

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U N A

FACULTAD DE CIENCIAS ANIMAL

TRABAJO DE DIPLOMA

TITULO:

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE UTILIZACION DEL FERTILIZANTE
NITROGENADO EN LOS PASTOS BAJO LAS CONDICIONES DE LA
III REGION (MANAGUA)

AUTOR:

MARTHA CLARISSA RODRIGUEZ SOLORZANO

ASESORES:

ING. MARCOS ESPERANCE C.DR

ING. ROBERTO BLANDINO O.

MANAGUA, NICARAGUA

1990

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U.N.A.

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TITULO:

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE UTILIZACION DEL
FERTILIZANTE NITROGENADO EN LOS PASTOS BAJO
LAS CONDICIONES DE LA III REGION (MANAGUA)

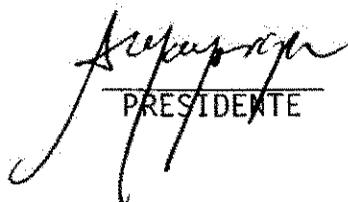
AUTOR:

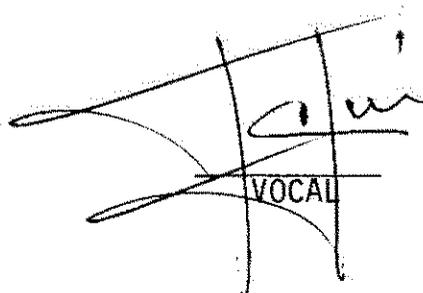
MARTHA CLARISSA RODRIGUEZ SOLORZANO

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL ° PROFESIONAL
INGENIERO AGRONOMO

APROBADA:


PRESIDENTE


VOCAL


SECRETARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U N A

FACULTAD DE CIENCIAS ANIMAL

TRABAJO DE DIPLOMA

TITULO:

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE UTILIZACION DEL FERTILIZANTE
NITROGENADO EN LOS PASTOS BAJO LAS CONDICIONES DE LA
III REGION (MANAGUA)

AUTOR:

MARTHA CLARISSA RODRIGUEZ SOLORZANO

ASESORES:

ING. MARCOS ESPERANCE C.DR.

ING. ROBERTO BLANDINO O.

MANAGUA, NICARAGUA

1990

AGRADECIMIENTO

A :

Ing. C.DR. Marcos Esperance M., quien con mucho esmero y seriedad me ayudo en todo el desarrollo de este trabajo.

Ing. Roberto Blandino por su apreciable, valiosa e incondicional cooperación en la discusión exhaustiva de los materiales reseñados.

Ing. Norvin Sepulveda, por su colaboración en los análisis matemáticos.

Ing. Santiago Silva, por su apoyo en la recopilación de datos en Chiletepe.

Mireya, Katty, Esmeralda y Olga, bibliotecarias del ISCA por su gran apreciable aporte en la busqueda de materiales bibliograficos.

Ricardo Silva y Karlita por su apoyo moral.

Irma Rodríguez Solórzano, por su invaluable y desinteresada ayuda en el macanografiado de este trabajo.

En fin a todos los que de una forma u otra han contribuido a la realización de este trabajo.

INDICE

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Indice	iii
Indice de tablas	iv
Indice de figura	v
Resumen	vi
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	6
2.1. Descripción del trabajo	6
2.2. Pastos estudiados	6
2.3. Características climáticas	6
2.4. Descripción de los experimentos	6
2.5. Procedimientos experimentales	6
2.6. Formas de aplicación del fertilizante	7
2.7. Mediciones realizadas en los experimentos	7
2.8. Transformación de datos	7
2.9. Análisis matemático	8
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
3.1. Efecto de la especie en la respuesta a la fertilización N	9
3.2. Efecto de la fuente de N sobre la respuesta a la fertilización N	10
3.3. Efecto de la dosis de N y edad en pasto estrella	12

3.4 Efecto de la época y estado de madurez en la respuesta del sorgo a la fertilización nitrogenada	15
3.5. Efecto de la fuente, nivel de nitrógeno y estado de madurez	17
3.6. Ecuación para predecir el rendimiento y la respuesta según el nivel de fertilización	19
IV. CONCLUSIONES	20
V. RECOMENDACIONES	21
VI. LITERATURA CITADA	22
VII. ANEXO	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los trabajos	30
Tabla 2. Efecto de la especie en la respuesta de la fertilización N .	31
Tabla 3. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento porcentual de materia seca en pasto estrella	34
Tabla 4. Efecto de la edad y de la época en la respuesta del sorgo forrajero	35
Tabla 5. Efecto de la fuente de nitrógeno, dosis y edad de corte en la respuesta del pasto	36

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Efecto de la fuente de nitrógeno sobre el rendimiento	32
Figura 2. Efecto de la fuente de nitrógeno sobre la respuesta	33
Figura 4. Respuesta de materia seca según modelo multiplicativo	37
Figura 3. Rendimiento de materia seca según modelo lineal	38

RESUMEN

Se realizó un estudio a partir de la recopilación de diferentes trabajos experimentales y en condiciones de producción realizados bajo las características de La Calera, Chiltepe y ANILIB, en el tema de fertilización nitrogenada en los pastos: estrella (Cynodon nlemfluensis), bermuda costal (Cynodon dactylon vs costal) y sorgo forrajero (Sorghum vulgare). Donde se compararon dosis de 0, 40, 80, 90, 100, 200, 400, 600, 800 Kg N/ha/año respectivamente. Para analizar la eficiencia técnica del fertilizante se estimaron regresiones entre el rendimiento y el nivel de nitrógeno, y al calcular la respuesta igualmente se estimó la regresión entre la eficiencia de conversión (Kg MS/Kg N aplicado) y el nivel de nitrógeno, encontrándose buenos ajustes con las funciones cuadráticas ($r= 0.9, 0.5$) para rendimiento y respuesta respectivamente.

Obteniéndose la máxima de conversión con dosis de 200 - 300 Kg N/ha/año. Además la amplia serie de niveles de N permitió conocer el potencial de respuesta de diferentes pastos durante la estación lluviosa y seca, siendo en esta última donde se produjo los mas bajos valores de rendimiento. Se encontraron el mayor efecto del nivel de fertilización que de la edad. Así como la diferencia entre las especies estudiadas, resultando superior el pasto estrella en un 69% que el sorgo. Por otra parte la fuente nitrógeno aplicado fue superior al utilizar sulfato de amonio con dosis elevada y el nitrato de amonio con aplicaciones bajas de nitrógeno.

I. INTRODUCCION

La ganadería es un rubro de gran importancia ya que contribuye en gran escala en la alimentación humana (proporcionando carne - leche), es fuente de trabajo y es factor importante en la economía. Sin embargo, la producción de carne y leche es relativamente baja, debido a la falta de tecnicismo en el manejo del ganado, principalmente en lo que refiere al factor alimentación.

Los granos, que en algunos países desarrollados de ganadería intensiva son un elemento importante en la producción bovina, tienen muy pocas posibilidades de convertirse en factor de peso para las economías pecuarias de los países del área tropical debido al mayor crecimiento demográfico y al enorme problema de alimentación, estos tienden a la necesidad de fomentar economías que le permitan no solo elevar el status nutritivos de sus pue**bl**os, sino también buscar fuentes de divisas que le garanticen su ulterior desarrollo económico y cultural. En este caso la producción bovina a base de pastos juega un papel importante.

Además la mayor parte de esta ganadería comprende explotaciones intensivas (de baja productividad) con pastos de pobre calidad y rápida maduración. Por lo que, escasamente ofrecen nutrimentos al ganado para su mantenimiento durante la mayor parte del año.

En Nicaragua, como en la mayoría de los países tropicales y subtropicales, la alimentación de la población bovina está sustentada fundamentalmente en la utilización de los pastos y forrajes así como sus formas conservadas, ya que constituyen la fuente principal mas económica de obtener pro-

ductos de origen animal mediante el pastoreo de los rumiantes.

