta (FB) y el extracto libre de nitrógeno (ELN). La FB contiene los CHO's estructurales relativamente insolubles, como la celulosa, de la que sólo puede ser digestible del 35 al 75%. Los ELN comprenden las partes solubles de los CHO's (almidones y azúcares) (Hansen, 1958; Hollan y Kezar, 1990).

Proteínas: De un 85 a un 90 porciento del contenido de nitrógeno de la proteína de los forrajes procede del suelo. El equilibrio de los aminoácidos en las proteínas de los forrajes es satisfactorio. Cuando se analizan químicamente los forrajes pueden contener de un 3 a 25% de PC (Hansen, 1958; Hollan y Kezar, 1990). Los elementos tóxicos también son importantes, pues un forraje puede tener la tendencia de acumular algunos minerales como Se, Mo, o Mn en cantidades tóxicas. También se pueden acumular nitratos, oxalatos, en períodos de baja humedad en el suelo y con altas temperaturas; tienen relevancia en éste aspecto las plantas del género Sorghum ya que pueden contener cantidades tóxicas de durinas, sustancias precursoras del HCN, especialmente durante las sequías (Sullivan y Garber, 1947).

El valor nutrimental de un alimento depende no sólo de su contenido de nutrimentos solubles, sino también de la cantidad consumida por un día. En general, un mal consumo corresponde a un mal forraje. Una planta altamente digestible sólo será satisfactoria si se consume en cantidades adecuadas para dar lugar a una buena producción. Para determinar de un modo completo el valor nutritivo de un forraje hay que conocer: a) su contenido de nutrimentos aprovechables y, b) la cantidad que se consume al día. El objetivo de la valoración de los forrajes deberá ser la producción de una cantidad máxima de proteína digerible y de energía digerible por hectárea. Sin embargo, en un programa de alimentación encaminado a lograr una producción máxima que

requiera de un consumo alto de nutrimentos por día, puede resultar económico utilizar forrajes cosechados un poco más pronto de lo que sugeriría el objetivo anterior. Estos forrajes de recolección más temprana aseguran un consumo máximo de nutrimentos por día (López 1991).

2.9.1 Materia seca y materia orgánica. Se entiende por materia seca la materia desprovista de agua. Es el peso residual del forraje cuando éste es sometido a temperaturas de 100 grados Centígrados. El agua es un nutriente esencial, pero su exceso resta proporcionalmente valor a un forraje, puesto que se traduce en porcentajes menores de los otros nutrientes; sin embargo, es importante reconocer que un forraje alto en contenido de agua (suculento) es más apetecido por el ganado (sobre todo rumiantes), y el consumo de forrajes verdes es mayor, y por ende la alimentación más completa, cuando un forraje verde no es excesivamente seco. Esa es una de las razones por las cuales el pasto Elefante tierno es más valioso que el maduro (De alba, 1958).

2.9.2 La ceniza. La ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada. Se determina con el propósito de analizar los minerales, de definir en cantidad la materia orgánica y el total de nutrimentos digeribles, y para señalar la presencia de adulterantes minerales. Para la determinación del total de nutrimentos digeribles (NDT) en los alimentos, es necesario conocer los porcentajes de ceniza antes de poder calcular la cantidad de extracto libre de nitrógeno. La determinación de ceniza permite encontrar la adición de materias inorgánicas a un alimento (Bateman, 1970).

2.9.3 Proteína. El método Kjeldahl determina el nitrógeno total en forma de amonio de los alimentos, sin diferenciar si proviene de proteínas o de otra fuente proteica. En las condiciones en que se realiza la prueba no determina el contenido de nitrógeno en forma de nitratos o nitritos (Tejada, 1985).

La absorción de los aminoácidos esenciales en el proceso de digestión de las proteínas, es vital para el crecimiento, mantenimiento, reproducción y lactación de ganado de leche. Estos aminoácidos esenciales deben venir de la dieta de la proteína que escapa de la fermentación del rúmen, o de la pro-

teína microbial producida en la fermentación del mismo órgano (Orskou, 1987).

El equilibrio de los aminoácidos en las proteínas de los forrajes es satisfactorio. Cuando se analizan químicamente los forrajes pueden contener de un 8 a 10 % de PC, según sea la edad de la planta y la parte de la misma que se esté considerando, así como según haya o no aplicación de fertilizantes nitrogenados (Ordoñez y Reyes 1984).

2.9.4 Constituyentes de la pared celular.

2.9.4.1 Fibra cruda (Método Neutro Detergente). El Dr. Van soest desarrolló un procedimiento simple para evaluar las características nutritivas de los alimentos relacionando los componentes estructurales con la calidad del forraje. El sistema consiste en separar la parte soluble (contenido de las células, 100 % digestible) de la insoluble, en un detergente neutro. A la parte insoluble se le llama constituyente de la pared celular, y está formada de celulosa, hemicelulosa, proteínas estructurales y lignina. Esta porción es parcialmente digestible. La parte insoluble en detergente neutro se trata con detergente ácido, y a la porción insoluble se le llama fibra insoluble en detergente ácido que está constituida de celulosa y lignina y no es digestible (Ortega, 1983). La tasa de digestión in vitro de los componentes estructurales está íntimamente ligada con la digestibilidad in vitro de la materia seca.

2.9.4.2 Fibra cruda (Método Acido Detergente). Es difícil definir la fibra con precisión. Al final debe asociarse estrictamente con indigestibilidad. La fibra debe contener celulosa y lignina con pocas sustancias nitrogenadas. Este método de detergente se usa para separar la proteína de las otras sustancias del alimento. El reflujo con un detergente ácido evita la necesidad de un reflujo con una solución alcalina. El nitrógeno se remueve y la lignina permanece en el residuo de la fibra cruda (Bateman, 1970).

2.9.5 Digestibilidad in vitro. Los procedimientos in vitro están diseñados para obtener la digestibilidad real o aparente de un forraje. El método está basado en las técnicas in vitro de

Tilley y Terry (1963), con una posterior determinación de los constituyentes no digeridos de las paredes celulares, para obtener la digestibilidad verdadera de la materia seca. Este método se sugiere para determinar la digestibilidad in vitro de la materia seca y orgánica de forrajes. La técnica ha sido comparada con la digestibilidad in vivo por diferentes autores encontrando una buena correlación en pastos tropicales (Tejada, 1985).

Esta técnica está basada en que el contenido celular, o la fracción soluble de un alimento es digestible totalmente, por lo que si se mide el contenido de paredes celulares provenientes de un forraje, puede conocerse exactamente la fracción de la materia seca soluble o el contenido de lignina. Los factores que limitan la digestibilidad están contenidos en la pared celular de las plantas. Los componentes que se encuentran dentro de la pared celular: proteínas, carbohidratos solubles, etc. poseen una digestibilidad real aproximadamente del 100 % (Uribe, 1985). La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y proteína, es calculada de la MS y N, respectivamente, y en residuos no digeridos, después de corregir el blanco por MS y N (Fuller, 1991).

La calidad del forraje se considera aceptable en términos de digestibilidad in vitro (55-59 %), digestibilidad in vivo (64-72%) y consumo de materia seca (56-75 g/Kg P.V.^{0.75}) (Ordoñez y Reyes 1984). La digestibilidad relativa de los forrajes por parte del animal depende del estado de desarrollo de la planta al ser cortada, de ahí si ha sido suministrado en estado verde, henificada, deshidratada o ensilada y en estos últimos casos, según el método o sistema de conservación (Juscafresa, 1980).

2.9.6. Celulosa. Un método indirecto para la determinación de la lignina por medio del permanganato permite la determinación de la celulosa y cenizas insolubles; también la determinación de cenizas insolubles es una manera de estimar el contenido de silicio, que en muchos forrajes es factor sobresaliente en la reducción de la digestibilidad (Tejada, 1985).

La celulosa es el constituyente principal de la fibra; bajo esta denominación se incluye el conjunto de hidratos de carbono no digeribles (no hidrolizables) por ácido clorhídrico e hidróxido sódico en caliente, y constituyen el 1-4 por 100, en peso, de los granos (Primo y Carrasco, 1980). La fibra (cruda), llamada también celulosa, representa "indirectamente" la porción no digerible de los productos alimenticios vegetales. Sin embargo, los herbívoros en general, y especialmente los animales rumiantes, digieren y utilizan "grandes cantidades" de fibra cruda; siendo pues, en los animales monogástricos "un factor correctivo" de la alimentación y en los poligástricos "un factor de volumen" y una fuente "energética" (fuente de ácidos grasos volátiles tales como: ácido acético, propiónico y butírico) de gran importancia (Villarreal, 1976).

2.9.7 Lignina. La determinación de lignina por el método de permanganato presenta una alternativa al método del ácido sulfúrico al 72 %. La elección del método depende de las muestras que se van a analizar y del uso a que se destinen los resultados. El tratamiento con H_2SO_4 al 72 % disuelve la celulosa. La incineración del residuo determina la fracción de lignina (Tejada, 1985).

El tamaño o edad de la planta afecta su valor nutritivo por sus efectos sobre la lignificación de la fibra, a mayor madurez, mayor cantidad de lignina (De alba, 1971). La lignina es la parte más "fibrosa" de un producto vegetal, y por ende, menos digerible que la celulosa, aumentando en cantidad a medida que madura la materia vegetal, en un proceso denominado "lignificación". La lignina no es atacada por los agentes hidrolizantes como el ácido y el álcali, aún por las enzimas, tal como la pepsina estomacal (Villarreal, 1976).

2.9.8 Valores nutricionales del pasto Elefante. En un experimento, se compararon 3 variedades de *P. purpureum*: Cameron, Taiwan A-143 y la var. Común, en 3 períodos de crecimiento: 6, 9 y 12 semanas. Las variables evaluadas fueron: producción de MS, PC, materias grasas, fibra cruda, celulosa, lignina, cenizas y digestibilidad in vitro. Aunque no hubo diferencias entre las variables medidas se presentaron valores diferentes en las

distintas edades de corte. Los mayores contenidos de proteína se presentaron a las 6 semanas, el rendimiento máximo de proteína (Kg/ha) se alcanzó a las 8.52 semanas; los índices mínimos para las materias grasas, la fibra cruda y la celulosa a las 6 semanas, y para la lignina a las 9.37 semanas. El contenido máximo de cenizas se presentó a las 6 semanas y la digestibilidad máxima a las 6 semanas (Gennari y Mattos, 1977).

En otros ensayos efectuados se comparó el cv. Sao Domingos, contra el cv. Napier, en cuanto a palatabilidad para el ganado y digestibilidad in vitro de MS y celulosa. La palatabilidad, expresada como el consumo de MS, fue aproximadamente de 2.254 Kg día/100 Kg de peso vivo para Napier, y de 1.924 Kg para Sao Domingos. La digestibilidad de la MS fue de 47.01 % y 45.50 % y de la celulosa de 58.76 % y 56.85 %, para Napier y Sao Domingos, respectivamente (Gonzalez et al., 1979).

Se ha estudiado el efecto que produce la aplicación anual de fertilizante (0-900 Kg N/ha) sobre la composición química y digestibilidad del Napier. La producción de MS aumentó al incrementar los niveles de N en 4 cortes, alcanzando un máximo de 12.5 ton/ha en el primer corte. La PC, FC y los contenidos de grasa cruda incrementan al tiempo que la fibra neutro detergente y los contenidos de ceniza decrecen incrementando los niveles de fertilización nitrogenada. Los contenidos de lignina de las hojas se incrementaron y el contenido de sílice disminuyeron con los niveles mayores de N aplicados. El contenido de fibra ácido detergente, hemicelulosa y celulosa en las hojas no fueron afectadas por la fertilización nitrogenada, pero en los tallos, la fibra ácido detergente, celulosa y lignina se incrementaron y la hemicelulosa disminuyó. La digestibilidad de la MS en los tallos y hojas disminuyó a 56.37% al incrementar los niveles de nitrógeno, sin la aplicación de fertilizante, y hasta 600 Kg N/ha (0-600 Kg N/ha) la digestibilidad de la MS decreció a 47.55%. Con estos resultados se observa que para lograr una mayor digestión de la MS, los niveles de fertilización están entre (600-900 Kg N/ha) (Miyagi, 1983).

2.10 Conservación.

La importancia de los forrajes de corte se analizan considerando que deben proveer forraje durante las épocas de escasez; para que esto se logre, es necesario pensar en su conservación. Con este pasto se pueden producir ensilajes de buenas características organolépticas, sin necesidad de usar aditivos como melaza y urea, pero se pueden presentar pérdidas en la materia seca y en la proteína cruda del orden del 16 y el 20%, respectivamente. Por otra parte, el consumo es generalmente inferior al correspondiente al forraje verde picado (Ordoñez y Reyes, 1984).

En un estudio se evaluó la conservación del zacate elefante aplicando N (en forma de urea), biuret e hidróxido de amonio, en el forraje previamente tratado con álcalis (2 % de Na OH + 2 % de K OH), antes de ensilar. El período de ensilaje fue de 60 días. En los tratamientos con álcalis la mayor concentración de N agregado (94.2 %) se obtuvo con el biuret, seguido del hidróxido de amonio (37.8 %) y por último los suplementos con urea que mostraron una eficiencia de 13.4 y 22.8 %, cuando ésta se agregó 3 y 24 horas después del tratamiento con álcalis, respectivamente. Cuando se adicionó urea al forraje sin álcalis se obtuvo una eficiencia del 40.6 % en la conservación del N. La adición de fosfato dicálcico aparentemente provocó una mayor actividad microbiana durante el proceso de ensilaje, pero ésta no se reflejó en una mayor conservación de N agregado (Maya y Cervera, 1975).

En otro estudio realizado con king grass para ensilaje se utilizaron silos piloto de (80 kg) o silos en laboratorio, y muestreando después de 5, 10, 20, 30, 60 y 90 días. Las bacterias ácido lácticas fueron las dominantes y estuvieron en mayor proporción en los silos piloto. El desarrollo del fermento y enmohecimiento fueron similares en ambos silos. Los silos de laboratorio fueron proporcionalmente mayores en pH, ácido butírico, ácido acético y contenido de amonía (Luis y Ramírez, 1989). Con esto se concluye que ambos silos pueden ser usados para ensilaje en investigación.

2.11 Utilización.

Este tipo de forraje tiene las cualidades de proporcionarse al ganado en forma de heno, pero esta forma no es recomendable debido a que no es tan palatable como la planta en verde. Esta gramínea da un buen ensilaje, pero es necesario cortar los tallos en trozos muy pequeños y apisonar fuertemente para evitar el enmohecimiento de lo ensilado (Havard, 1965).

No se anticipa una gran productividad animal con este pasto, a no ser que en la dieta se suplemente con otros forrajes o alimentos para aumentar los niveles de consumo. En animales de doble propósito, la producción de leche de 3.5 Kg/vaca por día que se obtiene con forraje conservado sin suplementación, se puede aumentar hasta 6.0 Kg/vaca por día suministrándoles algún tipo de suplementación energética y protéica, aunque sea en pequeñas cantidades (Ordoñez y Reyes, 1984).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción de la zona de estudio.

3.1.1 Ubicación del experimento. El presente trabajo de investigación se inició a partir del mes de Noviembre de 1990, la información que se presenta corresponde a los meses de Mayo a Octubre de 1992. Es una continuación de los trabajos realizados por Oscar García Ramírez y María Elena Sandoval Villarreal. El estudio se realizó en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), situada en el municipio de Marín, N.L. Esta Estación Experimental se encuentra en el km 17.5 de la carretera Zuazua-Marín. Geográficamente se encuentra localizada entre los 25° 53' Latitud Norte y 100° 35' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich. La altitud sobre el nivel del mar es de 367 m.

3.1.2 Características climáticas y edáficas de la región. El clima de la región, según la clasificación de Koppen, modificado por Enriqueta García, se aproxima al tipo Bs(h) hx(e). Este clima corresponde a los secos, con una precipitación promedio anual ligeramente superior a 500 mm y una temperatura media anual de 22 °C, con una temperatura del mes más frío (Diciembre-Enero) menor de 18 °C.

3.1.3 Suelos. Los suelos de la región presentan las características típicas de las regiones semi-áridas, considerados como ligeramente alcalinos con valores de pH entre 7.5 y 8.5, pobres en su contenido de materia orgánica (1-2%) y elevados contenidos de CaCO₃ (>10%), de textura arcillosa y franca (Sánchez, 1989). Además, son suelos de color negro a gris oscuro y de origen aluvial, completamente pesados los cuales presentan grandes grietas en tiempos de sequía y algunos problemas de salinidad.

3.1.4 Material genético. Pennisetum purpureum cv. Taiwan, gramínea de origen tropical.

3.1.5 Métodos.

Diseño experimental: El diseño experimental al que se sometieron los tratamientos fue el de bloques al azar con arreglo de parce las divididas, en donde las parcelas grandes fueron las tres

diferentes dosis de azufre al suelo (0, 6,000 y 12,000 kg/ha). Las parcelas chicas fueron las tres fuentes de fertilizante nitrogenado y los testigos. Se probaron 11 tratamientos; éstos repitiéndose tres veces. Las parcelas experimentales fueron 33, ocupando un área 729 m². Cada parcela experimental estuvo formada por cuatro surcos de 6 m de largo y con una separación de 0.80 m.

Se aplicaron 150 kg/ha de nitrógeno al momento de la siembra, y después de cada corte. El azufre se aplicó todo en una sola aplicación al inicio de la investigación, al momento de la siembra. El nitrógeno se aplicó después de cada corte; la aplicación se hizo dividiendo la dosis en dos partes iguales, la primera al momento del corte y la segunda cuando la planta tenía una altura de 50 cm.

Tratamientos.

T1F1A0	Urea
T2F1A1	Urea + 6,000 kg S/ha
T3F1A2	Urea + 12,000 kg S/ha
T4F2A0	Nitrato de amonio
T5F2A1	Nitrato de amonio + 6,000 kg S/ha
T6F2A2	Nitrato de amonio + 12,000 kg S/ha
T7F3A0	Sulfato de amonio
T8F3A1	Sulfato de amonio + 6,000 kg S/ha
T9F3A2	Sulfato de amonio + 12,000 kg S/ha
TES. 1	sin nitrógeno
TES. 2	sin nitrógeno + 6,000 kg S/ha

3.1.6 Establecimiento del cultivo. La preparación del terreno consistió en un barbecho, luego se dio un paso de rastra, el objetivo fue desmenuzar los terrones que habían quedado durante el barbecho, así mismo para la eliminación de malezas; posteriormente se efectuó el surcado del terreno formando surcos con bordos altos, para facilitar la siembra y posteriormente el riego.

La siembra se realizó en forma manual, con material vegetativo el cual se preparó en forma troceada de 60 cm de largo y

sin hojas. El ancho de los surcos fue de 80 cm y la profundidad de aproximadamente 25 cm. Para la plantación se abrió un canalillo a un costado del bordo del surco, en la parte baja, con una profundidad de 8 cm. A lo largo de este canalillo se colocaron los tallos en forma continua y traslapando los extremos, para después cubrirlos con la tierra removida mediante el azadoneo.

Manejo del experimento. El primer riego se dio el día de la siembra, 27 de Noviembre de 1990, posteriormente se siguió regando con una frecuencia de cada 15 días, mientras duró el período de establecimiento. Posteriormente estos riegos se espaciaron a cada 25 días de acuerdo a las condiciones ambientales que prevalecieron, la época del año y el juicio del responsable para determinar su aplicación. El total de riegos hasta el 25 de Noviembre de 1991 fue de 15, con un promedio de 24.33 días entre cada uno.

Se tomó un período de 5 meses para establecer el cultivo, lo anterior debido a que la fecha de siembra fue en invierno de 1990. Una vez establecida la planta, con una altura de 0.65 m, se aplicaron los tratamientos de acuerdo al diseño experimental y a las unidades experimentales.

La aplicación del azufre fue el 15 de abril de 1991 las cantidades fueron 0, 6,000 y 12,000 kg/ha sobre el suelo, espolvoreándose manualmente sobre toda el área de los surcos, según el tratamiento, aplicándose posteriormente un riego pesado para que el azufre empezara a reaccionar.

Las dosis de nitrógeno de 150 kg/ha/corte se aplicaron en dos porciones. La primera aplicación se hizo a chorrillo a un lado del surco, cubriéndose posteriormente, y finalizando la operación con un riego. La segunda etapa se llevó a cabo a los 15 días con la misma dosis y labores culturales. Las evaluaciones de las variables consideradas en el experimento se efectuaron cada 45 días, i.e., a cada corte.

La descripción del manejo del experimento que cubre el período descrito en este estudio fue el siguiente, el primer riego se dio el día 2 de Mayo de 1992, posteriormente se siguió regando con un espaciamiento de 25 días entre cada riego. El

número de riegos durante el estudio fueron 6, y el total de riegos desde el establecimiento hasta el 19 de Octubre de 1992, fecha en que concluyó este trabajo fueron 22, con un promedio de 24.66 días entre cada uno.

Variables biológicas. Aquellas que se midieron fueron las siguientes: RMV (rendimiento de materia verde), RMS (rendimiento de materia seca).

Análisis de calidad. El análisis de calidad del forraje fue evaluado en base a las siguientes determinaciones:

Nombre	Símbolo	Método
Ceniza	C	Proximal (AOAC 1975)
Proteína cruda	PC	Kjeldahl (AOAC 1975)
Fibra neutro detergente	FND	Goering y Van Soest (1970)
Fibra ácido detergente	FAD	Goering y Van Soest (1970)
Lignina	LIG	Goering y Van Soest (1970)
Celulosa	CEL	Goering y Van soest (1970)
Digestibilidad in vitro de la materia seca	DIVMS	Tilley y Terry (1963)
Digestibilidad in vitro de la materia orgánica	DIVMO	Tilley y Terry (1963)

Los análisis de calidad se hicieron a partir de muestras de cada tratamiento; se seleccionaron tres plantas de cada parcela útil correspondientes a cada tratamiento y repetición, aquellas que representaban la media en peso de las plantas muestreadas.

Análisis estadístico de la calidad nutricional del forraje. Se computaron correlaciones entre las variables biológicas y las variables nutricionales del forraje. Estas correlaciones se hicieron en forma general, independientemente del tratamiento, y en forma general para cada corte.

4. RESULTADOS

4.1 Variables Agrobiológicas.

4.1.1 Rendimiento de Forraje: Materia Verde (RMV).

Primer corte. No hubo efecto ($P>0.05$) de los niveles de azufre sobre el RMV. Las diferentes fuentes nitrogenadas (N) afectaron ($P<0.01$) el RMV, aunque la interacción niveles de azufre (S)x(N) fue altamente significativa (Cuadro 4), lo que indicó que la aplicación de azufre se presentó dependiendo de la fuente nitrogenada aplicada.

En general las diferentes fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P<0.01$) a los testigos sin nitrógeno (22.64). Dentro de las fuentes nitrogenadas la fertilización con nitrato de amonio, sulfato de amonio y urea tuvieron igual ($P>0.05$) comportamiento (40.8, 40.8 y 40.68 ton MV/ha, respectivamente; Figura 4).

En referencia a los niveles de azufre se observó el siguiente rendimiento en el primero, tercer y segundo nivel de azufre (42.02, 40.96, 39.30 ton/ha, respectivamente; Cuadro 4).

Los tratamientos que mejor se comportaron, pero que fueron similares ($P>0.05$) entre si fueron: sulfato de amonio y primer nivel de azufre (43.52), nitrato de amonio y primer nivel de azufre, sulfato de amonio y tercer nivel de azufre (41.76 y 41.43 ton/ha, respectivamente; Cuadro 1 y 34).

Segundo corte: No hubo efecto a la aplicación de los diferentes niveles de azufre ($P>0.05$). Hubo efecto ($P<0.01$) en las diferentes fuentes nitrogenadas. La interacción S x N fue altamente significativa (Cuadro 5). En general las diferentes fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P<0.01$) en comparación con los testigos sin nitrógeno (18.61 ton/ha). Dentro de las fuentes nitrogenadas; éstas presentaron un comportamiento similar ($P>0.05$), para la urea, sulfato y nitrato de amonio 38.75, 38.19 y 36.25 ton MV/ha, respectivamente (Figura 4).

Los niveles de producción fueron: 37.73, 35.23, y 34.53 ton MS/ha para los niveles 1, 3 y 2 de S, respectivamente; Cuadro

5).

Los tratamientos que mostraron un mejor comportamiento fueron los siguientes: urea y primer nivel de azufre, sulfato y primer nivel de azufre, nitrato y primer nivel de azufre (38.75, 38.19, 36.25 ton/ha, respectivamente; Cuadro 2 y 35). Estos tres tratamientos fueron similares entre sí ($P > 0.05$).

Tercer corte: Hubo diferencias ($P < 0.01$) a la aplicación de las diferentes fuentes nitrogenadas, y no la hubo ($P > 0.05$) a los niveles de azufre, aunque la interacción fue altamente significativa (Cuadro 6). Como se esperaba, las diferentes fuentes nitrogenadas presentaron un mayor rendimiento ($P < 0.01$) en comparación con los testigos sin nitrógeno (12.94). Dentro de las fuentes nitrogenadas la urea y nitrato de amonio (34.73 y 34.08 ton MV/ha, respectivamente) se comportaron de manera similar ($P > 0.05$), pero diferentes ($P < 0.05$) al sulfato de amonio (32.54 ton MV/ha). Esta última fuente fue diferente a los testigos ($P < 0.05$; 12.94 ton MV/ha; Figura 4).

Con respecto al efecto de los niveles de azufre, el tercero, segundo y primer nivel tuvieron un contenido de (36.20, 32.85 y 32.29, respectivamente; Cuadro 6).

Los tratamientos donde se observó un mejor rendimiento, aunque siendo éstos similares ($P > 0.05$) fueron: urea y tercer nivel de azufre (37.92), nitrato y sulfato de amonio tercer nivel de azufre (36.11, 34.58 respectivamente; Cuadro 3 y 36).

En general las diferentes fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) a los testigos sin nitrógeno en los tres cortes (Figura 4). En el primer corte la fertilización con nitrato de amonio, sulfato de amonio y urea tuvieron igual ($P > 0.05$) comportamiento (40.8, 40.8 y 40.68 ton MV/ha, respectivamente), pero siendo éstos diferentes ($P < 0.05$) a los testigos sin N (22.64; Figura 4). En el segundo corte las fuentes nitrogenadas presentaron un comportamiento similar ($P > 0.05$), para la urea, sulfato y nitrato de amonio con: 38.75, 38.19 y 36.25 ton MV/ha, respectivamente, pero siendo estas fuentes nitrogenadas diferentes ($P < 0.05$) a los testigos sin nitrógeno (18.61; Figura 4). En el tercer corte la urea y el nitrato de amonio (11.58 y

11.36, respectivamente), fueron diferentes ($P < 0.05$) al sulfato de amonio (10.85 ton MV/ha), aunque los primeros fueron similares entre sí ($P > 0.05$). El sulfato de amonio fue diferente a los testigos ($P < 0.05$; 12.94 ton MV/ha; Figura 4).

En general el Testigo 2 (0, 6,000; Tratamiento 5) se comportó mejor en RMV al Testigo 1 (0, 0); Tratamiento 1) en los tres cortes (27.27 vs 18.01; 20.46 vs 16.76 y 14.12 vs 11.76 ton MV/ha, respectivamente; Cuadros 1-3, 34-36), aunque estadísticamente fueron similares ($P > 0.05$).

4.1.2 Rendimiento de Forraje: Materia Seca (RMS).

Primer corte: Hubo diferencias ($P < 0.01$) en el RMS para las diferentes fuentes nitrogenadas aplicadas (Cuadro 7). En general las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) a los testigos, pero fueron similares entre sí ($P > 0.05$; Figura 5). Entre las fuentes nitrogenadas el nitrato de amonio (9.07), la urea (8.82), y sulfato de amonio (8.04) fueron similares ($P > 0.05$) en su rendimiento; pero diferentes ($P < 0.05$) a los testigos (5.18 ton MS/ha; Figura 5).

En cuanto a los niveles de azufre éstos afectaron ($P < 0.01$) el RMS (Cuadro 7). En el primer nivel la comparación de medias mostró mejor comportamiento ($P < 0.05$) para los tratamientos con nitrógeno que para el testigo sin nitrógeno. En el segundo y tercer nivel de azufre el comportamiento fue similar ($P > 0.05$) para los tratamientos con nitrógeno y testigo sin nitrógeno (Figura 1). En referencia a los niveles de azufre se observó el siguiente rendimiento en el primero, segundo y tercer nivel de azufre (9.36, 8.39 y 8.18 ton/ha, respectivamente; Cuadro 7).

Los tratamientos que mostraron un comportamiento mayor y similar entre sí ($P > 0.05$) fueron los siguientes: nitrato de amonio y primer nivel de azufre, testigo y segundo nivel de azufre, nitrato de amonio y segundo nivel de azufre (9.90, 6.39, 9.14 ton MS/ha, respectivamente; Cuadro 1 y 37).

Segundo corte: Hubo diferencias ($P < 0.01$) para las fuentes nitrogenadas (Cuadro 8). Como era de esperarse las diferentes fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) a los testigos sin N,

pero siendo las primeras similares entre sí ($P > 0.05$). En las fuentes nitrogenadas se tuvo un comportamiento similar ($P > 0.05$) para urea, nitrato y sulfato de amonio (9.40, 9.36, 9.27 ton MS/ha, respectivamente), pero diferente ($P < 0.01$) a los testigos (4.99 ton MS/ha; Figura 5).

Hubo diferencias ($P < 0.01$) en la respuesta a los diferentes niveles de azufre aplicados. En el primero y segundo nivel de azufre, los tratamientos con N fueron superiores ($P < 0.05$) al testigo sin N. En el tercer nivel las fuentes nitrogenadas se comportaron igual ($P > 0.05$; Figura 2). Los niveles de producción fueron: 10.27, 9.17, y 8.58 ton MS/ha para los niveles 1, 2 y 3 de S, respectivamente; Cuadro 8).

Los tratamientos que mejor se comportaron fueron los siguientes: sulfato y primer nivel de azufre, urea y primer nivel de azufre, nitrato y primer nivel de azufre (10.53, 10.22, 10.07 ton MS/ha, respectivamente; Cuadro 2 y 38), aunque fueron similares entre sí ($P > 0.05$).

Tercer corte. El RMS fue afectado ($P < 0.01$) por las diferentes fuentes nitrogenadas y por los diferentes niveles de azufre ($P < 0.01$). La interacción S x N se presentó ($P < 0.01$; Cuadro 9). En general las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) a los testigo sin nitrógeno (2.65 ton MS/ha; Figura 5). Las fuentes nitrogenadas se comportaron en forma similar ($P > 0.05$), siendo sus rendimientos: nitrato de amonio (7.23), urea (6.75), sulfato de amonio (6.31).

Los resultados presentaron diferencia ($P < 0.01$) en los diferentes niveles de azufre. En el primero y segundo nivel los tratamientos con nitrógeno se comportaron mejor ($P < 0.05$) que los tratamientos sin nitrógeno. En el tercer nivel de azufre las fuentes nitrogenadas tuvieron un comportamiento similar ($P > 0.05$; Figura 3). Los niveles de producción en el tercer, segundo y primer nivel fueron 7.31, 6.59, y 6.40, respectivamente (Cuadro 9).

Los tratamientos que mejor se comportaron, aunque siendo similares ($P > 0.05$) entre si fueron: urea y tercer nivel de azufre, nitrato de amonio y segundo nivel de azufre, nitrato de

amonio y tercer nivel de azufre (7.74, 7.57, 7.24 ton MS/ha, respectivamente; Cuadro 3 y 39).

En conclusión, para los tres cortes, hubo diferencia ($P < 0.01$) en la respuesta a los diferentes niveles de azufre aplicados (Cuadros 7-9). En el primer nivel la comparación de medias mostró ($P < 0.05$) mejor comportamiento para los tratamientos con nitrógeno que para el testigo sin nitrógeno. En el segundo y tercer nivel de azufre el comportamiento fue similar ($P > 0.05$) para los tratamientos con nitrógeno y testigo sin nitrógeno (Figura 1).

En el segundo corte con el primero y segundo nivel de azufre los tratamientos con N fueron superiores ($P < 0.05$) al testigo sin N. En el tercer nivel las fuentes nitrogenadas se comportaron igual ($P > 0.05$; Figura 2).

En el tercer corte en el primero y segundo nivel los tratamientos con nitrógeno presentaron ($P < 0.05$) mejor comportamiento que los tratamientos sin nitrógeno. En el tercer nivel las fuentes nitrogenadas se comportaron en forma similar ($P > 0.05$; Figura 3).

En general las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) a los testigos, pero siendo los primeros similares entre sí ($P > 0.05$; Figura 5), para los tres cortes. Los rendimientos obtenidos fueron: nitrato de amonio (9.07), urea (8.82), y sulfato de amonio (8.04), y los testigos (3.85 tMS/ha; Figura 4).

En el segundo corte los rendimientos obtenidos fueron para: urea, nitrato y sulfato de amonio (9.40, 9.36, 9.27 ton MS/ha, respectivamente), y para los testigos (4.99 ton MS/ha; Figura 5).

En el tercer corte las fuentes nitrogenadas tuvieron rendimientos similares ($P > 0.05$) siendo éstos para: nitrato de amonio (7.23), urea (6.75), sulfato de amonio (6.31); y para los testigos, con los que fueron diferentes ($P < 0.05$; 2.65 ton MS/ha; Figura 5).

En general el Testigo 2 (0, 6,000; Tratamiento 5) fue superior en RMS ($P<0.05$) al Testigo 1 (0, 0); Tratamiento 1) en los tres cortes (6.38 vs 3.98; 5.62 vs 4.36 y 5.62 vs 4.36 ton MS/ha, respectivamente; Cuadros 1-3, 37-39).

4.2 Variables nutricionales.

4.2.1 Ceniza.

Primer corte: Hubo diferencias ($P<0.05$) en el contenido de CEN dependiendo de las diferentes niveles de azufre aplicados (0, 6,000 y 12,000 kg S/ha), y de ($P<0.01$) las fuentes nitrogenadas utilizadas (urea, sulfato y nitrato de amonio). La interacción niveles de azufre (S) y fuentes nitrogenadas utilizadas (N) se hizo presente ($P<0.01$; Cuadro 10). Aunque la comparación de medias no detectó el efecto entre los tratamientos ($P>0.05$), tanto para fuentes nitrogenadas como los niveles de azufre.

Los tratamientos que tuvieron mayor contenido de CEN, aunque similares ($P>0.05$) entre sí fueron: nitrato de amonio y tercer nivel de azufre (12.70%), nitrato de amonio y segundo nivel de azufre (11.96%), sulfato de amonio y primer nivel de azufre (11.92%; Cuadro 1 y 40).

El contenido de ceniza se relacionó ($P<0.05$) con el RMV (Cuadro 64).

Segundo corte: Se encontró influencia ($P<0.01$) de los niveles de azufre en el contenido de ceniza, y de las fuentes nitrogenadas ($P<0.01$). La interacción S x N se presentó ($P<0.01$; Cuadro 11).

Los tratamientos que tuvieron mayor contenido de CEN, aunque similares ($P>0.05$) entre sí fueron: sulfato de amonio y tercer nivel de azufre (12.97%), testigo y primer nivel de azufre (12.90), sulfato de amonio y primer nivel de azufre (12.38%; Cuadro 2 y 41).

Tercer corte: Hubo efecto ($P<0.05$) de los diferentes niveles de azufre y de las fuentes nitrogenadas ($P<0.01$) sobre el contenido de ceniza. La interacción existió ($P<0.01$; Cuadro 12). La compa-

ración de medias no detectó diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), tanto para las fuentes nitrogenadas como para niveles de azufre.

Los tratamientos tuvieron un contenido de CEN igual ($P > 0.05$); para el sulfato de amonio con el segundo y tercer nivel de azufre (13.64%), y urea con el tercer nivel de azufre (13.4%; Cuadro 3 y 42).

En forma general el Testigo 2 (0, 6,000; Tratamiento 5) fue similar ($P > 0.05$) en el contenido de ceniza al Testigo 1 (0, 0; Tratamiento 1) en el primero y tercer corte con 10.19% vs 8.83%; y 12.79% vs 11.73% (Cuadros 1,3 y 40,42), aunque se puede apreciar un mejor comportamiento del testigo 2. En el segundo corte el Testigo 1 (0, 0; Tratamiento 1) fue superior en comportamiento al Testigo 2 (0, 6000; Tratamiento 5), con 12.90% vs. 11.70% de CEN (Cuadros 2, 41), aunque estadísticamente fueron similares ($P > 0.05$).

El contenido de ceniza se relacionó ($P < 0.05$) únicamente con el RMV en el primer corte (Cuadros 64-66).