Según DIPSA (1981), el área empastada en nuestro país es de 35% (5,974,000 mz), del área total del país (16,783,000 mz). Sin embargo se estima que existe tierras disponibles para el cultivo de los pastos que podrían incrementar la utilización de estos al 43% aproximadamente lo que demuestra el bajo nivel de desarrollo y la poca eficacia con que son explotados, lo que será resuelto con un uso adecuado de las técnicas de manejo más propicio para alargar la vida útil de nuestros pastizales.

Sin embargo Miranda (1975), destacó que las principales causas que afectan la desigual distribución de la producción de pastos a través del año son: las condiciones imperantes (temperatura, radiación solar y precipitación), deficiencia mineral y el nivel de fertilidad de los suelos entre otros.

Siendo uno de los principales problemas en las explotaciones ganaderas el bajo rendimiento que logran las especies de pastos y forrajes provocadas fundamentalmente por las variaciones climáticas, una que se extiende desde Noviembre - Abril (seca) y otra desde Mayo - Octubre (lluvia), hace que las especies tengan un marcado desbalance estacional en la producción y calidad (Crespo, 1981; Herrera, 1981) que logran apenas alcanzar durante el período seco del 20-30% de la producción total anual (Pérez Infantes 1970; Crespo, 1974).

Así para lograr ofrecer al ganado vacuno un forraje de alta calidad y cantidad durante todo el año disminuyendo en gran medida el desequilibrio

estacional de los rendimientos es necesario entre otros aspectos el uso adecuado y racional de los fertilizantes principalmente nitrogenados.

✱ Se conoce que el nitrógeno es el nutrimento que mas puede limitar el rendimiento y calidad de las gramíneas (Crespo, 1981) y la respuesta de este está afectada por numerosos factores entre los que se destacan la especie, edad, dosis, fuentes así como factores climáticos y otros.

Por lo que es necesario conjugar armoniosamente la fertilización nitrogenada y su modo de aplicación, la frecuencia y la altura de corte con el fin de evitar malas prácticas de manejo repercuten en que las especies no reflejen totalmente su potencial nutrimental e influyan negativamente en los indicadores agronómicos como es el rendimiento y la eficiencia de utilización del nitrógeno (EUN) o respuesta al nitrógeno.

Varios investigadores en el trópico han llevado a cabo trabajos que demuestran las respuestas de los pastos a la dosis crecientes de fertilizantes nitrogenados (Akinola, Cheda, Mackenzie, 1971; Olsen, 1974). Coincidiendo con Ramos, Curbelo y Herrera (1980), quienes obtuvieron en sus trabajos realizados el mejor rendimiento de materia seca (MS) tanto en lluvia como en seca al aplicar 400 Kg N/ha cada 6 semanas. Además Fernandez, Gómez y Paretas (1983), obtuvieron rendimientos de 12; 32.6 y 35.4 tn/ha de materia seca (MS) para los niveles de 0, 400 y 600 Kg N/ha/año respectivamente.

Igualmente Crespo (1974), encontró una respuesta lineal en los rendimientos de materia seca (MS) al aumentar los niveles de nitrógeno para pastos Rhodes (Chloris gayana) desde 8.4 a 21.5 tn/ha con niveles de 0 hasta

830 Kg N/ha. Así Ramos y Curbello 1978), encontraron la mayor producción de materia seca (MS) por cada Kg de N aplicado con los niveles mas bajos (25 y 50 Kg de N) en bermuda de costà (Cynodon dactylon).

Por otro lado la edad es un factor importante en la calidad y rendimiento del pasto debido a los cambios que ella produce en sus constituyentes químicos y en su morfología. Algunos autores como Crespo, (1981) y Herrera, (1981) han suministrado datos que indican que este puede ser atenuado con una fertilización y prácticas de corte ya que el nitrógeno mejora la calidad y el rendimiento debido al incremento de la proteína bruta y la disminución de los carbohidratos estructurales (Herrera y Ramos, 1980).

Fertilizando en el momento adecuado se logran mayores rendimientos lo que fue demostrado por Remy y Martínez (1983), en Cynodon sp donde la producción mas estable de materia seca (MS) se obtuvo cuando la fertilización con nitrógeno se fraccionó con 30% en la época de lluvia y 70% en la época seca.

La influencia de la fuente o portador de nitrógeno en la calidad del pasto han sido poco estudiadas, al igual que la forma de aplicación. Crespo (1972), al fertilizar con urea el suelo y por vía foliar encontró que el porcentaje de nitrógeno fue similar en el pasto en ambos casos. Sin embargo, la eficiencia de utilización del nitrógeno fue mayor en la aplicación al suelo, lo que indica que las hojas no pueden reemplazar completamente las funciones fisiológicas de las raíces.

En nuestras condiciones el rendimiento de la mayoría de las especies

de pastos pueden triplificarse y cuatriplificarse con la adición de elevadas dosis de fertilizantes nitrogenados en suelos que no presentan deficiencia de los restantes nutrimentos vegetales (Paretas, 1976 y Crespo, 1981). Sin embargo el creciente costo de los fertilizantes minerales (principalmente los nitrogenados) en el mundo determinan la necesidad de conocer la mejor respuesta de los cultivos mediante el empleo de procedimientos adecuados.

De ahí que se condujera este trabajo con los objetivos:

- Determinar la eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado en los pastos basados en la recopilación de trabajos realizados en la tercera Región.
- Determinar como influye la fuente, dosis, edad y época en que se aplica la fertilización nitrogenada sobre la respuesta de las especies.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Descripción del trabajo.

Se realizó un estudio a partir de resultados experimentales de diferentes pruebas realizadas en Nicaragua en el tema de fertilización de pastos considerándose además resultados obtenidos en condiciones de producción. Se utilizó la información de cuatro trabajos experimentados desde 1957 - 1973 cuya localización fué en la Calera y dos trabajos en las condiciones de producción en la zona de Chiltepe y Tisma en 1989.

2.2. Pastos estudiados.

Los datos experimentales proceden de trabajos realizados con las especies: estrella (Cynodon nlemfluensis); bermuda de costa (Cynodon dactylon vs coastal) y sorgo forrajero (Sorghum vulgare).

2.3. Características climáticas.

Los trabajos provienen de la región del Pacífico Central de Nicaragua que tiene un promedio histórico de 1,500 a 1,850 mm de precipitación anual con un promedio en temperatura de 27 °C y una estación seca de 6 a 7 meses de duración con un 8% de precipitaciones durante esta época.

2.4. Descripción de los experimentos.

Las especies de pastos, edad de corte, nivel de fertilización y otros detalles de los experimentos se describen en la tabla 1:

2.5. Procedimientos experimentales.

Al inicio de los trabajo el pasto se corto para ser uniformados con ma

chete o chapodadora, el fertilizante se aplico al voleo tratando de lograr una distribución uniforme dentro de cada parcela. Los trabajos realizados en el período de seca recibieron riego cada quince a diecisiete días.

(CHávez, 1973; MAG, 1957; Chiltepe, 1989).

2.6. Forma de aplicación del fertilizante.

En los trabajos nicaraguenses recopilados, la única forma de aplicación del fertilizante fue mediante su adición al suelo.

2.7. Mediciones realizadas en los experimentos.

En los experimentos que se analizan en esta tesis los cortes se hicieron a machete o con tijera podadora a una altura de 10 - 15 cm sobre la superficie del suelo.

Se determinó el rendimiento del forraje cortando la parcela y enviando muestras al laboratorio para calcular el contenido de materia seca (MS), de ahí que el principal parámetro analizado en estos trabajos fue el rendimiento.

2.8. Transformación de datos.

Fueron transformados los datos de rendimiento de materia seca (MS) encontrados en todos los experimentos de la unidad Kg MS/ha a tn MS/ha, siendo posteriormente expresado al parámetro respuesta a la fertilización nitrogenada o eficiencia de utilización del nitrógeno (EUN) expresada en Kg MS/Kg N aplicado, la cual se determino restando el rendimiento de materia seca (MS) del testigo al rendimiento obtenido por el pasto fertilizado, dividiendo dicho resultado entre la cantidad de nitrógeno aplicado (Crespo,

1981). Transformandose con el propósito de poder hacer comparaciones de los resultados experimentales obtenidos por varios autores bajo diferentes condiciones.

$$EUN = \frac{\text{Ren. MS del pasto fertilizado con } Nx - \text{Ren MS del control.}}{Nx}$$

Nx = dosis de nitrógeno aplicado.