4.2.2 Proteína.

Primer corte: Hubo diferencia ($P < 0.01$) en el contenido de PC para los diferentes niveles de azufre aplicados; así mismo para las fuentes nitrogenadas ($P < 0.01$). La interacción S x N fue altamente significativa (Cuadro 13). En general las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) al testigo sin nitrógeno (6.14). Dentro de las fuentes nitrogenadas la fertilización con nitrato de amonio tuvo un mejor comportamiento ($P < 0.05$; 10.42% PC) que el sulfato de amonio y urea (9.74 y 9.22% PC, respectivamente), siendo estos dos últimos similares; todas las fuentes nitrogenadas fueron diferentes ($P < 0.05$) a los testigos sin nitrógeno (6.14%; Figura 6).

El contenido de PC fue diferente dependiendo de la fuente nitrogenada utilizada, así el nitrato de amonio tuvo un mayor ($P < 0.05$) porcentaje de PC (10.42) que el sulfato de amonio y que la urea; siendo éstos dos últimos similares ($P > 0.05$; 9.74 y 9.22, respectivamente; Figura 6). Los niveles de azufre tuvieron

una respuesta de: 9.92, 9.82 y 9.64% PC para el segundo, primero y tercer nivel de azufre, respectivamente (Cuadro 13).

Los tratamientos que presentaron los mayores contenidos de PC, pero similares ($P>0.05$) entre sí fueron: nitrato de amonio y segundo nivel de azufre (11.00), nitrato de amonio y primer nivel de azufre (10.50), sulfato de amonio y primer nivel de azufre (10.02% PC; Cuadro 1 y 43).

El contenido de proteína cruda se relacionó ($P<0.05$) con el RMV (Cuadro 64).

Segundo corte: En el segundo corte solo hubo efecto ($P<0.01$) en los diferentes niveles de azufre aplicados. Las diferentes fuentes nitrogenadas afectaron ($P<0.01$) el contenido de proteína. La interacción S x N (Cuadro 14) fue altamente significativa.

En general las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P<0.01$), en comparación al testigo sin nitrógeno (6.96; Figura 6). Dentro de las fuentes nitrogenadas éstas fueron similares ($P>0.05$), teniendo contenidos de 9.67, 9.50 y 8.95% PC, respectivamente.

Los niveles de azufre tuvieron una respuesta en producción de 9.95, 9.59 y 8.59% de PC para los niveles uno, dos y tres, respectivamente (Cuadro 14).

Los tratamientos que tuvieron mayor contenido de PC, aunque similares ($P>0.05$) entre sí fueron: nitrato de amonio y primer nivel de azufre (10.51), urea y segundo y primer nivel de azufre (10.25 y 9.89%, respectivamente; Cuadro 2 y 44).

El contenido de proteína cruda se relacionó ($P<0.05$) con el RMV (Cuadro 65).

Tercer corte: Hubo influencia ($P<0.05$) de los diferentes niveles de azufre en el contenido de PC. También la hubo ($P<0.01$) para las diferentes fuentes nitrogenadas aplicadas; aunque la interacción S x N fue altamente significativa (Cuadro 15). Al igual que en los cortes anteriores las fuentes nitrogenadas presenta-

ron un porciento mayor de proteína ($P < 0.01$) en comparación a los testigos sin nitrógeno (Figura 6). El comportamiento dentro de las fuentes nitrogenadas fue similar ($P > 0.05$) para urea, nitrato y sulfato de amonio (10.62, 9.68, 9.13% PC, respectivamente), en comparación a los testigo (6.52; Figura 6).

En referencia a los niveles de azufre presentaron un contenido de PC en el primero (10.35), segundo (9.96) y tercer nivel de azufre (9.12% PC; Cuadro 15).

Los tratamientos que presentaron mayor contenido de PC, aunque similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: urea y segundo nivel de azufre (11.16), nitrato de amonio y urea con el primer nivel de azufre (10.91 y 10.67%, respectivamente; Cuadro 3 y 45).

En general las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) al testigo sin nitrógeno en los tres cortes (Figura 6). Dentro de las fuentes nitrogenadas la fertilización con nitrato de amonio tuvo mejor comportamiento ($P < 0.05$; 10.42% PC), que sulfato de amonio y urea, aunque estas fuentes fueron similares ($P > 0.05$) entre sí, (9.74 y 9.22% PC, respectivamente; Figura 6).

En el segundo corte las fuentes nitrogenadas fueron similares ($P > 0.05$), teniendo contenidos de 9.67, 9.50 y 8.95% PC, respectivamente, pero diferentes ($P < 0.05$) a los testigos (6.96; Figura 6).

En el tercer corte el comportamiento dentro de las fuentes nitrogenadas fue similar ($P > 0.05$) para urea, nitrato y sulfato de amonio (10.62, 9.68, 9.13% PC, respectivamente), pero diferentes ($P < 0.05$) a los testigos (6.52% PC; Figura 6).

El Testigo 1 (0,0; Tratamiento 1) fue superior ($P < 0.05$) en PC al Testigo 2 (0, 6,000; Tratamiento 5) en el primer corte (6.72 vs 5.56; Cuadro 1, 43). En el segundo y tercer corte el Testigo 2 (0, 6,000; Tratamiento 5) fue similar ($P > 0.05$) al Testigo 1 (0,0; Tratamiento 5) 6.99 vs 6.94; 7.42 vs 5.62 porciento de PC, respectivamente; Cuadros 2-3, 44-45).

En forma general el contenido de proteína cruda se relacionó ($P < 0.05$) con el RMV en el primero, segundo y tercer corte

(Cuadros 64-66).

4.2.3. Fibra neutro detergente.

Primer corte: Hubo influencia ($P < 0.01$) del azufre sobre el contenido de FND; así mismo la hubo ($P < 0.01$) para las fuentes nitrogenadas aplicadas. La interacción S x N estuvo presente ($P < 0.01$; Cuadro 16). En general las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) a los testigos sin nitrógeno (Figura 7). Dentro de las fuentes nitrogenadas éstas se comportaron en forma similar ($P > 0.05$). Los contenidos de FND para la urea, sulfato y nitrato de amonio fueron: 66.41%, 65.91, y 64.65%, respectivamente. Los testigos tuvieron un valor de 62.97% (Figura 7).

Con respecto al efecto de los niveles de azufre, el primero, tercer y segundo nivel tuvieron un contenido de (66.81 y 66.19, 63.97 respectivamente; Cuadro 16).

Los tratamientos que tuvieron un mayor contenido de FND, aunque similares entre sí ($P > 0.05$) fueron: nitrato de amonio y tercer nivel de azufre (72.37), sulfato de amonio y primer nivel de azufre (70.65), urea y segundo nivel de azufre (68.01; Cuadro 1 y 46).

Segundo corte: Los resultados obtenidos no mostraron efecto ($P > 0.05$) para los niveles de azufre aplicados. Las diferentes fuentes nitrogenadas afectaron ($P < 0.01$) el contenido de FND, aunque la comparación de medias no mostró diferencias entre las diferentes fuentes y niveles de azufre ($P > 0.05$). Por otra parte la interacción S x N (Cuadro 17) se hizo evidente.

Los tratamientos que tuvieron mayor contenido de FND, aunque similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: urea y tercer nivel de azufre (72.82%), sulfato de amonio y el primer nivel de azufre (68.52% FND), testigo y segundo nivel de azufre (66.19; Cuadro 2 y 47).

Tercer corte: En los resultados obtenidos se encontró diferencia ($P < 0.01$) en los niveles de azufre aplicados. También las diferentes fuentes nitrogenadas afectaron ($P < 0.01$) el contenido de NDF. Aunque la interacción S x N (Cuadro 18) se hizo presente.

Las fuentes nitrogenadas nitrato de amonio y urea presentaron un contenido mayor ($P < 0.05$) de NDF (69.90% y 67.70%, respectivamente), que el sulfato de amonio (62.95%; Figura 7). Las dos primeras siendo estadísticamente similares ($P > 0.05$).

Con referencia a los niveles de azufre éstos presentaron un contenido de FND para el tercero, segundo y primer nivel: 68.00, 66.61 y 66.54, respectivamente (Cuadro 18).

Los tratamientos que mejor resultado dieron en este corte fueron: urea y tercer nivel de azufre (75.65), le siguió el nitrato de amonio con el primer y segundo nivel de azufre (73.15 y 71.77, respectivamente; Cuadro 3 y 48).

En el primer corte las fuentes nitrogenadas fueron superiores ($P < 0.01$) a los testigos sin nitrógeno (Figura 7). Dentro de las fuentes nitrogenadas éstas se comportaron en forma similar ($P > 0.05$); la urea y sulfato de amonio presentaron un contenido superior ($P < 0.05$) de FND (66.41% y 65.91, respectivamente), que el nitrato de amonio (64.65%). Los testigos rindieron 62.97% de FND (Figura 7).

En el tercer corte las fuentes nitrogenadas nitrato de amonio y urea presentaron un contenido mayor ($P < 0.05$) de FND (69.90% y 67.70%, respectivamente), que el sulfato de amonio (62.95%; Figura 7), siendo las dos primeras similares ($P > 0.05$).

Los Testigos tuvieron un contenido similar ($P > 0.05$) en contenido de FND en todos los cortes, siendo los contenidos para el primero, segundo y tercero 62.24 vs 63.70; 59.43 vs 66.19; y 71.42 vs 63.99% de FND, respectivamente, Cuadros 1-3, 46-48).

El contenido de FND no se relacionó ($P > 0.05$) con ninguna de las variables biológicas estudiadas en los tres cortes (Cuadros 64-66).

4.2.4. Celulosa.

Primer corte: En los resultados obtenidos los niveles de azufre afectaron ($P < 0.05$) el contenido de celulosa. También se encontraron diferencias ($P < 0.01$) en las diferentes fuentes nitroge-

nadas aplicadas; así mismo la interacción S x N (Cuadro 19) se hizo evidente. La comparación de medias no mostró diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), tanto para fuentes nitrogenadas como para niveles de azufre.

Los tratamientos que tuvieron los mayores contenidos de CEL se comportaron de manera similar ($P > 0.05$) en el siguiente orden: sulfato de amonio primero y tercer nivel de azufre, nitrato de amonio y tercer nivel de azufre, sulfato de amonio y tercer nivel de azufre (30.39, 30.34 y 30.27, respectivamente; Cuadro 1 y 49).

Segundo corte: Los niveles de azufre afectaron ($P < 0.05$) el contenido de celulosa, lo mismo las diferentes fuentes nitrogenadas ($P < 0.01$). Aunque la interacción S x N fue altamente significativa (Cuadro 20). La comparación de medias no detectó diferencias entre tratamiento ($P > 0.05$), tanto para fuentes nitrogenadas como para niveles de azufre.

Los tratamientos que presentaron mayor contenido de CEL, aunque similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: urea y tercer nivel de azufre (31.26), urea y segundo nivel de azufre (30.65), sulfato y primer nivel de azufre (30.39; Cuadro 2 y 50).

Tercer corte: Hubo efecto de la aplicación ($P < 0.05$) del azufre sobre el contenido de celulosa; así mismo las fuentes nitrogenadas afectaron ($P < 0.01$) el contenido de celulosa. La interacción S x N se presentó (Cuadro 21). Aunque la comparación de medias no detectó diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), tanto para fuentes nitrogenadas como para niveles de azufre.

Los tratamientos que tuvieron un mayor contenido de CEL, aunque similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: el testigo y primer nivel de azufre, urea y tercer nivel de azufre, sulfato de amonio y primer nivel de azufre (31.99, 31.33 y 31.01, respectivamente; Cuadro 3 y 51).

Los testigos se comportaron en forma similar ($P > 0.05$) en los tres cortes siendo sus contenidos: 29.39 vs 29.06; 29.50 vs 31.18; y 32.00 vs 28.42 por ciento de CEL para el Testigo 1 y 2 en el primero, segundo y tercer corte, respectivamente; Cuadros

1-3 y 49-51).

El contenido de celulosa no se relacionó ($P > 0.05$) con las variables biológicas en los tres cortes analizados (Cuadros 64-66).

4.2.5. Fibra ácido detergente.

Primer corte: Hubo efecto ($P < 0.01$) de los niveles de azufre sobre el contenido de FAD, también lo hubo para las fuentes nitrogenadas ($P < 0.01$). La interacción entre los dos factores existió ($P < 0.01$); Cuadro 22). Aunque la comparación de medias no detectó ($P > 0.05$) diferencias entre tratamientos, para las fuentes nitrogenadas como para los niveles de azufre.

Los tratamientos que lograron un mayor contenido de FAD se comportaron iguales ($P > 0.05$) entre sí; las medias obtenidas fueron el sulfato de amonio y tercer nivel de azufre (40.68), nitrato de amonio y tercer nivel de azufre (40.57), urea y segundo nivel de azufre (40.46% ADF; Cuadros 1, 52).

Segundo corte: Hubo efecto ($P < 0.05$) de los niveles de azufre sobre el contenido de FAD; también lo hubo para las diferentes fuentes nitrogenadas ($P < 0.01$) aplicadas. La interacción S x N (Cuadro 23) se hizo presente. Aunque la comparación de medias no detectó diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), tanto para las fuentes nitrogenadas como para los niveles de azufre.

Los tratamientos con mayor comportamiento, pero que fueron similares ($P > 0.05$) entre sí fueron los siguientes: sulfato de amonio primero y tercer nivel de azufre, urea y tercer nivel de azufre (41.44 y 41.19 y 41.14, respectivamente; Cuadro 2 y 53).

Tercer corte: Hubo efecto ($P < 0.05$) en el contenido de FAD dependiendo de los niveles de azufre aplicados y de ($P < 0.01$) las fuentes nitrogenadas utilizadas; la influencia persistió en la interacción (Cuadro 24). La comparación de medias no detectó diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) para las fuentes nitrogenadas y niveles de azufre.

Los tratamientos que tuvieron un mayor contenido de FAD,

aunque siendo similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: urea y tercer nivel de azufre (43.43), nitrato y sulfato de amonio, primero y tercer nivel de azufre (42.10 y 40.97, respectivamente; Cuadro 3 y 54).

El Testigo 1 (0, 0; Tratamiento 1) fue similar ($P > 0.05$) en el contenido de FAD al Testigo 2 (0, 6000; Tratamiento 5) en el primero y segundo cortes (39.73 vs 38.59; 41.02 vs 40.72), pero en el tercer corte el Testigo 1 fue superior ($P < 0.05$) al Testigo 2 (42.02 vs 37.77 por ciento de FAD; Cuadros 1-3, 52-54).

El contenido de FAD no se relacionó ($P > 0.05$) con ninguna de las variables estudiadas en los tres cortes (Cuadros 64-66).

4.2.6. Lignina.

Primer corte: Hubo diferencia ($P < 0.01$) de los niveles de azufre en el contenido de lignina. También las diferentes fuentes nitrogenadas afectaron ($P < 0.01$) su contenido. La interacción S x N (Cuadro 25) fue altamente significativa. Aunque la comparación de medias no detectó diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), para fuentes nitrogenadas y niveles de azufre.

Los tratamientos que tuvieron mayor contenido de lignina, aunque siendo éstos similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: sulfato de amonio y segundo nivel de azufre (8.35), urea primer y segundo nivel de azufre (7.23 y 6.16% LAD, respectivamente; Cuadro 1 y 55).

Segundo corte: Los resultados obtenidos mostraron significancia ($P < 0.05$) de los niveles de azufre sobre el contenido de lignina. No hubo influencia ($P > 0.05$) de las fuentes nitrogenadas. La interacción ($P < 0.01$; Cuadro 26) se hizo presente. La comparación de medias no detectó diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) en las fuentes nitrogenadas y niveles de azufre.

Los tratamientos tuvieron un mayor contenido de lignina, aunque similares ($P > 0.05$) entre si fueron: Testigo 1 (0, 0; Tratamiento 1) y primer nivel de azufre (6.41), nitrato de amonio y segundo nivel de azufre (6.22), sulfato de amonio y tercer nivel de azufre (5.75; Cuadro 2 y 56).

Tercer corte: No hubo efecto ($P > 0.05$) de los niveles de azufre sobre el contenido de lignina. Sin embargo, los resultados mostraron efecto ($P < 0.01$) de las fuentes nitrogenadas sobre el contenido de lignina. La interacción S x N se presentó ($P < 0.05$; Cuadro 27). Aunque la comparación de medias no mostró efecto ($P > 0.05$) para fuentes nitrogenadas y niveles de azufre.

Los tratamientos que presentaron mayor contenido de lignina, aunque siendo éstos similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: sulfato de amonio y segundo nivel de azufre (7.30), urea y tercer nivel de azufre (6.74), nitrato de amonio y primer nivel de azufre (6.53; Cuadro 3 y 57).

El contenido de lignina se correlacionó ($P < 0.05$) únicamente con la materia verde (Cuadro 66).

Los Testigos fueron similares ($P > 0.05$) en contenido de lignina en todos los cortes siendo sus contenidos: 5.13 vs 5.17; 6.41 vs 4.85; y 3.17 vs 3.78 por ciento de lignina, para el testigo 1 y 2 y cortes 1-3, respectivamente (Cuadros 1-3 y 55-57).

El contenido de lignina se correlacionó ($P < 0.05$) únicamente con la materia verde en el tercer corte (Cuadro 66).

4.2.7. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

Primer corte: El porcentaje de digestibilidad de la materia seca se vio influenciado ($P < 0.01$) de los niveles de azufre aplicados. También las diferentes fuentes nitrogenadas afectaron ($P < 0.01$) el porcentaje de DIVMS, aunque la interacción S x N se hizo evidente ($P < 0.01$; Cuadro 28).

Los tratamientos que tuvieron un porcentaje mayor de DIVMS, aunque siendo éstos similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: nitrato de amonio y primer nivel de azufre (53.98), urea tercero y segundo nivel de azufre (52.06, 50.07 respectivamente; Cuadro 1 y 58).

Segundo corte: Se encontró efecto ($P < 0.01$) del azufre sobre el porcentaje de DIVMS. Las diferentes fuentes nitrogenadas también

mostraron efecto ($P < 0.01$). La interacción S x N se hizo presente ($P < 0.01$; Cuadro 59).

Los tratamientos que mayores digestibilidades mostraron, aunque siendo similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: para la urea y segundo nivel de azufre, sulfato de amonio y segundo nivel de azufre (49.91), urea y tercer nivel de azufre (47.94; Cuadro 2 y 59).

Tercer corte: Los resultados obtenidos mostraron diferencia ($P < 0.01$) de los niveles de azufre en el porciento de DIVMS. Así mismo las diferentes fuentes nitrogenadas afectaron ($P < 0.01$) la DIVMS. La interacción S x N fue altamente significativa (Cuadro 30).

Los tratamientos que tuvieron un porciento mayor de DIVMS, aunque similares ($P > 0.05$) entre sí fueron los siguientes: nitrato y sulfato de amonio segundo y tercer nivel de azufre, urea y segundo nivel de azufre (49.17, 49.12, 48.68, respectivamente; Cuadro 3 y 60).

Los Testigos fueron similares ($P > 0.05$) en DIVMS en los tres cortes realizados, siendo sus valores: 47.36 vs 47.79; 46.20 vs 41.88; y 47.58 vs 48.55 porciento de DIVMS para los testigos 1 y 2, en los cortes 1-3, respectivamente; Cuadros 1-3 y 58-60).

La DIVMS no se relacionó ($P > 0.05$) con las variables estudiadas en los tres cortes (Cuadros 64-66).

4.2.8. Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

Primer corte: No hubo efecto ($P > 0.05$) de los niveles de azufre sobre el porcentaje de DIVMO. Las diferentes fuentes nitrogenadas, sin embargo sí la afectaron ($P < 0.01$). La interacción se presentó ($P < 0.01$; Cuadro 31).

Los tratamientos que tuvieron mayor contenido de DIVMO, aunque siendo éstos similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: nitrato de amonio y primer nivel de azufre (59.07), le siguieron urea con el segundo y tercer nivel (56.73 y 54.30, respectivamente; Cuadro 1 y 61).

Segundo corte: Hubo diferencia ($P < 0.05$) de los niveles de azufre sobre el contenido de DIVMO. Las diferentes fuentes nitrogenadas afectaron ($P < 0.01$) el contenido de DIVMO. La interacción S x N (Cuadro 32) fue altamente significativa.

Los tratamientos que mostraron mayor porciento de DIVMO, aunque siendo similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: sulfato de amonio y segundo nivel de azufre, urea tercero y segundo nivel de azufre, (52.73, 52.18 y 51.93, respectivamente; Cuadro 2 y 62).

Tercer corte: Los resultados mostraron efecto ($P < 0.01$) de los niveles de azufre sobre la DIVMO, también lo hubo ($P < 0.01$) para las fuentes nitrogenadas aplicadas. Aunque la comparación de medias no detectó diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), tanto para fuentes nitrogenadas como para los niveles de azufre. La interacción S x N (Cuadro 33) fue altamente significativa.

Los tratamientos que tuvieron mayor porciento de DIVMO, aunque siendo similares ($P > 0.05$) entre sí fueron: sulfato de amonio y tercer nivel de azufre (56.29), urea y nitrato de amonio segundo y primer nivel de azufre (53.23 y 53.03, respectivamente; Cuadro 3 y 63).

Los Testigos fueron similares ($P > 0.05$) en DIVMO, siendo sus valores: 50.00 vs 51.54; 50.37 vs 47.19; y 51.37 vs 54.59, para los testigos 1 y 2, y cortes 1-3, respectivamente; Cuadros 1-3 y 61-63).

La DIVMO no se relacionó ($P > 0.05$) con las variables estudiadas en los tres cortes (Cuadros 64-66).

4.3. Relación funcional entre las variables.

En forma general el RMV se correlacionó ($P < 0.01$) con algunas variables nutricionales como CEN y FC. El RMS no se relacionó ($P > 0.05$) con ninguna de las variables estudiadas, en el primer corte (Cuadro 64). En el segundo y tercer corte el RMV se relacionó ($P < 0.01$) únicamente con la FC, y nuevamente el RMS no se relacionó con ninguna de las variables (Cuadros 65 y 66).

5. DISCUSIONES

El zacate taiwan Pennisetum purpureum es un cultivo de introducción muy reciente a México, por lo cual hay poca investigación en éste zacate. Los antecedentes de ésta especie se señalan en la revisión de literatura de ésta tesis e indican que el cultivo se adapta bien y produce en condiciones ecológicas similares a las del noreste de México. Las investigaciones que se han realizado nos permiten conocer su comportamiento para obtener un rendimiento óptimo y buena calidad nutritiva reflejado en la producción animal, en condiciones ambientales diferentes a su lugar de origen. Investigaciones realizadas en otros países, reconocen la potencialidad de ésta especie en cuanto a la producción de forraje por su rendimiento, calidad y aceptación por el ganado; además nos permite producir en épocas críticas de forraje. A nivel mundial poco se ha investigado acerca de ésta especie en cuanto a la correlación de las variables biológicas y bromatológicas que influyen en la producción y comportamiento final de los animales. En éste trabajo se pretendió estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada y dosis de azufre para mejorar las condiciones del suelo, y así lograr un mayor rendimiento y calidad nutricional del zacate taiwan. A continuación se discutirán por separado los efectos principales estudiados:

Fertilización nitrogenada

La fertilización incide en la calidad nutritiva del forraje de varias formas. Como consecuencia de la fertilización nitrogenada se ha observado un incremento en el contenido de proteína del forraje (Govindaswamy y Manickam, 1988; Hong, 1987; Obeid et al., 1984), la digestibilidad (Tergas y Urrea, 1985; Boyer et al., 1985), la DIVMO (Mislevy et al., 1989), lo anterior muestra el efecto benéfico del nitrógeno en el incremento del valor nutricional del forraje. Otros investigadores han reportado que algunos nutrientes disminuyen con los niveles de nitrógeno como los carbohidratos, FC, FND y FAD (Noor-Mohammad et al., 1988; Kamel et al., 1983; Govindaswamy y Manickam, 1988).

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados en la literatura en cuanto al efecto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad nutricional del forraje; la aplicación de las tres fuentes nitrogenadas; urea, sulfato y nitrato de amonio incrementaron el contenido nutrimental del forraje, aumentando el contenido de PC, CEN, FND, LIG, DIVMS y causó una disminución en la FAD, CEL y DIVMO.

La aplicación de la fertilización y la adición de azufre al suelo tuvo un efecto significativo en el rendimiento de forraje en todos los tratamientos. Estos resultados son similares a aquellos reportados por otros investigadores (Boyer y Roberge, 1985; Wong y Sharudin, 1986; Hong, 1987). En esta investigación hubo consistencia de la interacción entre la adición de azufre al suelo y la aplicación de las fuentes de fertilización nitrogenada ($S \times N$), lo anterior indica que el comportamiento de este pasto dependerá de la aplicación de estos fertilizantes, ya que éstos estarán interactuando en la determinación de la producción y valor nutrimental del forraje independientemente de la época de corte.

En cuanto al contenido de proteína, en los resultados obtenidos en este estudio, se evidenciaron incrementos significativos en los tres cortes, provenientes de las diferentes fuentes nitrogenadas utilizadas. Como se puede observar hubo variación (Cuadros 1-3) en el contenido de PC dependiendo de la fuente nitrogenada utilizada. En el primer corte el contenido de PC varió de 6.72% a 11.00%, en el segundo corte de 6.94% a 10.81% y en el tercero de 5.62% a 11.16% para los tratamientos sin nitrógeno y con nitrógeno, respectivamente. Con estos resultados se corrobora los reportados por la literatura mundial, donde la calidad del forraje se mejora con la aplicación de nitrógeno (Vantour y Valdes, 1987; Voigtlander y Krischke 1984; Ali et al. 19825).

De lo anterior se concluye que el rendimiento y calidad nutricional del forraje se vio afectado significativamente por las fuentes de fertilización nitrogenada, y el impacto de este efecto debe de repercutir sobre la producción animal.

Efecto de los niveles de azufre

La aplicación de azufre al suelo reduce las pérdidas de nitrógeno por volatilización del amoníaco, al acidificar el suelo y amortiguar el efecto alcalinizante del amonio producido durante la hidrólisis de la urea y por consecuencia favorece las condiciones en el suelo para la nitrificación (Albalade, 1992). Así mismo la aplicación de fertilizantes nitrogenados en presencia de azufre acidifica el pH del suelo, siendo más marcado el efecto al utilizar como fuente nitrato de amonio, siguiéndole en orden descendente el sulfato de amonio y la urea, la cual ha permitido disminuir las pérdidas de nitrógeno por volatilización (Díaz, 1991).

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que la aplicación de azufre en sus diferentes niveles afectó el RMS y el contenido de los nutrientes de la planta. El contenido de FND, FAD, LIG, CEL y DIVMO presentaron una disminución para el primero y segundo nivel. El efecto acidificante trae consigo la solubilización de nutrientes del suelo, probablemente este efecto corrigió algunas deficiencias nutrimentales, de este modo el efecto acidificante del azufre incrementó la digestibilidad del forraje. La PC presentó una disminución para el segundo y tercer nivel de azufre, esto se debió probablemente a que la adición de S retardó la absorción de N al favorecer la permanencia del amonio en el suelo, además trae consigo un incremento en la concentración de sales solubles en el suelo, lo que provoca problemas para la absorción del N fertilizante al reducir la permeabilidad de las raíces. La CEN y DIVMS presentaron una disminución para el primero y tercer nivel, la digestibilidad se vio afectada por el bajo y alto contenido de azufre en el suelo, dosis moderadas de azufre incrementan la digestibilidad del forraje, por lo tanto se piensa que el efecto acidificante corrigió algunas deficiencias nutrimentales que se manifestaron al mejorar la digestibilidad. Además El azufre es importante en la correcta biosíntesis de las proteínas en la planta, ya que este se presenta en forma de ésteres sulfúricos, como componente estructural de algunos aminoácidos (cistina, metionina) y de otras sustancias reactivas, así como también en algunos productos vegetales secundarios. Todo esto comprueba la vital necesi

dad de este elemento, siendo particularmente importante sus funciones como constituyente de ciertas proteínas y enzimas, así como aquellas que desempeña en los sistemas de oxidación y reducción de la respiración, y en la activación de los fermentos (Jacob y Vexküll, 1973).

Para mejorar las condiciones de suelo de ordinario se añaden fertilizantes químicos que posean un efecto acidificante (superfosfato, sulfato amónico y sulfato potásico), se ha utilizado el azufre en polvo, el cual es rápidamente oxidado a ácido sulfúrico en la mayor parte de los suelos áridos. En la práctica el azufre es devuelto al suelo en forma de vegetales verdes, restos de la cosecha y estiércol. Una aplicación por hectárea de 15 toneladas de estiércol reforzado con 250 Kg de superfosfato agrega más de 500 Kg de S. Con esta aplicación y rotación de cultivos se cubrirá la deficiencia de azufre, pues ambos se hidrolizan, dejando hidróxido precipitado y liberando ácido sulfúrico (Harry y Brady 1966).

La fertilización con nitrógeno es esencial para obtener buenos rendimientos en pastos de corte; para esto hay que aplicar nitrógeno en cada corte. Los trabajos con aplicaciones de cantidades muy grandes de nitrógeno a los pastos muestran que los rendimientos de materia seca no continúan aumentando en forma indefinida (pero con frecuencia si lo hacen los rendimientos de proteína) hasta las mayores cantidades de nitrógeno aplicadas (Cooke, 1983). El rendimiento de materia seca en base a las fuentes nitrogenadas tuvieron un efecto similar, se obtuvo mayor rendimiento para el nitrato de amonio > urea > sulfato de amonio, y por último los testigos. La respuesta anterior pudo ser debida a la alta concentración de sales formadas por la oxidación del azufre en el suelo que evitan la absorción de los nutrientes; además, el azufre participa en la solubilización de sales que no se encuentran solubles en el suelo.

La aplicación más común es de 150 Kg N/ha, en este estudio ésta dosis tuvo un efecto significativo en el comportamiento del forraje, pero decreció en el tercer corte; el mayor rendimiento fue para el segundo corte (verano). La época de cosecha mostró

efecto en el rendimiento, esto indica que el desarrollo de la planta está relacionada directamente con los factores ambientales como temperatura y fotoperíodo, esta situación había sido señalada por (Ortega, 1986).

En cuanto a los niveles de azufre se observó mayor respuesta para el primer nivel > segundo nivel > tercer nivel. Los tratamientos que presentaron mayor respuesta fueron: A0 T7 F3, (Tratamiento 4; sulfato de amonio y primer nivel de azufre, A0 T1 F1 (Tratamiento 2; urea y primer nivel de azufre) y A0 T4 F2 (Tratamiento 3; nitrato de amonio y primer nivel de azufre) de el segundo corte. Los tratamientos que menor producción presentaron fueron: A0 T7 F3 (Tratamiento 4; sulfato de amonio y primer nivel de azufre), A1 T8 F3 (Tratamiento 8; sulfato de amonio y segundo nivel de azufre). Esto se atribuyó a la acumulación de sales en el suelo por el azufre.

Relación de los componentes biológicos y nutricionales.

En esta investigación se correlacionaron los parámetros biológicos RMS y RMV con la calidad nutricional del forraje. Se encontró correlación significativa en éste último con el contenido de PC en los tres cortes, al igual que con la ceniza y lignina para el primero y tercer corte. Lo anterior es importante ya que el contenido de PC en el forraje contribuye a su calidad. El RMV se relacionó negativamente con el contenido de celulosa en el primero y tercer corte, y con la DIVMO en el segundo y tercer corte (Cuadros 64-66). Estos resultados son similares a los reportados por Yeh (1988) quien mostró que los niveles de nitrógeno están positivamente correlacionados con el contenido de PC, número de hojas y altura de la planta y negativamente correlacionados con el contenido de MS; tuvo un pequeño efecto sobre la hoja, contenido de FC y diámetro del tallo.

En cuanto al RMS no existió relación positiva, pero se correlacionó negativamente con el contenido de FAD y LIG en los tres cortes, y FND y CEL en el primero y segundo corte; y con PC para el primero y tercer corte. Un estudio realizado por Swidan (1980) encontró que la DIVMS de el forraje de Napier y sorgo están correlacionados con los contenidos de FAD y LIG. Fue menor en FND, CEL y hemicelulosa para Napier que en sorgo,

mientras que la concentración de lignina fue igual en ambos forrajes. En ésta investigación se ha observado como los niveles de azufre, las fuentes nitrogenadas y la época de corte influyeron sobre la calidad nutricional del forraje.

La calidad de los forrajes puede influir en como producen los animales sus productos. La baja productividad del ganado se explica en parte por la baja calidad del forraje, ya que el consumo disminuye y como consecuencia la digestibilidad será reducida. Los forrajes en general tienen limitaciones para llegar a ser alimentos completos. En el taiwan deben tomarse algunas decisiones de manejo que influyencien la calidad y el rendimiento del cultivo como lo son: la población de plantas, la fertilización, la madurez a la cosecha, manejo de la cosecha y almacenamiento. En un cultivo de reciente introducción, como lo es el Taiwan, todos éstos factores deben seguir estudiándose para tener un mejor conocimiento que permita mejorar el potencial de producción de esta especie.

6. CONCLUSIONES

1. La aplicación de las diferentes dosis de azufre al suelo y las diversas fuentes de fertilización nitrogenada incrementaron el rendimiento de RMS y calidad nutricional del zacate taiwan (Pennisetum purpureum).
2. El contenido de PC, CEN, FND, LIG, DIVMS se incrementó con las tres fuentes nitrogenadas.
3. El rendimiento óptimo y contenido de nutrientes del zacate taiwan dependerá del ambiente, manejo y época de cultivo.
4. Esta investigación demostró que el análisis de la calidad de un alimento no da una indicación clara de la eficiencia que una especie es capaz de ofrecer.
5. En forma general existieron correlaciones altamente significativas entre las variables biológicas y de calidad nutricional evaluadas.

7. RESUMEN

" EFECTO DE LAS DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS Y DOSIS DE AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE ZACATE TAIWAN (Pennisetum purpureum Schumach). "

por: José Santos Castorena García

Los objetivos de este estudio fueron determinar los efectos de la aplicación de tres niveles de azufre y diferentes fuentes de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad del zacate taiwan; establecer relaciones funcionales entre las variables biológicas y calidad nutricional del forraje. Para el desarrollo de este trabajo se diseñó un experimento con 11 tratamientos repitiéndose tres veces, bajo un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas. La parcela grande consistió de tres niveles de azufre (0, 6,000 y 12,000 kg S/ha), las parcelas chicas fueron fuentes nitrogenadas (urea, nitrato y sulfato de amonio 150 kg N/ha/corte); se implantaron dos tratamientos testigos, ambos sin N. Uno sin aplicación de S y el otro con 6,000 kg de S. Las variables biológicas que se midieron fueron: rendimiento de materia verde y rendimiento de materia seca por hectárea. El análisis de calidad se hizo a partir de muestras de cada tratamiento, las determinaciones que se hicieron; CEN, PC, FND, CEL, FAD, LIG, DIVMS, DIVMO.

La aplicación de las tres fuentes nitrogenadas; urea, sulfato y nitrato de amonio incrementaron el contenido nutrimental del forraje, aumentando el contenido de PC, CEN, FND, LIG, DIVMS y causó una disminución en la FAD, CEL y DIVMO. El RMS en base a las fuentes nitrogenadas tuvieron un efecto similar, se obtuvo mayor rendimiento para el nitrato de amonio, urea, sulfato de amonio y por último los testigos. La PC presentó efecto significativo en los tres cortes provenientes de las diferentes fuentes nitrogenadas.

En cuanto a los niveles de azufre en el RMS se observó mayor respuesta para el primero, segundo y tercer nivel, en ese orden. El contenido de FND, FAD, LIG, CEL y DIVMO presentó una disminución para el primero y segundo nivel de S. La PC presentó una disminución en el segundo y tercer nivel de S. La CEN y DIVMS presentaron una disminución en el primero y tercer nivel,

la digestibilidad se vio afectada por el bajo y alto contenido de S en el suelo; dosis moderadas de S incrementaron la digestibilidad del forraje.

En esta investigación la consistencia de la interacción entre la adición de azufre al suelo y las fuentes de fertilización nitrogenada (S x N) tuvieron un efecto significativo en el rendimiento y calidad nutricional del forraje en todos los tratamientos.

Los tratamientos que presentaron mayor producción fueron: A0 T7 F3 (Trat. 4; sulfato de amonio y primer nivel de azufre, A0 T1 F1 (Trat. 2; urea y primer nivel de azufre) y A0 T4 F2 (Trat. 3; nitrato de amonio y primer nivel de azufre) de el segundo corte.

En relación a los parámetros agrobiológicos y bromatológicos, se observaron correlaciones significativas entre RMV y PC en los tres cortes, al igual en CEN y LIG en el primero y tercer corte, respectivamente. Por el contrario hubo una relación negativa con el contenido de CEL en el primero y tercer corte y con la DIVMO en el segundo y tercer corte. En el RMS no existió relación positiva, pero se correlacionó negativamente con el contenido de ADF y LIG en los tres cortes, FND y CEL en el primero y segundo corte, la PC en el primero y tercer corte.