2.9. Análisis matemático.

Se realizaron análisis de regresión sobre el rendimiento de materia seca (MS) (tn/ha) y respuesta a la fertilización nitrogenada (Kg MS/Kg N aplicado), ajustandose al modelo lineal $Y=a + bx$, donde: Y= rendimiento anual de MS en tn/ha; X= dosis anuales de nitrógeno en Kg/ha. Y al modelo multiplicativo $Y= ax^b$, donde: Y= eficiencia de conversión al nitrógeno expresada en Kg MS/Kg N aplicado; X= dosis anual de nitrógeno en Kg/ha. Utilizando el programa computarizado Statgraphics.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

La necesidad de que la base alimentaria del ganado vacuno en nuestro país proceda fundamentalmente de consumo de pastos y forrajes de alta calidad fundamenta la necesidad de estudiar aquellas prácticas agrotécnicas que posibiliten la obtención de máximos rendimientos por unidad de área.

3.1. Efecto de la especie en la respuesta a la fertilización nitrogenada.

Buscando nuevas variedades y especies de pastos tropicales no solamente mas productivos sino con una alta calidad que permitan elevar producciones de carne y leche (Hutton y Minson, 1974). Por lo que la selección de pastos debe ser cuidadosa y ajustarse a las condiciones ecológicas del lugar y al manejo que se apliquen (Lambert, Toussaint y Heberert, 1977).

Al comparar los rendimientos de materia seca (MS) obtenidos en las diferentes especies: estrella (Cynodon nlemfluensis), sorgo forrajero (Sorghum vulgare) y bermuda costal (Cynodon dactylon vs costal), durante la época seca y utilizando niveles medios de fertilización (200 Kg/ha/año), se observo (tabla 2) que los valores fueron bajos y oscilaron de 8 - 11.5 Kg de MS/Kg de N aplicado para sorgo y estrella respectivamente, en comparación a lo reportado por otros autores lo que indican una mayor respuesta de diferentes especies a la fertilización obteniendo resultados que oscilan de 28 - 52 Kg MS/Kg de N respectivamente (Funes y Paretas, 1979).

Por otra parte la respuesta del pasto estrella supero un 69% a la observada en sorgo forrajero, este incremento se debe quizas a que la especies de Cynodon nlemfluensis y Cynodon dactylon vs costal recibieron rie-

go.

Según los resultados obtenidos la respuesta fue superior en estrella que en sorgo aunque ambos fué reducido e inferior a lo que reportan Crespo (1981) y Paretas (1976); contrario a lo hallazgo de este trabajo se ha señalado por Paretas y Herrera (1979) que la especie forrajera resultó mucho mas eficiente que la de corte en la conversión de nitrógeno a materia seca (MS).

Así para incrementar notablemente el rendimiento y una mejor conversión del nitrógeno es necesario la utilización de plantas que tengan un patrón de crecimiento mas uniforme a través del año o de forrajes con una respuesta mayor en esa época al riego.

La diferencia a la respuesta de las especies al fertilizante esta influenciada quizás a las condiciones ambientales ya que afectan el crecimiento y desarrollo de las gramíneas así como la eficiencia y asimilación de los fertilizantes junto a las diferencias morfológica y la individualidad bioquímica de las plantas (Crespo, Ramos, Suárez, Herrera y González, 1981).

3.2. Efecto de la fuente de nitrógeno sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada.

La influencia de las fuentes o portadores de nitrógeno en el rendimiento y calidad del pasto han sido escasamente estudiado. Según Sauchelli (1970), indica que las fuentes nitrogenadas se diferencian entre sí en su reacción fisiológica, forma de actuar, su concentración, resistencia al la

vado, volatilización y costo por unidad de nitrógeno. Por lo que la eficacia de los abonos dependerá de la fuente empleada Colling (1968) citado por Crespo, Aspiolea y López (1986) y Sauchelli (1970), han indicado que las fuentes nitrogenadas son nitrato, amoniacales, urea y mixtos.

En las figuras 1 y 2 aparecen unos resultados que muestran el efecto de las fuentes de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento de materia seca (MS) y la respuesta al fertilizante respectivamente del coastal fertilizada con sulfato, urea, nitrato apreciándose una ligera superioridad de la urea y el nitrato sobre el sulfato tanto en rendimiento como en respuesta, al utilizar dosis bajas de fertilizantes (45.5 Kg N/ha).

Los rendimientos obtenidos en el pasto coastal al utilizar nitrato de amonio, urea y sulfato de amonio son de: 3.47, 3.3, y 3.24 tn MS/ha respectivamente. Resultado que concuerdan con los obtenidos por Figarella, Abruña y Vicente - Chandler (1972); Aspiolea y Diaz (1980), quienes encontraron una tendencia a producir mas materia seca (MS) con una mayor conversión (Kg de MS/Kg N aplicada) del nitrógeno, al utilizar el nitrato de amonio. Esto quizás se deba, posiblemente a que la fuente de nitrato tiene como ventaja una gran movilidad del ión nitrato en el suelo alcanzando rápidamente la región radicular de la planta.

Por otra parte Chávez (1973), al estudiar dos fuentes de nitrógeno sulfato y urea en pasto estrella con dosis altas de fertilización (0 - 800 Kg N/ha/año) obtuvo una producción de materia seca (MS) de 2.17 - 7.2 y 1.9 - 8.2 para urea y sulfato de amonio respectivamente. Observando la mayor

eficiencia de utilización del nitrógeno al aplicar el nitrógeno en forma de sulfato de amonio con un rango de 6.8 - 18.5 Kg de MS/Kg N y 5.4 - 12.5 Kg MS/Kg N para la urea (tabla 5). Contrario lo reportado en la calera (1957), en el pasto coastal al aplicar dosis bajas de fertilizantes nitrogenado.

Sin embargo, varios investigadores han señalado una eficacia de la urea igual que las otras fuentes nitrogenadas, sobre todo cuando se ha garantizado la aplicación de agua inmediatamente después de la fertilización (Paretas 1976; Arteaga, Aspiolea y Mojena, 1978); aunque la eficacia variará de acuerdo a los niveles aplicados.

Así Turchin, Blyum y Kondrater (1964), citado por Crespo, Aspiolea y López (1979), encontró diferencia entre la urea y el sulfato de amonio cuando aplicó niveles bajos, mientras que Lotero, Ramírez y Herrera (1968), señaló un rendimiento igual con 50 Kg N/ha/año. Coincidiendo con Ramos y Curbello (1978), al utilizar niveles bajo de fertilizante nitrogenado al aplicar urea y sulfato de amonio, no encontraron diferencia entre ambas fuentes. Sin embargo al elevar el nivel a 150 Kg N/ha/año la urea resultó menos eficiente que el sulfato y nitrato. Coincidiendo con Crespo (1979) y Arteaga, Aspiolea y Mojena (1978).

3.3. Efecto de la dosis de nitrógeno y edad en pasto estrella.

Varios investigadores en el trópico han llevado a cabo trabajos que demuestran las respuestas de los pastos a dosis crecientes de fertilizantes nitrogenados (Akinola, Cheda y Mackenzie, 1971; Olsea, 1974).

Al analizar el efecto del nivel de fertilización nitrogenada y el estado de madurez del forraje sobre el rendimiento de materia seca (MS) se observo (tabla 3) mayor efecto del nivel de fertilización que la edad del forraje cuando los niveles fueron elevados y oscilaron de 0 a 800 Kg/ha/año y la edad de corte entre un rango de 15 - 36 días.

Los incrementos obtenidos al variar la edad de corte de 15 a 36 días dentro del mismo nivel oscilaron desde el 21 a 61 unidades porcentuales, obteniendose los mayores rendimientos porcentuales a los 29 días entre un rango de 26 - 97 por ciento mientras que el efecto de variar los niveles de nitrógeno desde 0 - 800 Kg N/ha/año dentro de la misma edad produjo incrementos desde 103 - 143 unidades porcentuales.

A pesar de estos resultados se debe considerar la combinación de la frecuencia de corte con los niveles de nitrógeno ya que la utilización del fertilizante nitrogenado por los pastos esta en dependencia de la edad de corte de modo que a medida que avanza en la edad el pasto convertirá más nitrógeno en materia seca (MS) cuando no exista otro factor limitante. Osbourn (1969), en una revisión en este aspecto concluyó que deben cortarse las gramíneas a edades tempranas con la finalidad de lograr mayores porcentajes de proteína bruta (PB) y menor de la fibra bruta (FB), tanto en las regiones templadas como en la tropicales.

La edad debe concatenarse con el nitrógeno aplicado, ya que estos factores se relacionan y el manejo adecuado de la edad puede ahorrar marcadas cantidades de nitrógeno (Paretas, 1984). Al respecto en Cynodon nlemfluen-

sis, Paretas y Herrera (1980), calcularon que al aumentar el nivel de nitrógeno de 200 a 400 Kg N/ha/año, cada Kg de N solo brinda un extra de 25 Kg de materia seca (MS), mientras que al aumentar la edad de 6 - 8 semanas cada día representa 750 Kg de materia seca (MS) por hectárea, sin embargo al elevar la edad de 8 - 10 semanas se alcanzó un incremento de 250 Kg de materia seca (MS) por hectárea por día.

Así mismo Zelaya (1973), encontró en sorgo forrajero el mayor rendimiento con la aplicación de 0 - 291 Kg/ha de N en forma de sulfato de amonio, disminuyendo al utilizar dosis de 388 Kg de N/ha. Aunque los resultados obtenidos por Castillo, Rodríguez y Kauffman (1988), indican que al utilizar urea entre un rango de 0 - 240 Kg/ha/año obtuvieron el mayor rendimiento de materia seca (MS) de 11.8 tn/ha al fertilizar con 180 Kg N/ha en combinación con una frecuencia de corte de 4 semanas en pasto estrella.

Así Gómez y Paretas (1983), obtuvieron rendimiento de 12,32.6 y 35.4 tn/ha de materia seca (MS) para los niveles de 0,400 y 600 Kg N/ha/año respectivamente.

Además el mayor rendimiento obtenido a los 29 días por Chávez (1973), coinciden con lo reportado por Ramos, Curbello y Herrera (1980), quienes reportaron que al máximo crecimiento de Cynodon nlemfluensis se encuentra entre un rango de 4 - 5 semanas de edad con riego y fertilización.

Los resultados sugieren que no es aconsejable aplicar dosis por encima de aquellas que proporcionan la máxima conversión de nitrógeno en materia seca (MS) ya que es de esperar que ocurra poco incremento del rendimiento

y un aumento consiguiente en el costo de cada tonelada de forraje producido.

Esto evidencia la necesidad de utilizar este elemento para intensificar la producción, pero es necesario tener en cuenta que a partir de determinado nivel de fertilización, por cada Kg adicional de fertilizante tiende a disminuir progresivamente la eficacia de este, ya que dosis muy altas conducen a pérdidas por volatilización, lavado, inmovilización o fijación en el suelo.

3.4. Efecto de la época y el estado de madurez en la respuesta del sorgo forrajero a la fertilización nitrogenada.

Resultado de numerosos investigadores (Crespo, 1985; Paretas, 1979 y otros) demuestran que la mayoría de los pastos hacen mayor eficacia de utilización del nitrógeno en los primeros meses de la estación lluviosa lo cual indica que cuando solo se dispone de cantidades limitadas de nitrógeno debe ser aplicado en dicha etapa para obtener la mas alta eficiencia.

Al comparar la respuesta de materia seca (MS) obtenida en sorgo forrajero cosechado en invierno y verano y dos estados de madurez (42 y 70 días) se observo (tabla 4) que en el verano la respuesta de fertilización nitrogenada fue menor sin que variara por efecto del estado de madurez del sorgo, mientras que con la fertilización durante el invierno la respuesta de forraje fue óptima y el estado de madurez (42 días) casi cuatruplico a la respuesta obtenida en verano de 8.2 a 31.6 Kg MS/Kg N respectivamente, aunque al avanzar el estado de madurez (70 días) la respuesta se redujo

considerablemente de 31.6 - 9.24 Kg MS/Kg N para 42 y 70 días respectivamente.

Los resultados encontrados en ANILIB (1989), coinciden con lo reportado por Infantes (1970), citado por Trujillo (1978) al encontrar en sorgo forrajero mayor respuesta (Kg MS/Kg N) durante la época lluviosa con un estado de madurez de 49 días.

Por lo que es necesario tomar en cuenta el nivel de fertilización, época y la edad del forraje, ya que conjuntamente determinan la respuesta al fertilizante nitrogenado.

Esto es lógico que ocurra debido prácticamente que la distribución del rendimiento de los pastos tropicales, está regido por las lluvias durante el año, siempre y cuando no exista otro factor limitante. Sin embargo es necesario tomar en cuenta que durante el período de lluvia los pastos presentan mayores contenidos de carbohidratos estructurales y menor de tenor proteico, principalmente al incrementarse el estado de madurez, aunque disminuye con dosis crecientes de nitrógeno (Funes, 1977; Herrera, 1979).

Por otra parte la baja respuesta encontrada durante el verano quizás esta influenciada por la deficiencia hídrica, reduciendo la eficiencia de la fertilización con nitrógeno, ya que la falta de agua limita la disponibilidad de nutrientes y afecta el crecimiento vegetal.

Además Portieles y Aspiolea (1979), han demostrado el efecto negativo que ejerce la edad en la calidad del pasto y como esta puede contrarrestar-

se con una fertilización nitrogenada adecuada ya que la magnitud de la respuesta a uno de los factores depende de la magnitud del otro. Con esto se pudiera hacer una utilización mas eficiente del nitrógeno y cortar el pasto a una edad tal que permita obtener una mayor eficiencia sin que influya negativamente en el rendimiento.

3.5. Efecto de la fuente, nivel de nitrógeno y estado de madurez.

Cuando se evaluó el efecto combinado de fuentes de fertilizantes, dosis y edad del forraje como se demuestra en la tabla 5 se observó que la respuesta Kg MS/Kg N con sulfato de amonio fue ligeramente superior que con la urea, observandose una tendencia a reducirse la respuesta al fertilizante a medida que avanzó el nivel de fertilización, comportamiento que fue similar independientemente de la edad del pasto y de la fuente del fertilizante utilizado.

La respuesta al nitrógeno alcanzo por lo general valores reducidos que oscilaron desde 5.4 a 12.5 Kg MS/kg N aplicado cuando se fertilizó con urea y desde 6.8 hasta 18.5 Kg MS/Kg N aplicado cuando se utilizo sulfato de amonio.

El comportamiento similar independientemente de la fuente utilizada y de la edad del pasto, fué inferior a lo reportado por Crespo y González (1982), quienes obtuvieron respuestas que oscilaron de 24.0 - 28.8 Kg MS/Kg N aplicado al utilizar dosis de nitrógeno de 0 - 750 Kg/ha/año de fertilizante.

Además la tendencia de la eficiencia de utilización del nitrógeno se redujo a medida que se incremento los niveles de fertilización esto se debe posiblemente a un mayor contenido de agua superficial (Infante, 1970; Crespo, 1974 y Paretas, 1978) y a la disminución progresiva de la eficacia del fertilizante nitrogenado.

De forma general la respuesta a la fertilización fué baja. Sin embargo Kandasamy, Sundaran y Kreshmarmorthi (1973), para una utilización eficiente del nitrógeno es necesario un suministro adecuado de fósforo y potasio pues en muchos casos la respuesta al nitrógeno se ve afectada por dichos elementos.

Ademas la información presentada evidencia que la fertilización debe optimizarse en áreas forrajeras y que niveles alrededor de 200 - 300 Kg/ha/año de nitrógeno para áreas de pastoreo y corte parecen buenas alternativas siempre que las mismas se acompañen con dosis equilibradas de fósforo y potasio.

La amplia serie de dosis de nitrógeno aplicado en el presente trabajo permitió conocer el potencial de respuesta de diferentes pastos durante la estación lluviosa y seca e hizo posible el ajuste de ecuaciones cuadráticas con elevados coeficientes de determinación, lo cual pudiera posibilitar el empleo de funciones de producción como base para el procedimiento empleado en el análisis económico.