Se concluyó que la aplicación de las diferentes dosis de azufre al suelo y las diversas fuentes de fertilización nitrogenada incrementaron el rendimiento de RMS y calidad nutricional del zacate taiwan. El contenido de PC, CEN, FND, LIG, DIVMS se incrementó con las tres fuentes nitrogenadas. El rendimiento óptimo y contenido de nutrientes del zacate taiwan dependerá del ambiente, manejo y época de cultivo. Esta investigación demostró que el análisis de la calidad de un alimento no da una indicación clara de la eficiencia que una especie es capaz de ofrecer, y finalmente se observó que existieron correlaciones altamente significativas entre las variables biológicas y de calidad nutricional evaluadas.

7. BIBLIOGRAFIA

ALBALATE, y A.J.F. 1992. Efectos del azufre sobre el nitrógeno fertilizante en suelos calcáreos de Marín, N.L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 22-23.

ALI, F.M., M.K. HATHOUT, A. RAMMAH, and A. MAHMOUD. 1982. Productivity of elephant grass under different levels of N-fertilization, Egyptian clover (berseem) and alfalfa cultivated in Kafer El-Sheikh area. Research-Bulletin, -Faculty-of-Agriculture, -Ain-Shams-University. 1982, No. 1861.

BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal: Manual de métodos analíticos. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo internacional (A.I.D.). México/Buenos Aires. pp 146, 229.

BOYER, J. and G. ROBERGE. 1985. Ecophysiological study on the productivity of several high-yielding grasses grown in Senegal. I. Influence of production conditions on the in vivo dry matter production and water use efficiency. *Revue-d'Elevage-et-de-Medecine-Veterinaire-des-Pays-Tropicaux*. 38(4): 320-338.

BOYER, J., G. ROBERGE, and D. FRIOT. 1985. Ecophysiological study on the productivity of several high-yielding grasses grown in Senegal. II. Variations in their fodder value as a function of the cycle of exploitation and mineral fertilizer. *Revue-d'Elevage-et-de-Medecine-Veterinaire-des-Pays-Tropicaux*. 38(4): 339-352.

CACERES, O., H. SANTANA, and R. DELGADO. 1989. The effect of nitrogen fertilizer on nutritive value and nutrient yields. *Pastos y Forrajes* 12(2): 189-195.

CALVINO, M. 1952. Plantas forrajeras; tropicales y subtropicales. Editado por Bartolomé Trucco, México, D.F. p. 31.

CANUDAS, L.E. y R.E. ORTEGA. 1992. Siembra, utilización y producción de pasto taiwan. *Mundo ganadero* 6(31): 18-19.

CARVALHO, M.M. y O.L. MOZZER. 1971. [Efecto del sistema de siembra en el costo del establecimiento y la productividad de una pradera de Pennisetum purpureum]. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 6: 307-313. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Resúmenes Analíticos sobre Pastos tropicales. Cali, Colombia, 1980. 2: 51.

CASTILLO, H.J. y P.F. RIVAS. 1993. Comportamiento productivo del zacate taiwan en Yucatán. Mundo ganadero (México) 7(41): 21.

CHAPMAN, S.L. 1984. Commercial nitrogen sources for forages. Pages 333-343. In: Forage systems - leading U.S. agriculture into the future. Lexington, Kentucky, USA. American Forage and Grassland Council.

CHRISTIANSEN, M.N. y CH.F. LEWIS 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorable. Limusa, México. p. 103.

COOKE, G.W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos. Compañía Editorial Continental, México. p. 75.

DE ALBA, J. 1958. Alimentación del ganado en América Latina. La Prensa Médica Mexicana, México. p. 6.

DE ALBA, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. 2a. edición. La Prensa Médica Mexicana, México. p. 158.

DIAZ, H.R. 1991. Efecto del azufre sobre la nitrificación de los fertilizantes nitrogenados en los suelos de Marín, N.L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. p. 66.

FASSBENDER, H.W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. IICA, Turrialba, Costa Rica, pp. 308-309, 311.

FERTIMUNDO. 1990. Organo de comunicación interna. Sección técnica. Trabajo publicado por el Sulphur Institute. Washington, D. C. Mayo No. 71. s.e.

FERTIMUNDO. 1991. Organo de comunicación interna. Sección técnica. FIRA. Junio. No. 77. s.e.

FULLER, M.F. 1991. In Vitro Digestión For Pigs And Poultry. C.A.B. International. London. p. 147.

GENNARI, S.M. and H.B. MATTOS DE. 1977. [Influencia de la edad del establecimiento en la producción, la digestibilidad y la composición de tres variedades de *Pennisetum purpureum* Schum.]. Boletín de Industria Animal 34(2): 253-162.

GONCALEZ, D.A., J.B. VILLARES, and J.A.C. VIANA. 1979. [Palatabilidad y digestibilidad in vitro de dos cultivares de *Pennisetum purpureum*]. Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais 31(3): 411-420. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Cali, Colombia, 1982. Vol. 4. 85 p.

GOVINDASWAMY, M. and T.S. MANICKAM. 1988. Effect of fertilizers and age of crop on crude protein, phosphorus and calcium contents of BN 2 grass. Madras-Agricultural-Journal 75(3-4): 89-94.

GUZMAN, P. 1985. Distribution of production of elephant grass (*Pennisetum purpureum*). Informe Anual (1984), Instituto de Producción Animal, Universidad Central de Venezuela. 1985, pp. 56-57.

HANSEN, R.G. 1958. A review of the carbohydrate constituents of roughages. Illinois Agric. Sta. Bull. 634.

HARRY, O.B. y N.C. BRADY. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon, S.A., Barcelona. pp. 506-507.

HAVARD-DUCLOS, B. 1965. Las plantas forrajeras tropicales. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Blume, Barcelona. p. 62

HOLMES, W. 1972. El uso del nitrógeno en el manejo de los pastizales para el ganado. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Extensión Agrícola, Divulgación. Chapingo, México. p. 33.

HONG, K.Y. 1987. Effects of nitrogen and potassium fertilizers on forage yield and quality of Napier grass. *Journal-of-Taiwan-Livestock-Research* 20(1): 55-65.

JACOB, A. y H.V. VEXKÜLL. 1973. Fertilización. Ediciones Euroamericanas. 4a. edición. p. 57.

JAMES, F.B. 1974. Utilización intensiva de pasturas. Hemisferio Sur, Buenos Aires. pp. 72-73.

JAYARAMAN, S. 1988. Studies on different nitrogen levels on forage yield of bajra hybrid (NB. 21) under sewage irrigation. *Livestock-Adviser* 13(12): 3-4.

JUSCAFRESA, B. 1980. Forrajes fertilizantes y valor nutritivo. Aedos, España. p. 148.

KAMEL, M.S., M.S. ABDEL-RAOUF, SAT. EL-DIN, and T. ABBAS. 1983. Effect of cutting system and nitrogen application rate on the chemical composition of Napier grass, *Pennisetum purpureum* Schum. *Annals-of-Agricultural-Science, -Ain-Shams-University* 28(2): 627-642.

KHAN, SU., NASIRUDDIN-KHAN, MOHAMMAD-SADIQ, N. KHAN, and M. SADIQ. 1989. Response of B.N. hybrid grass to various levels of N after every cutting, in terms of fodder production. *Sarhad Journal of Agriculture* 5(1): 91-94.

KISSEL, D.E., D.H. SANDER, & R. ELLIS. 1977. Fertilizer Plant Interactions in Alkaline Soils. IN: *Fertilizer Technology and Use*. ed. Engelstad, O.P. SSSA. Madison, Wisconsin. U.S.A.

LOPEZ, D.U. 1991. Estudio agrobiológico del mijo perla *Pennisetum purpureum* (L.) Leake.), como alimento para ganado. Tesis D.C. Fac. Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 10-12.

LUIS. and M. RAMIREZ. 1989. Analysis of changes occurring in King grass silage in laboratory and pilot silos. *Pastos y Forrajes* 12(1): 83-87.

MACHADO, R., Y. GOMEZ, y G. QUESADA. 1978. Comportamiento de pastos introducidos en la provincia de las Tunas. Pastos y Forrajes. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol. II CIAT 1980. 1(2): 209-230.

MAYA, M.O. y C.J. CERVERA. 1975. estudio preliminar sobre la incorporación de nitrógeno no protéico en ensilaje de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) tratado con hidróxidos. Tesis de Zootecnia. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol.6 No.1 Abril, 1984 C.I.A.T. Esp., Res. Esp., 35 Refs. p. 57.

MAYS, D.A. 1974. Forage Fertilization. American Society of Agronomy Crop Science Society of America Soil Science Society of America. Madison, Wis. USA. p.31.

MCLLROY, R.J. 1973. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Limusa, México. p. 28.

MIYAGI. 1983. Studies on the productivity and feeding value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach). 2. The effect of nitrogen fertilizer on the nutritive value of Napier grass. Journal of Japanese Society of Grassland Science 29(3): 232-240.

MOMONOKI, T., Y. INOUE, T. KIBE, R. ABE, and S. TANABE. 1987. Analysis of condition to secure high-yelding forage crops. 5. Analysis of high-yelding techniques based on reception and its system which take in conditions affecting the yield of forage crops. Bulletin of the National Agricultural Research Center, - Japan. 1987, No. 7, 127-137; 25 ref.

MORA, B.V. and J.A.F. RODILES. 1989. The effect of application of nitrogen on the forage yield of 4 tropical grasses. Veterinaria-México 20(3): 265-270; 10 ref.

MOTTA, M.S. 1952. Grasses and fodder resources in the British Tropics. Emp. J. Exp. Agric. 20(8): 7-8.

MYSLEVY, P., F.G. MARTIN, and M.B ADJEI. 1989. Changes in elephant grass plant components with maturity. II. Crude protein and digestibility. Proceedings of the XVI International Grassland Congress, 4-11 october 1989, Nice, France. 1989, 841-842; 7 ref. Versailles, France; Association Francaise pour la Production Fourragere.

NOOR-MOHAMMAD., N.M. BUTT, and I.A. QAMAR. 1988. Effect of nitrogen fertilization and harvesting intervals on the yield and nutritional value of Napier grass. Pakistan-Journal-of-Agricultural-Research. 1988, 9(4): 478-482; 25 ref.

OBEID, J.A., J.A. GOMIDE, and J.A. COMASTRI-FILHO. 1984. Effect of fertilizer application on production and nutritive value of elephant grass cv. Mineiro grown on soil under cerrado vegetation. Revista-da-Sociedade-Brasileira-de-Zootecnia. 1984, 13: 4, 488-500; 23 ref.

ORDOÑEZ, H. y C. REYES. 1984. Pastos tropicales. Boletín Informativo 6(1):6.

ORSKOU E.R. 1987. World Animal. Disciplinary Approach. Feed Science. Elsevier Science Publishers B.V. p. 10.

ORTEGA, R.E. 1983. Memoeria de curso corto de utilización de gramíneas y leguminosas tropicales. Revista mexicana de producción animal. Asociación Mexicana de Producción Animal 15: 20-29.

ORTEGA, S.J.A. 1986. King grass y Taiwan una alternativa de solución al problema de escasez de forraje en regiones tropicales. p. 3.

ORTEGA, S.J.A., LOPEZ, G.I, y C.J.M. AVILA. 1986. Evaluation of tropical cutting grasses with different intervals of harvesting at an Aw1 climate. Journal-of-Animal-Science. 1986, 63: Supplement 1, 317.

PERVAIZ, A. and H.C. KNIPSCHER. 1989. CONDUCTING ON-FARM ANIMAL RESEARCH: PROCEDURES. Winrock International Institute for Agricultural Development and International Development Research Centre. I.N.C.D. p. 30.

PRIMO, Y.E. y D.J.M. CARRASCO. 1980. Productos para el campo y propiedades de los alimentos. Tecnología química y agroindustrial, TOMO III/1. 2a. edición. Madrid, Alhambra. p. 139.

RAMOS, N., R.S. HERRERA, y F. CURVELO. 1979. Reseña descriptiva del King Grass en Cuba, La Habana, Cuba, Instituto de Ciencia Animal, 1979. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol. II C.I.A.T. 1980. p. 44.

ROBLES, S.R. 1975. Producción de granos y forrajes. Limusa, México. p. 416.

ROBLES, S.R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5a. edición. Limusa, México. p. 464.

RUSSELL, S.E.J. y RUSSELL, E.W. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 4a. edición. Aguilar S.A. de ediciones Juan Bravo, 38, Madrid (España). p. 182.

SANCHEZ, P.A. 1981. Suelos del trópico; características y manejo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. p. 289.

SANCHEZ, A.E. 1989. Dinámica de urea y sulfato de amonio en suelos calcáreos de N.L. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. p. 155.

SANCHEZ, A.E., H.R. FUENTES, y J.F. ALBALATE. 1991. La oxidación del azufre en suelos calcáreos de Marín, N.L. Ciencia Agropecuaria (México) 4(1): 21.

SOLANO, R., A. RODRIGUEZ, H. GONZALEZ, y G. CUBILLOS. 1982. Evaluación de tres sistemas de siembra, tres frecuencias de corte y tres niveles de nitrógeno en Napier (*Pennisetum purpureum* Schumach). Ciencia y Tecnología Agropecuaria 1(1): 67-84.

SULLIVAN, J.T. and R.J. GARBER. 1947. Chemical composition of pasture plants. Pa. Agr. Exp. Sta. bull. 489.

SWIDAN, F.Z., M. NAWAR, M.M. WASSIF, and F. MARAI. 1980. Effect of drought conditions, method of potassium fertilization and stage of maturity on in vitro dry matter disappearance, fiber fractions and volatile fatty acids of Napier and sorghum grasses. *Agricultural-Research-Review* 58(6): 121-135.

TEJADA, DE H.I. 1985. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C. pp. 22, 314.

TERGAS, L.E. and G.A. URREA. 1985. Effect of fertilization on the yield and nutritive value of tropical forages on an Ultisol in Colombia. *Tropical-Animal-Production* 10(1): 68-76.

TEUSHER, H. y A. RUDOLPH 1965. El suelo y su fertilidad. Continental, México. p. 276.

TISDALE, S.L. 1982. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. UTEHA, México. p. 202.

URIBE, G.F.J. 1985. Digestibilidad "in vitro" de ensilados de maíz (*Zea mays* L.), sorgo forrajero (*Sorghum vulgare* Pers.) y mijo perla (*Pennisetum glaucum* L.) con aditivos nitrogenados y fosforados. Tesis Lic. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. pp. 16-19.

VANTOUR, A. y M. VALDES. 1987. The influence of nitrogen fertilizer on the uptake of nutrients by elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *Ciencia-de-la-Agricultura*. 1987, No.30, 86-91; 17 ref.

VETTERLE, C.P. and A.R. Salerno. 1984. Cutting frequency and fertilizer application for Napier grass. *Pesquisa em Andamento, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuaria*. 1984, No.21, 3 p.

VILLARREAL, J.O.S. 1976. Manual guía de métodos de análisis bromatológicos; base de la alimentación y nutrición animal. Torreón Coah., México, s.e., 1976. p. 36.

VIRENDRA-SINGH. and V. SINGH. 1987. Promising intercropping systems for increasing forage production. *Indian Farming* 37(35): 31.

VOIGTLANDER, G. y H. KRISCHKE. 1984. Fertilizer experiments with *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria mutica* and *Pueraria phaseoloides* on uplands in Dacca districts, Bangladesh. *Landwirtschaftliche -Forschung*. 1984, 37: 3/4, 205-217.

WONG, C.C. y M.A.M. SHARUDIN. 1986. Forage productivity of three fodder shrubs in Malaysia. *MARDI-Research-Bulletin*. 1986, 14: 2, 178-188.

XANDE, A., R. GARCIA-TRUJILLO, and O. CACERES. 1989. Method of expressing the nutritive value of tropical forages. *Paturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide*. 1989, 21-30; 13 ref., presented at 1st Symposium on Ruminant Nutrition in Tropical Conditions, Pointe-a-pitre.

YEH, M.T. 1988. Response of hybrid Napier grass lines 7001 and 7007 to levels of fertilizers. *Journal-of-Taiwan-Livestock-Research*. 1988, 21: 1, 23-35.

8. APENDICE

Cuadro 1. Efecto de los niveles de S sobre la calidad nutricional del zacate Taiwan (1er. cte.).

NIVELES DE (S).	NUT.	FUENTES NITROGENADAS			TESTIGO
		1 (UREA)	2 (NIT.)	3 (SULF.)	
0 Kg S/ha	CEN	11.47	10.24	11.92	8.8
	PC	8.93	10.50	10.02	6.7
	NDF	67.91	61.88	70.65	62.24
	ADF	33.16	38.02	38.45	39.72
	LIG	7.23	4.20	5.10	5.13
	CEL	26.69	29.38	30.39	29.39
	DIVMS	47.03	53.98	48.31	47.36
	DIVMO	50.06	59.07	51.83	67.70
	RMV	40.79	41.76	43.52	18.01
	RMS	8.88	9.90	9.29	3.98
6,000 kg S/ha	CEN	11.32	11.96	10.18	10.19
	PC	9.10	11.00	9.67	5.56
	NDF	68.01	59.70	64.18	63.70
	ADF	40.46	39.43	39.38	38.59
	LIG	6.16	5.07	8.35	5.17
	CEL	27.88	28.86	26.58	29.06
	DIVMS	50.07	47.48	49.48	47.79
	DIVMO	56.73	53.81	54.18	51.53
	RMV	40.60	39.86	37.45	27.27
	RMS	8.58	9.14	7.45	6.38
12,000 Kg S/ha	CEN	11.35	12.70	11.13	
	PC	9.63	9.76	9.54	
	NDF	63.30	72.37	62.91	
	ADF	35.27	40.57	40.68	
	LIG	3.83	5.97	5.45	
	CEL	27.02	30.27	30.34	
	DIVMS	52.06	48.47	46.31	
	DIVMO	54.30	52.11	49.41	
	RMV	40.65	40.79	41.43	
	RMS	9.01	8.16	7.37	

Cuadro 2. Efecto de los niveles de S sobre la calidad nutricional del zacate Taiwan (2do. cte.).