Lo discutido anteriormente indica ademas la necesidad integral investigaciones que comprendan el sistema suelo - planta - animal y hacer énfasis

en el estudio del reciclaje de los nutrientes y en la economía de los fertilizantes en los pastizales permanentes.

3.6. Ecuación para predecir el rendimiento y la respuesta según el nivel de fertilización.

El rendimiento anual (Y), se relacionó con la dosis de N (x), según la ecuación: $Y = 3.36 + 6.21 x$ con valores del coeficiente de correlación (r) y un coeficiente de determinación de 0.9 y 0.81 respectivamente figura 3. Observándose una tendencia a incrementarse el rendimiento (tn/MS/ha) al aumentar los niveles de fertilizante nitrogenado.

Mientras que cuando se relacionó la respuesta (Y) con el nivel de fertilización (Nx), según el modelo multiplicativo: $Y = 3.5 x^{-0.23}$ y el valor del coeficiente de correlación (r^2) con -0.56 en la figura 4 se muestra que la respuesta (Kg MS/Kg N aplicado) disminuye a medida que el nivel del nitrógeno se incrementa.

VI. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo concluimos lo siguiente:

- 1.- Se observaron diferencias entre las especies de pastos en la respuesta de la fertilización nitrogenada obteniéndose la mayor respuesta con el pasto estrella.
- 2.- Se apreció efecto de la fuente de fertilizante nitrogenado sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada, siendo superior el sulfato de amonio con niveles altos de nitrógeno.
- 3.- Se observó mayor incremento porcentual en el rendimiento de materia seca (MS) al incrementarse el nivel de fertilización que al variar la edad de corte.
- 4.- La respuesta de la fertilización expresada, como Kg MS/Kg N aplicado disminuye considerablemente a medida que se incrementa el nivel de fertilización a partir de 200 - 300 Kg N/ha/año.
- 5.- La magnitud de la eficiencia de utilización del nitrógeno fue superior en la época de lluvia al aplicar dosis baja de nitrógeno.

V. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo recomendamos lo siguiente:

- 1.- Tomar en cuenta la especie de pastos en el momento de realizar la fertilización para lograr así mayor eficiencia en el empleo de nitrógeno
- 2.- Tener en cuenta las características del suelo para determinar la fuente de fertilizante que se debe utilizar ya que tienen diferencia en la respuesta a su utilización.
- 3.- Considerar el efecto de dosis y la edad para obtener la máxima respuesta en término de Kg MS/Kg N.
- 4.- Aplicar niveles entre un rango de 200 - 300 Kg N/ha/año siempre y cuando se tome en cuenta las características edáficas para obtener la máxima eficiencia de utilización del nitrógeno (Kg MS/Kg N).
- 5.- Si se dispone de cantidades limitadas de fertilizante nitrogenado aplicar las dosis en la época en que es mayor la eficiencia de utilización del nitrógeno.
- 6.- Continuar realizando estudios que contribuyan a elevar la eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado.

VI. LITERATURA CITADA

- 1.- AKINOLA, J.O.; CHEDDA, H.R y MACKENZIE, I. 1971. Effects of cutting frequency and levels of applied nitrogen on productivity chemical composition, growth components and regrowth potential of three Cynodon strains. Nigerian Agric. J. 2(8). 63-70p.
- 2.- ARTEAGA, O.; ASPIOLEA, J.L y MOJENA, A. 1978. Estudio comparativo de tres portadores nitrogenados sobre el rendimiento y contenido mineral del pasto Digitaria decumbens (pangola) y algunas propiedades químicas del suelo. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Suelo y Agroquímica. Cuba. 1 (2). 5-28p.
- 3.- ASPIOLEA, J.L y DIAZ, B. 1980. Estudio comparativo del nitrato de amonio y la urea en la fertilización de la Bermuda cruzada #1. Ciencia y técnica en la agricultura. Cuba. Suelos y agroquímica. 2(3). 43-45p.
- 4.- CASTILLO, L.; RODRIGUEZ, S y KAUFFMAN, E. 1981. Cinco niveles de fertilización nitrogenada en pasto estrella (Cynodon plectostachyus). Resúmenes III reunión ACPA, La Habana, Cuba. 18-25 de Abril. 47p.
- 5.- CHAVEZ, S. 1973. Fertilización en pasto estrella (Cynodon sp). Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. ENAG. Managua, Nicaragua. 36p.
- 6.- CHILTEPE. 1989. Fertilización el pasto estrella. Empresa Genética Roberto Alvarado. Managua, Nicaragua. Mimeografiado. 10p.

- 7.- CRESPO,G. 1972. Efecto de tres niveles de urea y dos sistemas de aplicación sobre el rendimiento y contenido de N de la hierba pangola. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 6(2) 235-247.
- 8.- CRESPO,G. 1974. Respuesta de 6 especies de pastos a niveles crecientes de fertilización nitrogenada. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 8(2). 181-192p.
- 9.- CRESPO,G. 1979. Aumento de producción y calidad de gramíneas durante la época de seca mediante el empleo de fertilizantes nitrogenados. Informe Interno. ISCAH. ICA. Habana, Cuba. 10-15p.
- 10.-CRESPO,G. 1980. Producción de pasto. Producción y calidad de pastos. Mesa redonda XV Aniv. ICA. Habana, Cuba. 189p.
- 11.-CRESPO,G. 1981. Estudio de la respuesta de guinea (Panicum maximum Jaca y pangola (Digitaria decumbens Stent) Al fertilizante nitrogenado durante el año. Tesis presentada en opción al grado de candidato a Dr en cc. Agrícola. ISCAH. Habana, Cuba. 1-280p.
- 12.-CREPO,G y González,S. 1982. Respuesta del Cynodon nlemfluensis a la fertilización nitrogenada en suelo ferralítico rojo. Mesa redonda Semin. ICA. Habana, Cuba. 87p.
- 13.-CRESPO,G.1985. Variación de la respuesta de los pastos tropicales al fertilizante nitrogenado durante el año. 1. Pangola (Digitaria decumbens Stent) con irrigación. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 19 3). 297-306p.

- 14.-CRESPO,G.; RAMOS,N.; SUAREZ,J.J.; HERRERA,R.S. y GONZALEZ,S.L. 1981. Producción y calidad de los pastos. Rev.Cubana Cienc.Agríc. 15 (2) 211-225p.
- 15.-CRESPO,G.; ASPIOLEA,J.L. y LOPEZ,M. 1986. Nutrición de pastos. Los pastos en Cuba. Tomo I. Producción. CEDICA.CUBA. 345-416p.
- 16.-CRESPO,G.; GONZALEZ,I. y HERRERA,R.S. 1986. Nutrición de las gramíneas tropicales. Pastos tropicales. Curso de posgrado. ICA. CEDICA. Cuba. 124-184p.
- 17.-DIRECCION DE PLANIFICACION SECTORIAL (DIPSA). 1971. Producción agropecuaria comportamiento, perspectiva y política de producción del plan de desarrollo rural de Nic. en: Memorias del primer seminario nacional sobre producción y utilización de forraje. FED-MID-INRA-BND. Del 19 al 22 de Mayo de 1981. Diriamba. Nicaragua. 204p
- 18.-FERNANDEZ,D.; GOMEZ,I. y PARETAS,J.J. 1983. Fertilización de N en Bermuda cruzada N° 1 (Cynodon dactylon) sobre suelo pardo tropical. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Cuba. Pastos y forrajes. 6 (1). 45-50p.
- 19.-FIGARELLA,J.; ABRUNA,F y VICENTE CHANDLER,F.N. 1972. The effects of five nitrogen sources applied at four rates pangola sod under humid conditions. en: Ciencia y Técnica en la Agricultura. Cuba. 3(2). 48-49p.
- 20.-FUNES,F. 1977. Introducción y evaluación inicial de gramíneas en Cuba.

tesis. cand. Dr. ISCAH, La Habana. Cuba. 137p.

- 21.-FUNES,F. y PARETAS,J.J. 1979. Sistema de explotación del pasto para lograr altos rendimientos. II Reunión de la asociación cubana de producción anual. Mesa redonda. 10-14 Abril. Cuba. 27p.
- 22.-GARCIA,T. 1978. Disponibilidad de pastos en Cuba para la producción de leche. Boletín de reseñas. Pastos y forrajes. CIDA ISCAH. Cuba. 1 de Mayo. 79p.
- 23.-GOMEZ,L. y PARETAS,J. 1983. Efecto de la frecuencia de corte y la fertilización nitrogenada sobre la composición botánica de 4 gramíneas tropicales. Pastos y forrajes. 1(2). 277-287p.
- 24.-HERRERA,R.S. 1979. Contribución de la hoja y el tallo en la composición química del Cynodon dactylon cv coastcross. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 13(1).101-307p.
- 25.-HERRERA,R.S. y RAMOS,N. 1980. Respuesta de la Bermuda cruzada a la fertilización nitrogenada y edad de rebrote. I. Composición mineral en la época de seca. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 14(1). 75-82p.
- 26.-HERRERA,R.S. 1981. Influencia del fertilizante nitrogenado y edad de rebote en la calidad del Cynodon dactylon cv coastcross 1. Tesis Cand. Dr. Ciencia. Cuba. ISCAH, La Habana Cuba. 130p.
- 27.-HUTTON,E.M y MINSON,D.J. 1974. Selecting and breeding tropical pasture plants for increased cattle production. en: Rev. Cubana Cienc.

Agric. 11(2) Julio 1977.

- 28.-INETER. Estación meteorológica Tisma. 1989. Programa especial de agrometeorología.
- 29.-KANDASAMY,P.; SUNDARAN.P. y CRESHMARMORTHY,K. 1973. Nitrogen and phosphorus and the age of the crop on the crude protein content in Panicum maximum. Agric. Journal. 2(60). 970-972p.
- 30.-LAMBERT,J; TOUSSAINT,B y HEBBERECHT,C. 1977. En: Principales factores que afectan al pasto como alimento. Los pastos en Cuba. Tomo I. Producción, CEDICA. Cuba. 778p.
- 31.-LOTERO,J.; RAMIREZ,A. y HERRERA,G. 1968. Fuentes, dosis y métodos de aplicación de nitrógeno en pasto estrella. Rev. ICA. Colombia . 3(2). 113-121p.
- 32.-MINISTERIO AGRICULTURA Y GANADERIA. 1957. Trabajos experimentales con pastos efectuados en la estación experimental agropecuaria la Calera. Departamento de agronomía. MAG. Nicaragua. Mimeografiado 14-17p.
- 33.-MIRANDA,R. 1975. El papel que desempeña el ganado de carne en el desarrollo de América Latina. El potencial para la producción de carne en América Tropical. CIAT, Calif. Colombia. 8p.
- 34.-OLSEA,F.J.1974. Effects of nitrogen fertilizer on yield and protein content of Brachiaria mutica, Cynodon dactylon an Staria Splendi-

- da in Uganda. en: Rev. Cubana Cienc. Agríc. 12(3). 289-296p.
- 35.-OSBOURN,J. 1969. Introducción de pangola grass en el caribe. Rev. Cuba
na Cienc Agríc. 8(2). 8-9p.
- 36.-PARETAS,J. 1976. El uso del nitrógeno en pastos tropicales. Rev. Cuba
na Cienc. Agríc. 12(3). 289-296p.
- 37.-PARETAS,J. 1978. Uso del nitrógeno en pastos tropicales. Revisión Bi
bliografía. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Pastos y Fo-
rrajes. Cuba. 1(3). 5-42p.
- 38.-PARETAS,J. 1979. Fertilización de pasto. Mesa redonda. II Reunión
ACPA. La Habana. Cuba. 18p.
- 39.-PARETAS,J. y HERRERA,R.S. 1979. Factores que afectan el uso del N.
Ciencia y Técnica en la Agricultura. Pastos y Forrajes. Cuba. 7
(2). 22-28p.
- 40.-PARETAS,J. 1984. Algunos factores que afectan la producción de forraje
Manejo del area forrajera. Ciencia y Técnica en la Agricultura.
Pastos y forrajes. Cuba. 7(2). 15-25p.
- 41.-PEREZ,I. 1970. Efecto de tres intervalo de corte y tres niveles de ni-
trógeno en las gramíneas más extendida en Cuba. Rev. Cubana
Cienc. Agríc. 4(2). 145-155p
- 42.-PORTIELES,G y ASPIOLEA, J.I. 1979. Estudio de niveles de N y frecuen-

cia de corte en Bermuda cruzada 1. Resúmenes II. Reunión ACPA. La Habana Cuba. 50p.

- 43.-RAMOS,N. y CURBELO,F. 1978. Fuentes y niveles de nitrógeno en Bermuda de icosta (Cynodon dactylon L. pers.). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 12(3). 289-297p.
- 44.-RAMOS,N.; CURBELO,F y HERRERA,R.S. 1980. Edad de rebrote y niveles de nitrógeno en pasto estrella (Cynodon nlemfluensis). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 14(1). 83-95p.
- 45.-REMY,U.A y MARTINEZ, J.D. 1983. Sistema de distribución de nitrógeno en el pasto Bermuda cruzada (Cynodon dactylon L.pers.). Revista de la E.E.P.F. "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. 6(3). 363-374p.
- 46.-TISMA. 1989. Estudio de la fertilización nitrogenada en sorgo forrajero. Informe interno. Mimeografiado. Managua Nicaragua. 5p.
- 47.-SAUCHELLI,V. 1980. Química y Tecnología de los abonos nitrogenados. 5 ed. Ariel, Barcelona. España. 388p.
- 48.-ZELAYA,M.H. 1973. Fertilización nitrogenada en sorgo forrajero (Sorghum vulgare). Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. ENAG, Managua Nicaragua. 37p.

A N E X O

TABLA 1.

Descripción de los trabajos estudiados

LOCALIZACION	AUTOR	ESPECIE	EDAD (DIAS)	NIVELES KG/N/HA/AÑO	FUENTES
Calera	Chávez 1973	Estrella	15	0	Urea
		<u>Cynodon</u>	22	200	Sulfato de amonio
		<u>nlemflensis</u>	29	400	
			36	600 800	
Calera	Zelaya 1973	Sorgo	49	0	Sulfato de amonio
		<u>Sorghum</u>	87	97	
		<u>vulgare</u>	139	194 291 388	
Calera	MAG 1957	Coastal <u>Cynodon</u> <u>dactylon</u>	49	45.5	Sulfato de amonio Urea Nitrato de amonio
Calera	MAG 1957	Coastal <u>Cynodon</u> <u>dactylon</u>	49	200	Urea
Tisma	ANILIB 1989	Sorgo	42	0	Urea
		<u>Sorghum</u> <u>vulgare</u>	70	90.9	
Chiltepe	Chiltepe 1989	Estrella	21	0	Urea
		<u>Cynodon</u>	35	80	
		<u>sp</u>	49	100	
				200	

Tabla 2. Efecto de la especie en la respuesta a la fertilización nitrogenada

*(Calera, 1957,1973; Chiltepe,1989).

ESPECIE DE PASTO	EPOCA	NIVEL DE N KG/HA/AÑO.	EDAD DIAS	RESPUESTA KG_MS/KG_DE_N.
Estrella	Verano	200	49	11.5
Sorgo	Verano	200	49	8.0
Coastal	Verano	200	49	10.6

* Datos transformados.