NIVELES DE (S).	NUT.	FUENTES NITROGENADAS			TESTIGO
		1 (UREA)	2 (NIT.)	3 (SULF.)	
0 Kg S/ha	CEN	11.96	12.22	12.90	12.90
	PC	9.89	10.81	9.45	6.94
	NDF	59.32	65.69	68.52	59.42
	ADF	37.72	35.61	41.44	41.01
	LIG	4.84	5.20	4.92	6.41
	CEL	29.56	27.75	30.39	29.50
	DIVMS	6.89	41.47	45.36	46.20
	DIVMO	49.06	44.40	47.31	50.36
	RMV	38.75	36.25	38.19	16.76
	RMS	10.22	10.07	10.53	4.36
6,000 kg S/ha	CEN	10.95	9.66	11.66	11.70
	PC	10.25	9.77	8.75	6.99
	NDF	62.14	64.02	64.58	66.19
	ADF	35.80	36.84	39.55	40.71
	LIG	4.32	6.22	5.40	4.84
	CEL	30.65	28.72	29.53	31.17
	DIVMS	49.91	43.38	49.91	41.88
	DIVMO	51.93	45.21	52.73	47.19
	RMV	34.47	33.70	35.42	20.46
	RMS	9.05	9.52	8.94	5.62
12,000 Kg de S/ha	CEN	10.46	9.73	12.97	
	PC	8.88	8.22	8.66	
	NDF	72.82	63.34	65.57	
	ADF	41.14	38.61	41.19	
	LIG	5.53	5.01	5.75	
	CEL	31.26	29.10	30.14	
	DIVMS	47.94	44.19	45.00	
	DIVMO	52.18	47.87	50.33	
	RMV	36.00	34.47	35.22	
	RMS	8.92	8.48	8.34	

Cuadro 3. Efecto de los niveles de S sobre la calidad nutricional del zacate Taiwan (3er. cte.).

NIVELES DE (S)	NUT.	FUENTES NITROGENADAS			TESTIGO
		1 (UREA)	2 (NIT.)	3 (SULF.)	
0 Kg S/ha	CEN	12.87	10.54	12.59	11.73
	PC	10.67	10.91	9.45	5.62
	NDF	62.76	73.15	63.70	71.41
	ADF	36.40	42.10	40.23	42.01
	LIG	4.39	6.53	4.25	3.18
	CEL	28.96	30.46	31.01	31.99
	DIVMS	39.96	48.01	46.53	47.58
	DIVMO	43.61	53.03	48.84	51.36
	RMV	33.11	33.11	30.65	11.76
	RMS	6.44	6.88	5.87	2.39
6,000 Kg de S/ha	CEN	9.17	14.74	13.64	12.79
	PC	11.16	9.28	9.46	7.42
	NDF	66.50	71.77	61.55	63.99
	ADF	39.62	39.92	39.94	37.76
	LIG	4.19	3.96	7.30	3.78
	CEL	29.55	29.64	28.06	28.45
	DIVMS	48.68	49.17	46.18	48.55
	DIVMO	53.23	50.51	51.03	54.59
	RMV	33.15	33.01	32.38	14.12
	RMS	6.08	7.57	6.12	2.92
12,000 Kg de S/ha	CEN	13.40	9.99	13.64	
	PC	10.03	8.84	8.49	
	NDF	75.65	64.77	63.60	
	ADF	43.43	40.69	40.97	
	LIG	6.74	5.27	5.66	
	CEL	31.33	30.59	29.38	
	DIVMS	46.66	44.29	49.12	
	DIVMO	52.98	46.69	56.29	
	RMV	37.92	36.11	34.58	
	RMS	7.74	7.24	6.94	

Cuadro 4. Anova para la variable M.V (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	2.5273	1.2636	0.3280	0.806 NS
FACTOR A	2	26.3549	13.1774	2.3770	0.209 NS
FACTOR B	4	22.1679	5.5419		
INTERAC	8	494.1713	164.7238	43.0763	0.000 **
ERROR	18	108.7651	18.1275	4.7405	0.005 **
TOTAL	35	722.8188	3.8240		

C.V. (ERROR B) = 17.08%

Cuadro 5. Anova para la variable M.V (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	2.0944	1.0472	1.1724	0.398 *
FACTOR A	2	0.9113	0.4556	0.5101	0.637 NS
FACTOR B	4	3.5729	0.8932		
INTERAC	8	476.9726	158.9908	46.8307	0.000 **
ERROR	18	46.9978	7.8329	7.2339	0.001 **
TOTAL	35	550.0400			

C.V. (ERROR B) = 11.35%

Cuadro 6. Anova para la variable M.S (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	84.8886	42.4443	5.1478	0.079 NS
FACTOR A	2	592.7617	296.3808	35.9462	0.004 **
FACTOR B	4	32.9804	8.2451		
INTERAC	8	466.0761	155.3597	41.4166	0.000 **
ERROR	18	891.9101	148.6516	39.6267	0.000 **
TOTAL	35	176.1406	3.7913		

C.V. (ERROR B) = 8.07%

Cuadro 7. Anova para la variable M.S (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.0319	0.0319	0.1022	0.772 NS
FACTOR A	2	19.5417	9.7708	31.2302	0.029 *
FACTOR B	4	0.6257	0.1564		
INTERAC	8	122.1574	40.7224	20.2864	0.000 **
ERROR	18	105.0300	17.5050	4.7203	0.003 **
TOTAL	23	18.0664	2.0073		

C.V. (ERROR B) = 14.07%

Cuadro 8. Anova para la variable CEN (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.0319	0.0319	0.1022	0.772 NS
FACTOR A	2	19.5417	9.7708	31.2302	0.029 *
FACTOR B	4	0.6257	0.1564		
INTERAC	8	122.1574	40.7224	20.2864	0.000 **
ERROR	18	105.0300	17.5050	4.7203	0.003 **
TOTAL	23	18.0664	2.0073		

C.V. (ERROR B) = 11.21%

Cuadro 9. Anova para la variable P.C (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.0010	0.0010	0.0079	0.935 NS
FACTOR A	2	38.2767	19.1383	118.0727	0.004 **
FACTOR B	4	0.2772	0.1386		
INTERAC	8	104.1916	34.7306	339.4239	0.000 **
ERROR	18	35.8461	5.9743	58.3879	0.000 **
TOTAL	23	0.9208	0.1023		

C.V. (ERROR B) = 3.89%

Cuadro 10. Anova para la variable NDF (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.062	0.0625	1.60	0.334 NS
FACTOR A	2	1234.804	617.4023	15805.50	0.000 **
FACTOR B	4	2.078	0.5195	431.91	0.000 **
INTERAC	8	2532.976	844.1255	369.61	0.000 **
ERROR	18	4335.304	722.5507		
TOTAL	23	17.593	1.9548		

C.V. (ERROR B) = 2.34%

Cuadro 11. Anova para la variable NDF (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	6.5000	3.2500	2.8156	0.236 NS
FACTOR A	2	1152.953	576.4765	293.0254	0.003 **
FACTOR B	4	4.617	1.1542		
INTERAC	8	2120.226	773.4088	261.5107	0.000 **
ERROR	18	5976.203	846.0338	286.0672	0.000 **
TOTAL	23	26.617	2.9574		

C.V. (ERROR B) = 2.79%

Cuadro 12. Anova para la variable CEL (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.689	0.3445	0.3304	0.622 NS
FACTOR A	2	263.583	131.7915	63.1516	0.014 *
FACTOR B	4	4.173	1.0432		
INTERAC	8	412.289	137.4296	66.0213	0.000 **
ERROR	18	972.537	162.0895	77.8679	0.000 **
TOTAL	23	18.714	2.0815		

C.V. (ERROR B) = 5.28%

Cuadro 13. Anova para la variable FAD (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	4.556	2.278	2.1602	0.280 NS
FACTOR A	2	476.703	238.3515	112.9963	0.007 **
FACTOR B	4	4.218	1.0545		
INTERAC	8	717.353	229.1178	70.3611	0.000 **
ERROR	18	1636.384	272.4274	80.2803	0.000 **
TOTAL	23	30.585	3.3984		

C.V. (ERROR B) = 5.22%

Cuadro 14. Anova para la variable M.V (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	2.1716	1.0858	0.4928	0.646 NS
FACTOR A	2	26.7312	13.3656	6.0662	0.063 NS
FACTOR B	4	8.8132	2.2033		
INTERAC	8	412.9731	137.6577	113.3169	0.000 **
ERROR	18	58.6579	9.7763	8.0477	0.000 **
TOTAL	35	21.8664	1.2148		

C.V. (ERROR B) = 11.03%

Cuadro 15. Anova para la variable M.S (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	18.622	9.3111	123.6516	0.001 **
FACTOR A	2	397.5917	198.7958	266.3577	0.000 **
FACTOR B	4	0.6279	0.1569		
INTERAC	8	276.9921	92.3307	23.0614	0.000 **
ERROR	18	684.9912	114.1651	28.5150	0.000 **
TOTAL	35	72.0666	4.0036		

C.V. (ERROR B) = 10.14%

Cuadro 16. Anova para la variable M.S (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	12.1956	6.0981	1.4723	0.332 NS
FACTOR A	2	195.171	97.5859	23.5610	0.000 **
FACTOR B	4	16.567	4.1418		
INTERAC	8	292.318	97.4394	33.6475	0.000 **
ERROR	18	668.918	111.4864	38.4982	0.000 **
TOTAL	35	52.125	2.8958		

C.V. (ERROR B) = 9.23%

Cuadro 17. Anova para la variable CEN (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.0207	0.0207	0.4304	0.579 NS
FACTOR A	2	68.8171	34.4085	713.6076	0.001 **
FACTOR B	4	0.0964	0.0482		
INTERAC	8	54.1264	18.0421	227.3867	0.000 **
ERROR	18	147.1462	24.5243	309.0826	0.000 **
TOTAL	23	0.7143	0.0793		

C.V. (ERROR B) = 2.67%

Cuadro 18. Anova para la variable P.C (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.0925	0.0462	5.4928	0.144 *
FACTOR A	2	7.7973	3.8986	462.8659	0.002 **
FACTOR B	4	0.0336	0.0168		
INTERAC	8	150.8032	50.2677	540.4112	0.000 **
ERROR	18	38.2917	6.3819	68.6102	0.000 **
TOTAL	23	0.8371	0.0930		

C.V. (ERROR B) = 3.64%

Cuadro 19. Anova para la variable P.C (3er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.3775	0.3775	1.1632	0.395 NS
FACTOR A	2	31.0073	15.5036	47.7646	0.018 *
FACTOR B	4	0.6491	0.3245		
INTERAC	8	141.1876	47.0462	56.1370	0.000 **
ERROR	18	36.2214	6.0369	7.2009	0.005 **
TOTAL	23	7.5451	0.8383		

C.V. (ERROR B) = 10.84%

Cuadro 20. Anova para la variable NDF (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.820	0.8203	0.0250	0.883 NS
FACTOR A	2	94.968	47.4843	14.4642	0.064 NS
FACTOR B	4	65.539	16.3847		
INTERAC	8	2442.68	814.2231	27.5362	0.000 **
ERROR	18	4582.351	763.7252	25.8282	0.000 **
TOTAL	23	266.125	29.5694		

C.V. (ERROR B) = 9.16%

Cuadro 21. Anova para la variable CEL (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	4.853	4.8535	2.0580	0.289 NS
FACTOR A	2	246.576	123.2880	52.2762	0.017 *
FACTOR B	4	4.716	1.1790		
INTERAC	8	384.294	128.0983	84.1090	0.000 **
ERROR	18	912.039	152.0065	99.8071	0.000 **
TOTAL	23	13.707	1.5210		

C.V. (ERROR B) = 4.70%

Cuadro 22. Anova para la variable CEL (3er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	12.664	12.6640	2.4339	0.260 NS
FACTOR A	2	261.679	130.8398	25.1464	0.037 *
FACTOR B	4	5.2031	1.3008		
INTERAC	8	432.646	144.2155	43.6119	0.000 **
ERROR	18	983.468	163.9114	49.5704	0.000 **
TOTAL	23	29.759	3.3066		

C.V. (ERROR B) = 6.61%

Cuadro 23. Anova para la variable FAD (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	0.712	0.7120	0.0932	0.781 NS
FACTOR A	2	374.148	187.0742	24.4529	0.038 *
FACTOR B	4	15.300	3.8250		
INTERAC	8	629.328	209.7753	58.6980	0.000 **
ERROR	18	1895.042	315.8404	85.3653	0.000 **
TOTAL	23	33.298	3.6998		

C.V. (ERROR B) = 5.37%

Cuadro 24. Anova para la variable FAD (3er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	1	1.585	1.5859	0.4895	0.557 NS
FACTOR A	2	368.548	184.2744	56.8707	0.015 *
ERROR A	2	6.480	3.2402		
FACTOR B	3	827.646	275.8821	244.0985	0.000 **
INTERAC	6	1839.990	306.6650	271.3350	0.000 **
ERROR	9	10.171	1.1302		
TOTAL	23	3054.423			

C.V. (ERROR B) = 2.89%

Cuadro 26. Anova para la variable LIG (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	1	0.0072	0.0072	0.1014	0.773 NS
FACTOR A	2	7.7350	3.8675	53.9740	0.016 *
ERROR A	2	0.1433	0.0716		
FACTOR B	3	11.1472	3.7157	3.4983	0.063 NS
INTERAC	6	40.7924	6.7987	6.4009	0.008 **
ERROR	9	9.5593	1.0621		
TOTAL	23	69.3846			

C.V. (ERROR B) = 21.15%

Cuadro 28. Anova para la variable DIVMS (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	180.726	90.3632	0.8664	0.511 NS
FACTOR A	2	1197.953	598.9765	5.7432	0.068 NS
ERROR A	4	417.171	104.2929		
FACTOR B	3	2093.507	697.8359	7.8537	0.002 **
INTERAC	6	3457.000	576.1666	6.4844	0.001 **
ERROR	18	1599.382	88.8545		
TOTAL	35	8945.742			

C.V. (ERROR B) = 21.01%

Cuadro 30. Anova para la variable DIVMS (3er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	142.359	71.1796	4.9255	0.084 NS
FACTOR A	2	1157.867	578.9335	40.0614	0.004 **
ERROR A	4	57.804	14.4511		
FACTOR B	3	1439.414	479.8046	44.8667	0.000 **
INTERAC	6	3644.000	607.3333	56.7919	0.000 **
ERROR	18	192.492	10.6940		
TOTAL	35	6633.937			

C.V. (ERROR B) = 7.62%

Cuadro 32. Anova para la variable DIVMS (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	16.093	8.0468	0.2470	0.793 NS
FACTOR A	2	968.132	484.0664	14.8586	0.016 *
ERROR A	4	130.312	32.5781		
FACTOR B	3	1974.507	658.1692	44.9018	0.000 **
INTERAC	6	3887.476	647.9127	44.2020	0.000 **
ERROR	18	263.843	14.6579		
TOTAL	35	7240.367			

C.V. (ERROR B) = 8.53%

Cuadro 25. Anova para la variable LIG (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	1	3.9610	3.9610	156.5694	0.004 **
FACTOR A	2	23.4281	11.7140	463.0241	0.002 **
ERROR A	2	0.0505	0.0252		
FACTOR B	3	27.7764	9.2588	9.7954	0.004 **
INTERAC	6	39.8814	6.6469	7.0321	0.006 **
ERROR	9	8.5070	0.9452		
TOTAL	23	103.6047			

C.V. (ERROR B) = 18.91%

Cuadro 27. Anova para la variable LIG (3er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	1	0.6272	0.6272	0.4042	0.590 NS
FACTOR A	2	0.6161	0.3080	0.1985	0.833 NS
ERROR A	2	3.1038	1.5519		
FACTOR B	3	43.0991	14.3663	8.6929	0.005 **
INTERAC	6	39.8247	6.6374	4.0162	0.031 *
ERROR	9	14.8738	1.6526		
TOTAL	23	102.1449			

C.V. (ERROR B) = 27.92%

Cuadro 29. Anova para la variable DIVMS (2do. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	24.476	12.2382	0.4631	0.662 NS
FACTOR A	2	1019.042	509.5214	19.6604	0.010 *
ERROR A	4	105.639	26.4248		
FACTOR B	3	2000.367	666.7890	47.8317	0.000 **
INTERAC	6	2939.402	489.9003	35.1427	0.000 **
ERROR	18	250.925	13.9403		
TOTAL	35	6359.914			

C.V. (ERROR B) = 8.92%

Cuadro 31. Anova para la variable DIVMS (1er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	287.585	143.7929	1.0927	0.420 NS
FACTOR A	2	1678.156	839.0781	6.3760	0.058 NS
ERROR A	4	526.398	131.5996		
FACTOR B	3	2653.109	884.3698	8.1000	0.002 **
INTERAC	6	3660.335	610.0559	5.5875	0.002 **
ERROR	18	1965.2710	109.1818		
TOTAL	35	770.85			

C.V. (ERROR B) = 21.50%

Cuadro 33. Anova para la variable DIVMS (3er. corte).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
REPETIC	2	157.406	78.7031	2.6507	0.185 *
FACTOR A	2	1170.304	585.1523	19.7078	0.010 *
ERROR A	4	118.765	29.6914		
FACTOR B	3	1620.468	540.1562	46.1908	0.000 **
INTERAC	6	4787.539	797.9231	68.2335	0.000 **
ERROR	18	210.492	11.6940		
TOTAL	35	8064.976			

C.V. (ERROR B) = 7.30%

Cuadro 34. Comparación de medias M.V (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	14.5062 A
3	13.9197 A
11	13.8117 A
10	13.5957 AB
2	13.5957 AB
9	13.5494 AB
6	13.5339 AB
7	13.2870 AB
8	12.4846 AB
5	9.0895 BC
1	6.0031 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 3.3546

Cuadro 37. Comparación de medias M.S (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	23.7000 A
5	23.4133 AB
7	22.9417 ABC
9	22.1800 ABC
1	22.1183 ABC
2	21.7750 ABC
4	21.3450 ABC
6	21.1250 ABCD
10	20.0167 BCD
8	19.9017 CD
11	17.7967 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 3.4325

Cuadro 40. Comparación de medias CEN (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
10	12.7050 A
7	11.9650 AB
2	11.4750 AB
9	11.3475 AB
6	11.3200 AB
4	11.1975 AB
11	11.1300 AB
3	10.2425 AB
8	10.1925 AB
5	9.6975 AB
1	8.8275 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 4.5952

Cuadro 43. Comparación de medias PC (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
7	11.0027 A
3	10.5000 AB
4	10.0188 BC
10	9.7654 CD
8	9.6687 CD
9	9.6329 CD
11	9.5445 CDE
6	9.1000 DE
2	8.9259 E
1	6.7165 F
5	5.5563 G

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 0.6899

Cuadro 46. Comparación de medias FND (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
10	72.3700 A
4	70.6500 AB
6	68.0150 B
2	67.9100 B
8	64.1800 C
5	63.7000 C
9	63.3000 C
11	62.9100 C
1	62.2350 CD
3	61.8750 CD
7	59.7050 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 3.1626