Figura 1. Efecto de la fuente de nitrógeno sobre el rendimiento (tn Ms/ha)

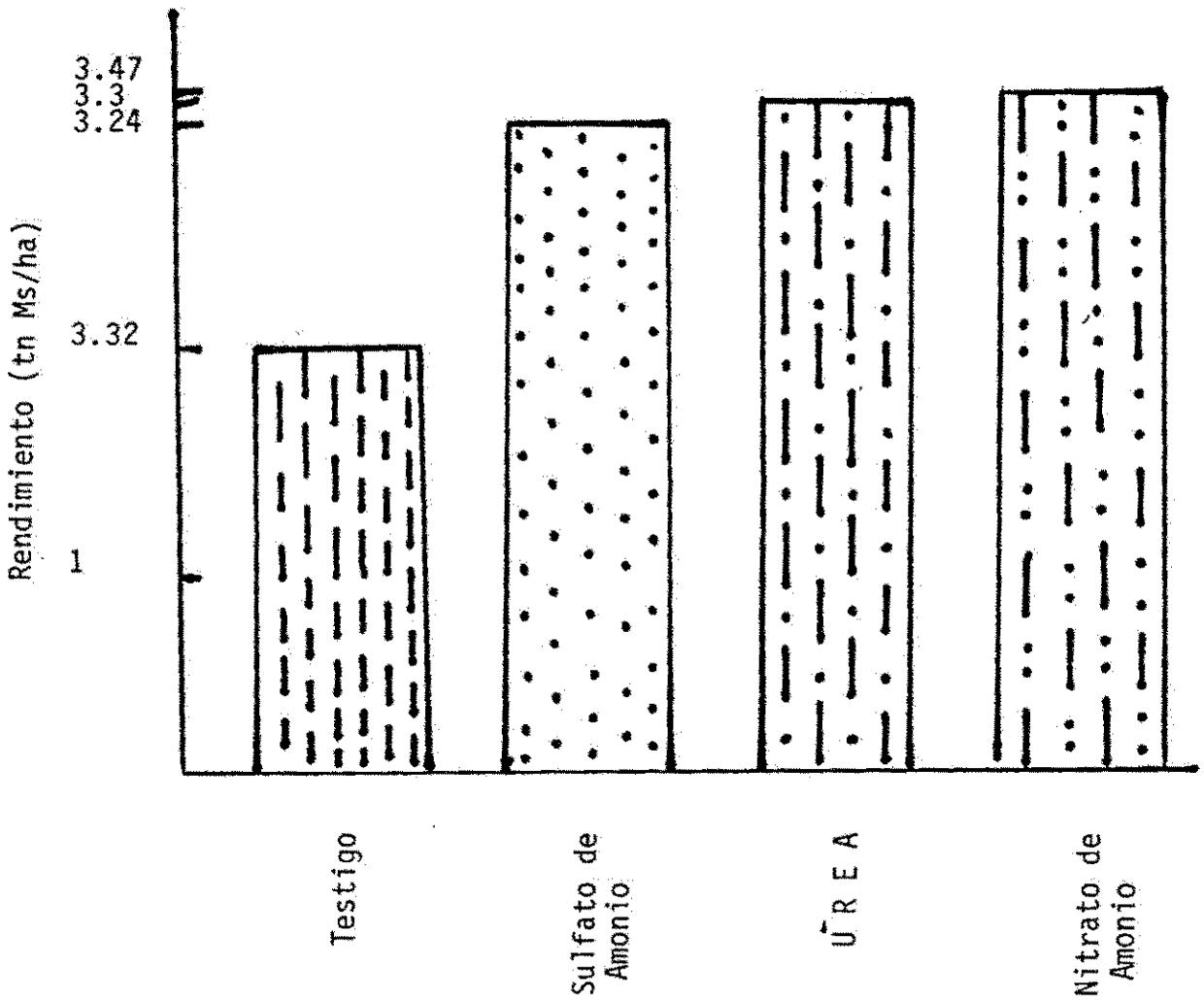


Figura 2. Efecto de la fuente de nitrógeno sobre la respuesta (Kg Ms/Kg N).

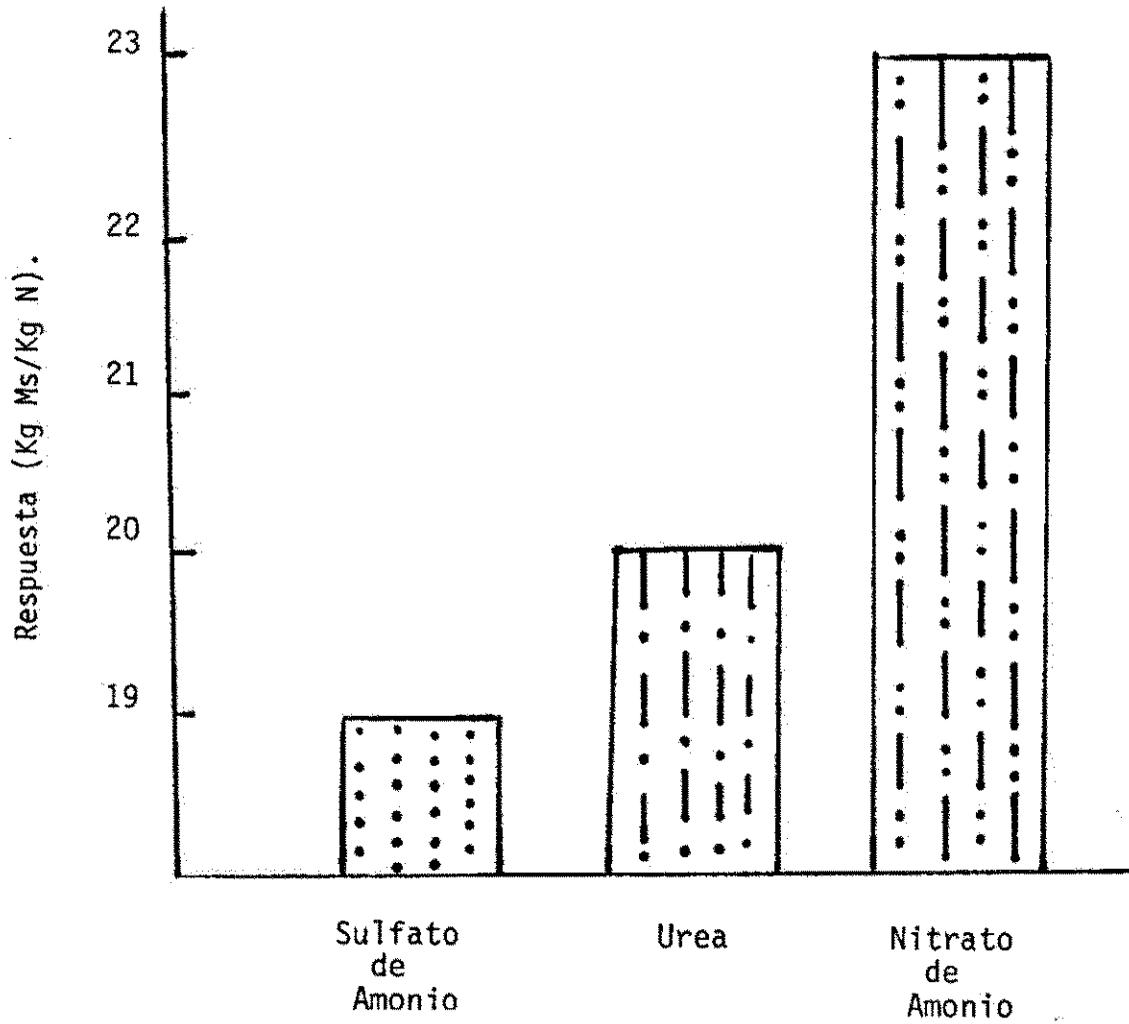


Tabla 3. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento porcentual de MS en pasto estrella

*(Chávez 1973)

NIVELES KG/N/HA	<u>E D A D E S</u>			
	<u>15</u>	<u>22</u>	<u>29</u>	<u>36</u>
0	--	--	--	--
200	220%	215%	246%	241%
400	276%	297%	312%	307%
600	302%	329%	389%	333%
800	323%	358%	420%	384%

* Datos transformados.

Tabla 4. Efecto de la edad y la época en la respuesta
(KG/MS/KgN) del sorgo forrajero
a la fertilización nitrogenada

*(ANIL 15 1989)

EDAD DIAS	VERANO	INVIERNO
	-----	-----
42	8.2	31.6
70	8.2	9.24

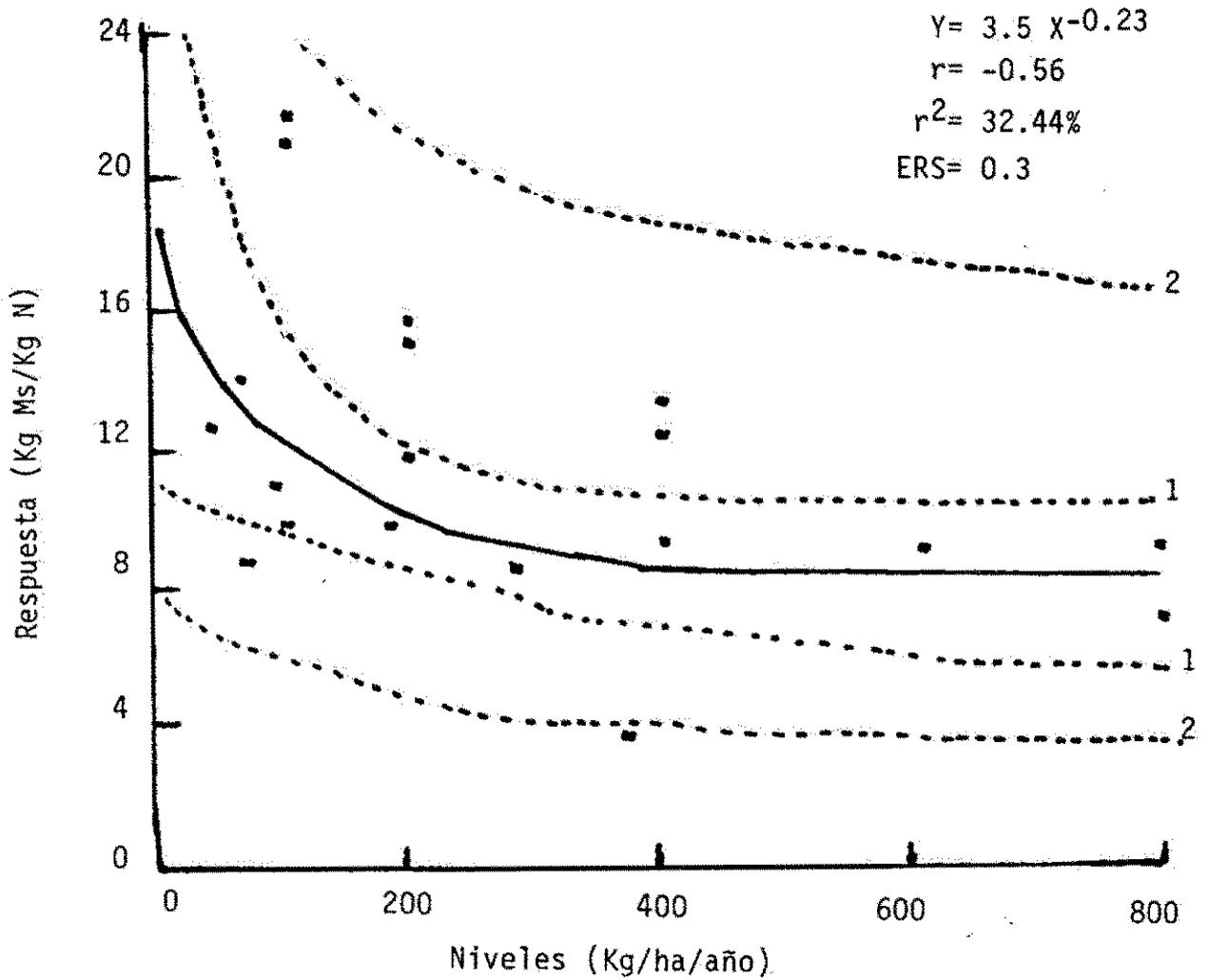
* Datos transformados

Tabla 5. Efecto de la fuente de nitrógeno, dosis y edad de corte en la respuesta
(KG MS/KG N)
*(Chávez 1973)

DOSIS KG N/HA	FUENTE								
	15	S U L F A T O			36	15	U R E A		
22		29	36	22			29	36	
	DIAS				DIAS				
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	13.5	13.5	15.0	18.5	11.8	11.5	12.5	11.5	-36-
400	13.0	13.5	11.5	10.5	8.6	9.7	9.5	9.0	
600	7.1	9.5	10.0	8.5	6.6	9.1	8.8	6.8	
800	6.8	7.3	9.2	8.2	5.4	6.3	7.3	6.3	

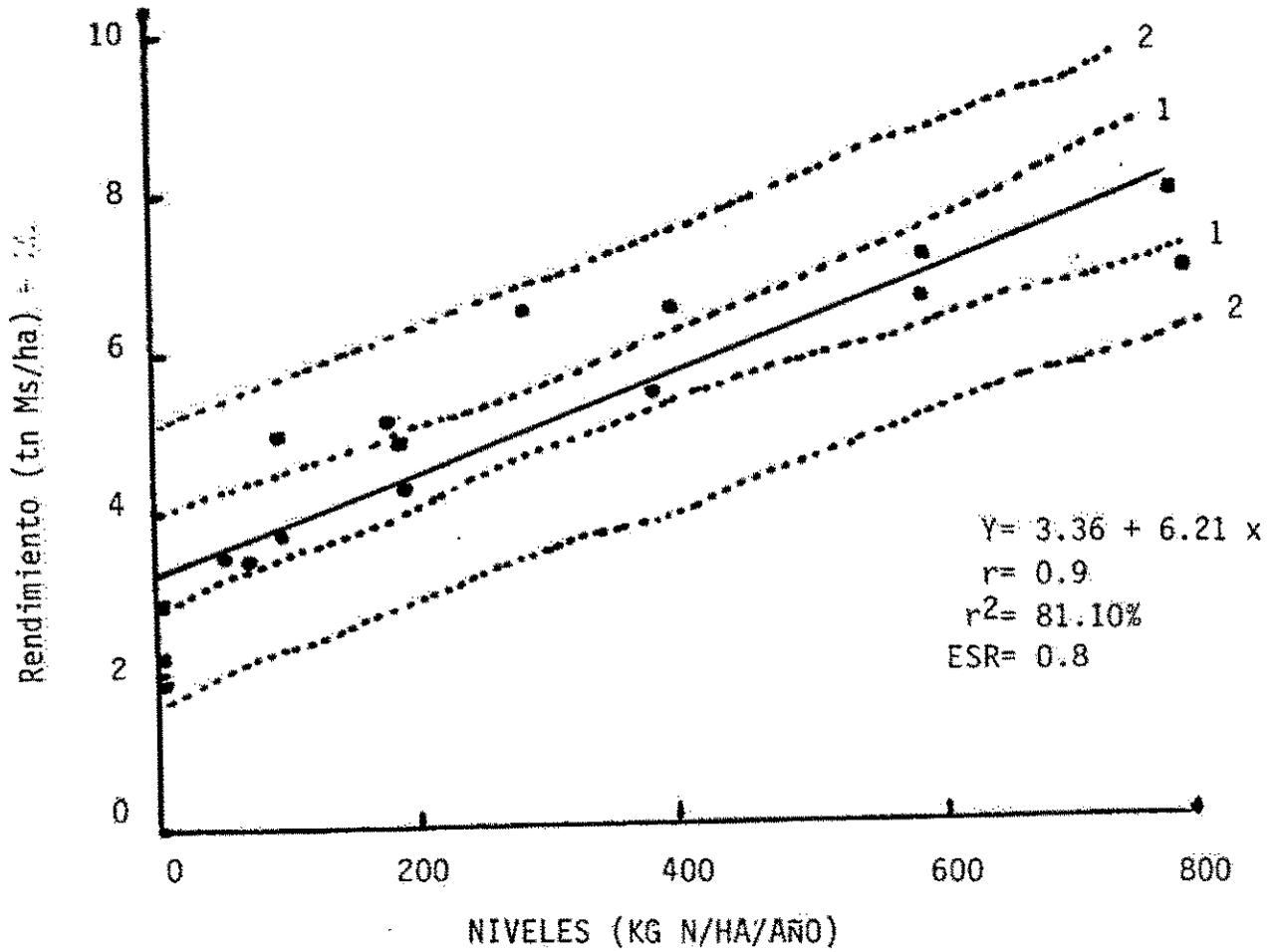
*. Datos transformados

Figura 4.
Respuesta de materia seca según modelo multiplicativo



observado
— estimado
- - - intervalo de confianza
1 de la población
2 por individuo

Figura 3.
Rendimiento de materia seca según modelo lineal



observado

— estimado

- - - intervalo de confianza

1 de la población

2 por individuo