Cuadro 35. Comparación de medias M.V (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
2	12.9167 A
4	12.7315 A
3	12.0833 A
9	11.9985 A
8	11.8056 A
11	11.7361 A
10	11.4892 A
6	11.4892 A
7	11.2346 A
5	6.8210 B
1	5.5864 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 1.8907

Cuadro 38. Comparación de medias M.S (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
7	28.2500 A
3	27.7667 AB
4	27.5583 AB
5	27.4833 AB
2	26.3617 ABC
6	26.2500 ABC
1	25.9950 ABC
8	25.2467 ABC
9	24.7583 BC
10	24.5917 BC
11	23.6767 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 3.3225

Cuadro 41. Comparación de medias CEN (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
11	12.9700 A
1	12.9025 A
4	12.3825 A
3	12.2175 A
2	11.9650 A
5	11.7150 A
8	11.6600 A
6	10.9475 A
9	10.4625 A
10	9.7325 A
7	9.6625 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 4.5952

Cuadro 44. Comparación de medias PC (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	10.5188 A
6	10.2515 A
2	9.8875 AB
7	9.7654 AB
4	9.4500 BC
9	8.8817 CD
8	8.7500 CD
11	8.6607 CD
10	8.2189 D
5	6.9816 E
1	6.9374 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 0.7982

Cuadro 47. Comparación de medias FND (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
9	72.8200 A
4	68.5250 AB
5	66.1850 AB
3	65.6850 AB
11	65.5700 AB
8	64.5850 AB
7	64.0200 AB
10	63.3400 AB
6	62.1450 AB
1	59.4250 B
2	59.3250 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 12.3003

Cuadro 36. Comparación de medias M.V (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
9	12.6389 A
10	12.0370 AB
11	11.5278 ABC
6	11.0494 ABC
2	11.0339 ABC
3	11.0339 ABC
7	11.0031 ABC
8	10.7947 BC
4	10.2160 C
5	4.7068 D
1	3.9198 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 1.7851

Cuadro 39. Comparación de medias M.S (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
7	22.9483 A
3	20.7933 AB
5	20.7000 AB
9	20.4217 AB
1	20.3250 AB
11	20.0817 AB
10	20.0567 AB
2	19.4417 B
4	19.1083 B
8	18.9092 B
6	18.3500 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.9193

Cuadro 42. Comparación de medias CEN (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
7	14.7425 A
8	13.6450 AB
11	13.6450 AB
9	13.4000 AB
2	12.8675 ABC
5	12.7900 ABCD
4	12.5875 ABCD
1	11.7300 BCDE
3	10.5375 CDE
10	9.9900 DE
6	9.1700 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.8550

Cuadro 45. Comparación de medias PC (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
6	11.1563 A
3	10.9143 A
2	10.6750 AB
9	10.0306 ABC
8	9.4561 ABCD
4	9.4500 ABCD
7	9.2794 ABCD
10	8.8375 BCD
11	8.4875 CD
5	7.4235 DE
1	5.6118 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.0711

Cuadro 48. Comparación de medias FND (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
9	75.6500 A
3	73.1500 AB
7	71.7700 AB
1	71.4150 B
6	66.5050 C
10	64.7650 CD
5	63.9900 CD
4	63.7000 CD
11	63.6050 CD
2	62.7650 CD
8	61.5500 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 3.8900

Cuadro 49. Comparación de medias CEL (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	30.2850 A
10	30.2700 A
11	29.7300 AB
1	29.3950 ABC
3	29.3850 ABC
5	29.0600 ABCD
7	28.8350 ABCD
6	27.8750 ABCD
9	27.0200 BCD
2	26.6950 CD
8	26.5850 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.7915

Cuadro 52. Comparación de medias FAD (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
11	40.6800 A
10	40.5700 A
6	40.4600 A
1	39.7250 A
7	39.4300 AB
8	39.3850 AB
5	38.5900 AB
4	38.4500 AB
3	38.0250 AB
9	35.2700 BC
2	33.1600 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 4.1700

Cuadro 55. Comparación de medias LIG (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
8	8.3500 A
2	7.2350 AB
6	6.1600 ABC
10	5.9750 BCD
11	5.4550 BCD
5	5.1700 BCD
1	5.1300 BCD
4	5.1000 BCD
7	5.0750 BCD
3	4.2000 CD
9	3.8350 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.1992

Cuadro 58. Comparación de medias DIVMS (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	53.9846 A
9	52.0562 A
6	50.0738 A
8	49.4830 A
10	48.4680 A
4	48.3062 A
5	47.7902 A
7	47.4842 A
1	47.3641 A
2	47.0311 A
11	46.3129 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 28.0079

Cuadro 61. Comparación de medias DIVMO (1er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	59.0702 A
6	56.7273 A
9	54.2984 A
8	54.1171 A
7	53.8156 A
10	52.1148 A
4	51.8277 A
5	51.5351 A
2	50.0605 A
1	49.9978 A
11	49.4066 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 31.0468

Cuadro 50. Comparación de medias CEL (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
9	31.2650 A
5	31.1750 A
6	30.6500 AB
4	30.3950 AB
11	30.1400 AB
2	29.5600 AB
1	29.5000 AB
8	29.2700 AB
10	29.0950 AB
7	28.7200 AB
3	27.7950 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 3.2636

Cuadro 53. Comparación de medias FAD (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	41.4400 A
11	41.1950 AB
9	41.1400 AB
1	41.0150 AB
5	40.7150 AB
8	39.5550 ABC
10	38.6100 ABC
2	37.7250 ABC
7	36.8450 BC
6	35.8050 C
3	35.6100 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 4.3510

Cuadro 56. Comparación de medias LIG (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	6.4100 A
7	6.2200 A
11	5.7500 A
9	5.5300 A
8	5.4000 A
3	5.2000 A
10	5.0100 A
4	4.9250 A
5	4.8450 A
2	4.8400 A
6	4.3200 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.3312

Cuadro 59. Comparación de medias DIVMS (2do. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
8	49.9089 A
6	49.9061 A
9	47.9401 A
2	46.8881 A
1	46.2032 A
4	45.3633 A
11	45.0007 A
10	44.1927 A
7	43.3802 A
5	41.8848 A
3	41.4662 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 11.0937

Cuadro 62. Comparación de medias DIVMO 2do. corte.

TRATAMIENTO	MEDIA
8	52.7277 A
9	52.1826 A
6	51.9284 A
1	50.3656 A
11	50.3371 A
2	49.0649 A
10	47.8703 A
4	47.3085 A
5	47.1886 A
7	45.2071 A
3	44.3965 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 11.3757

Cuadro 51. Comparación de medias CEL (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	31.9950 A
9	31.3350 A
4	31.0100 A
10	30.5900 A
3	30.4650 A
11	29.7300 A
7	29.6450 A
6	29.5500 A
2	28.9650 A
5	28.4150 A
8	28.0650 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 5.8187

Cuadro 54. Comparación de medias FAD (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
9	43.4350 A
3	42.1050 AB
1	42.0150 ABC
11	40.9750 BC
10	40.6850 BC
4	40.2350 BCD
8	39.9400 BCDE
6	39.6250 CDE
7	37.9200 DEF
5	37.7650 EF
2	36.4000 F

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.4048

Cuadro 57. Comparación de medias LIG (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
8	7.3000 A
9	6.7400 AB
3	6.5300 ABC
11	5.6600 ABCD
10	5.2700 ABCD
2	4.3900 BCD
4	4.2500 BCD
6	4.1950 BCD
7	3.9600 BCD
5	3.7800 CD
1	3.1750 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 2.9097

Cuadro 60. Comparación de medias DIVMS (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
7	49.1667 A
11	49.1241 A
6	48.6813 A
5	48.5508 A
3	48.0116 A
1	47.5842 A
9	46.6628 A
4	46.5265 A
8	46.1760 A
10	44.2866 A
2	39.9644 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 9.7165

Cuadro 63. Comparación de medias DIVMO (3er. corte).

TRATAMIENTO	MEDIA
11	56.2909 A
5	54.5874 A
6	53.2306 AB
3	53.0305 AB
9	52.9745 AB
1	51.3653 AB
8	51.0345 AB
7	50.5146 AB
4	48.8377 AB
10	46.6921 AB
2	43.6140 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 10.1607

Cuadro 64. Correlación entre el rendimiento (MV y MS) y la calidad nutricional del zacate Taiwan (primer corte).

CAR. BIOL.	CEN.	P.C.	NDF.	ADF.	LIG.	CEL.	DIVMS.	DIVMO.
MAT. VER.	0.7986**	0.8308**	0.3403	-0.1714	0.0543	-0.0896	0.2882	0.3589
MAT. SECA	-0.2919	-0.2073	-0.3315	-0.3854	-0.4565	-0.0660	0.4135	0.4160

Cuadro 65. Correlación entre el rendimiento (MV y MS) y la calidad nutricional del zacate Taiwan (segundo corte).

CAR. BIOL.	CEN.	P.C.	NDF.	ADF.	LIG.	CEL.	DIVMS.	DIVMO.
MAT. VER.	-0.2393	0.8147**	0.2839	-0.3333	-0.3653	-0.1823	0.2348	-0.0076
MAT. SECA	-0.0535	0.2844	-0.0741	-0.4027	-0.0862	-0.2558	-0.4555	-0.7027

Cuadro 66. Correlación entre el rendimiento (MV y MS) y la calidad nutricional del zacate Taiwan (tercer corte).

CAR. BIOL.	CEN.	P.C.	NDF.	ADF.	LIG.	CEL.	DIVMS.	DIVMO.
MAT. VER.	0.0037	0.7940**	0.0240	0.1267	0.6198*	-0.0611	-0.2303	-0.1985
MAT. SECA	0.4500	-0.2566	0.5576	-0.0558	-0.1610	0.1323	0.3334	0.1358

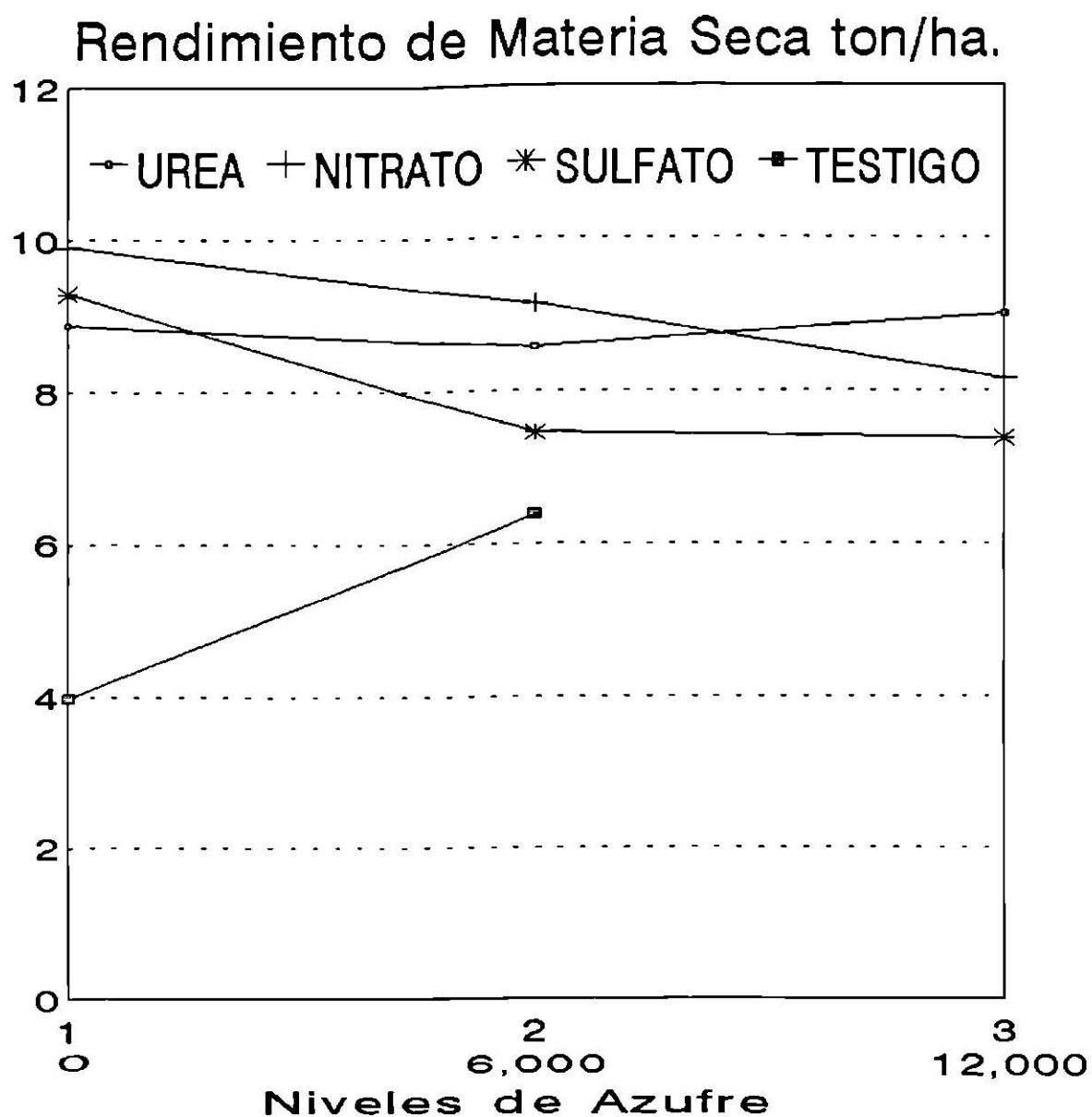


Figura 1. Rendimiento de materia seca (primer corte) del Zacate Taiwan con tres niveles de azufre (0, 6,000 y 12,000 kg/ha) y tres fuentes nitrogenadas.

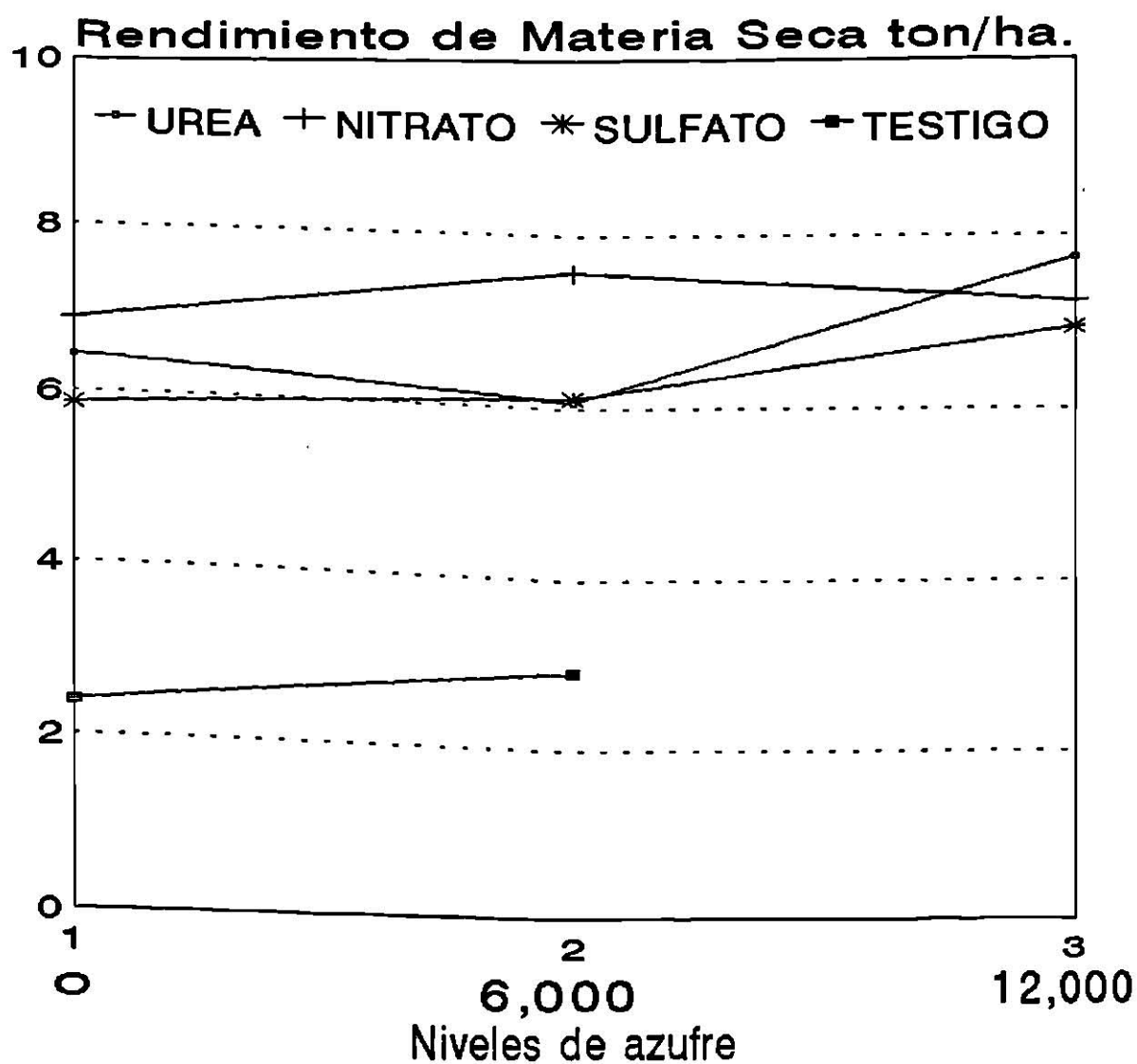


Figura 2. Rendimiento de materia seca (tercer corte) del zacate Taiwan con tres niveles de azufre (0, 6,000 y 12,000 kg/ha) y tres fuentes nitrogenadas.

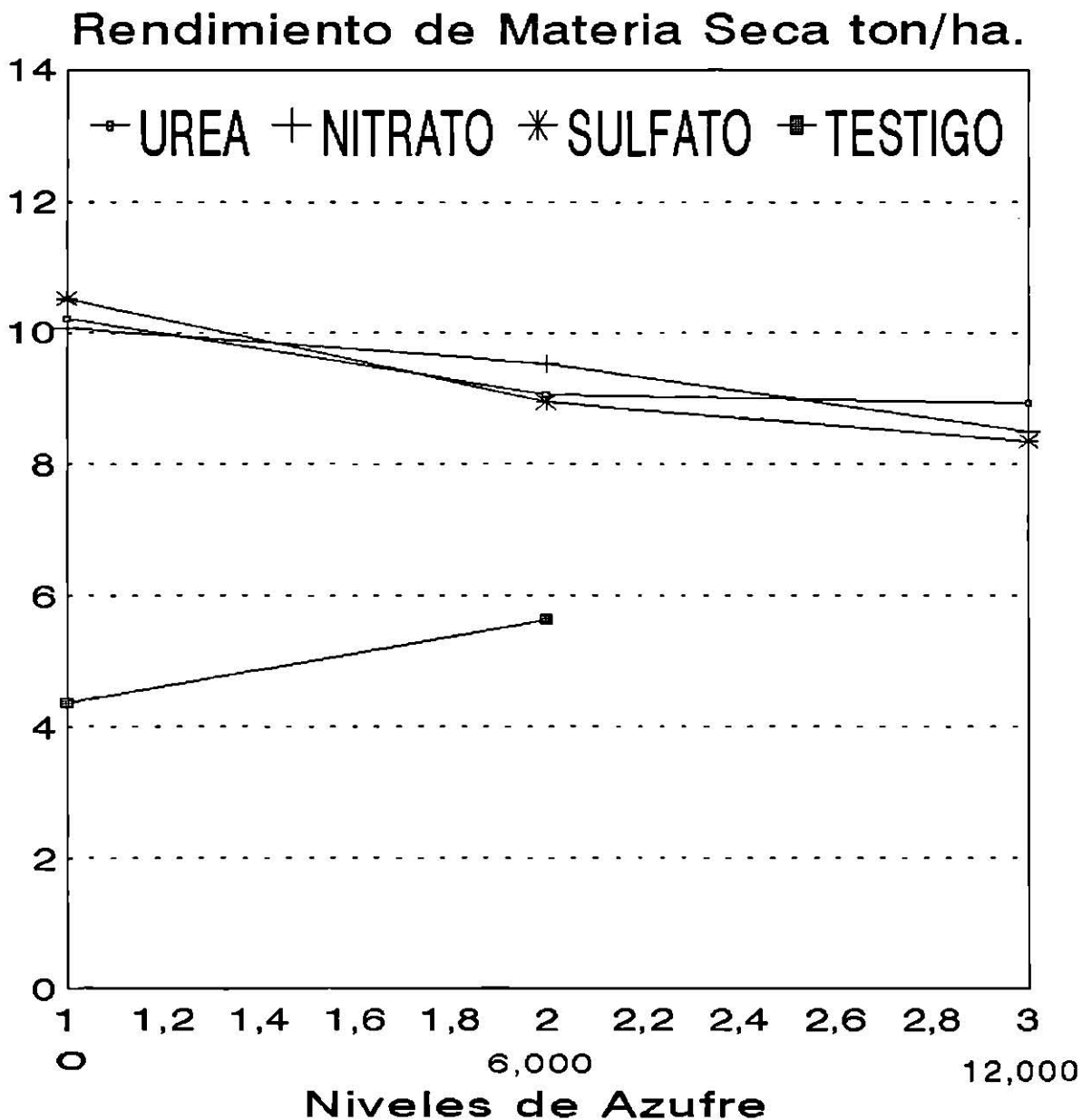


Figura 3. Rendimiento de materia seca (tercer corte) del zacate Taiwan, con tres niveles de azufre (0,6000 y 12,000 kg/ha) y tres fuentes nitrogenadas.

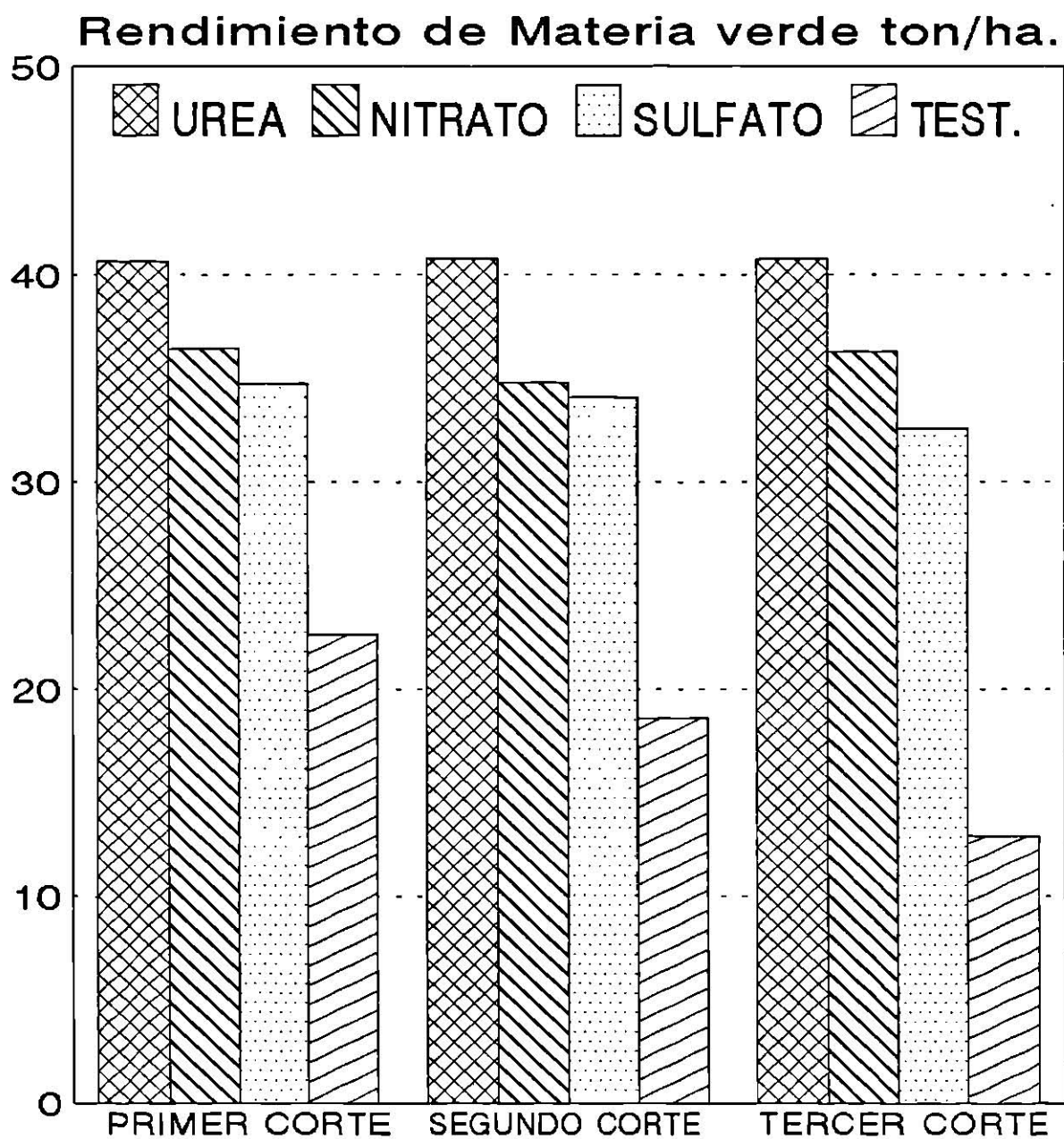


Figura 4. Rendimiento de materia verde del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en tres diferentes cortes.

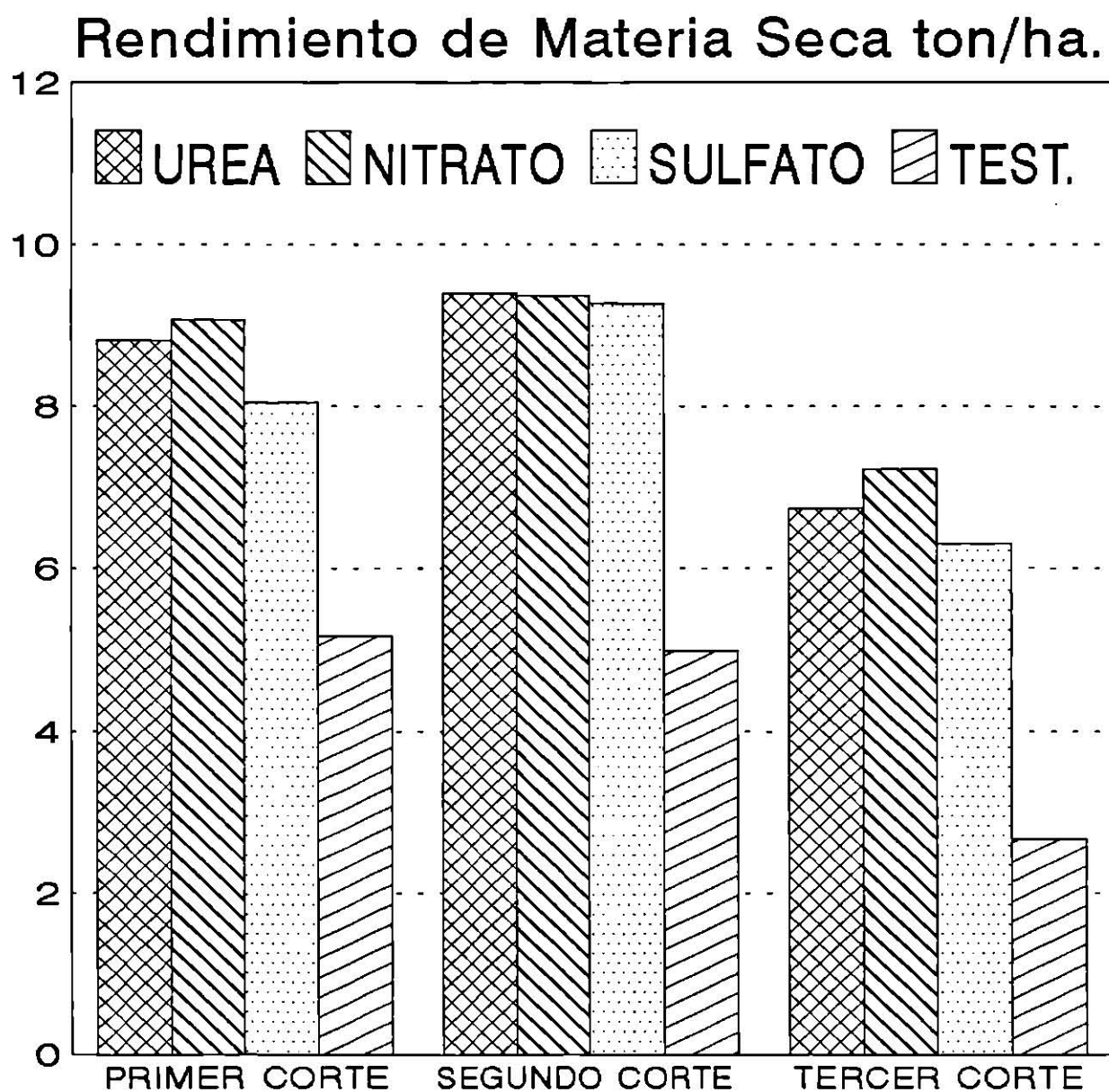


Figura 5. Rendimiento de materia seca del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en tres diferentes cortes.

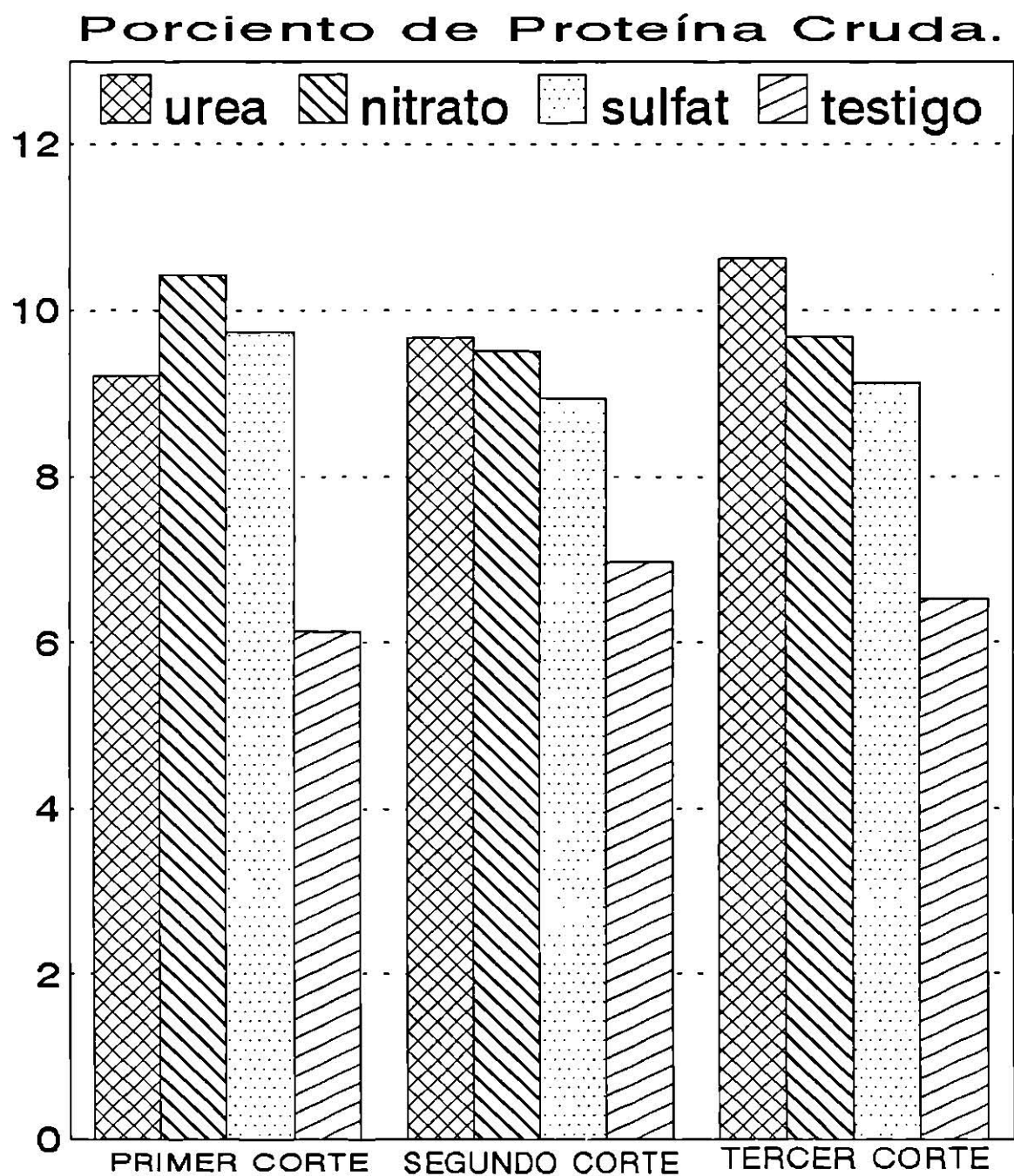


Figura 6. Rendimiento de PC del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en tres diferentes cortes.

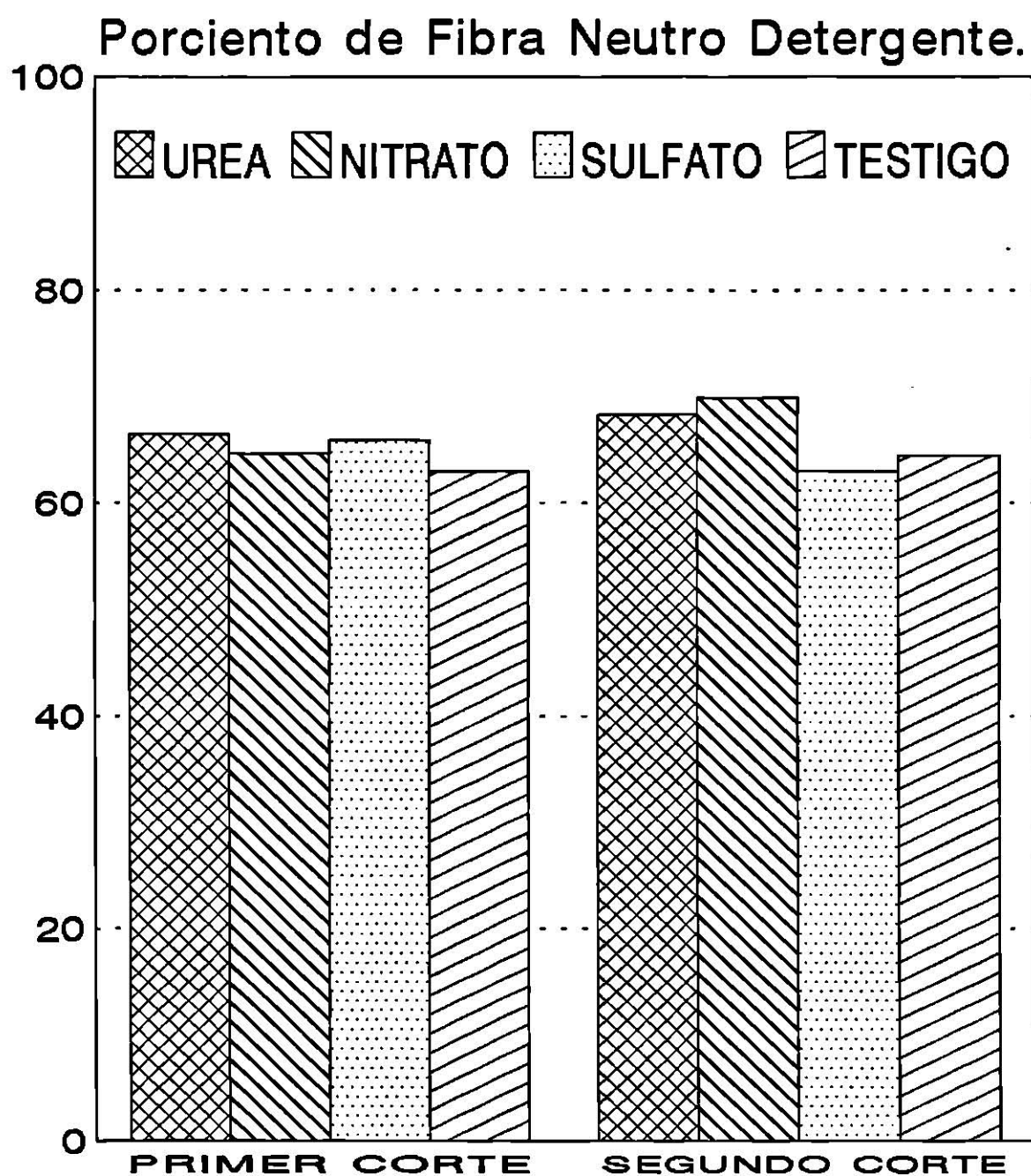


Figura 7. Porciento de fibra neutro detergente del zacate Taiwan con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas en tres diferentes cortes.

