

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

FERTILIZACION NITROGENADA EN PASTO ESTRELLA  
(Cynodon sp.)

POR

SILVIO A. CHAVEZ F.

TESIS

1973

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

FERTILIZACION NITROGENADA EN PASTO ESTRELLA  
(Cynodon sp.)

POR

SILVIO A. CHAVEZ F.

TESIS

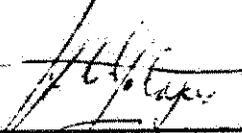
Presentada como requisito parcial para obtener el  
grado profesional de Ingeniero Agronomo.

APROBADA:

  
\_\_\_\_\_  
Asesor Principal

11 DIC 1973

\_\_\_\_\_  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Director de la Escuela

11 DIC 1973

\_\_\_\_\_  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Jefe del Departamento

11 DIC 1973

\_\_\_\_\_  
Fecha

1973

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Guillermo Chávez Nuñez y

Leonor Fonseca de Chávez

A todos mis hermanos, muy especialmente al Dr. Mauricio Romero G. y Luisa Amanda Chávez de Romero.

A toda la familia, especialmente a mi tía Doña Rosa E. vda. de Vega.

A mis profesores.

A mis compañeros de promoción y amigos.

Al progresista ganadero nicaraguense.

## AGRADECIMIENTO

A mi Asesor Ingeniero Freddy Ramirez.

A los Ingenieros:

Noel Zuñiga A.

Juan García

Guillermo Cruz

Angel Oporta

Carmen Treminio

Al Doctor Angel Maillona.

A todo el personal del Laboratorio de  
de Suelos del Centro Experimental "La  
Calera".

Por su apreciable colaboración en la elaboración del presente  
trabajo de tesis.

## CONTENIDO

Sección	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE GRAFICAS .....	vii
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. REVISION DE LITERATURA .....	3
IV. MATERIALES Y METODOS .....	8
V. RESULTADOS .....	13
VI. DISCUSION .....	22
VII. CONCLUSIONES .....	25
VIII. RESUMEN .....	26
IX. LITERATURA CITADA .....	27

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS REINANTES DURANTE EL PERIODO DE ENSAYO .....	9
2. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA A DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITRÓGENO E INTERVALOS DE CORTE EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA .....	13
3. PODER DE RECUPERACIÓN DEL PASTO ESTRELLA EN CENTÍMETROS DE ALTURA .....	15
4. PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA DEL PASTO ESTRELLA A DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITRÓGENO E INTERVALOS DE CORTE .....	17
5. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA .....	19
6. ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA .....	21

## INDICE DE GRAFICAS

Gráfica	Página
1. EFECTO DE FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO E INTERVALOS DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA EN KILOGRAMOS POR HECTAREA .....	36
2. EFECTO DE FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO E INTERVALOS DE CORTE SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA DEL PASTO ESTRELLA EN POR CIENTO .....	37
3. CURVA DE REGRESION A LA FUENTE E INTERVALO DE CORTE A LO QUE SE OBTIENE EL MAXIMO BENEFICIO .....	38

## I. INTRODUCCION

El desarrollo de nuestra industria ganadera depende básicamente de la disponibilidad de buenas pasturas, ya que estas constituyen la alimentación más económica para el ganado.

El pasto Estrella (Cynodon sp.) es una de las gramíneas que se adapta bien a las condiciones ecológicas de ciertas zonas ganaderas de Nicaragua. El área sembrada con esta forrajera se aumentó rápidamente. En el período 1971 - 1972 únicamente la firma LATINOCONSULT, S. A. estableció 4387 manzanas (34).

El pasto Estrella se utiliza principalmente para pastoreo, bajo riego y con fertilización. Sin embargo, en el país son escasos los ganaderos que manejan eficientemente este pasto, debido al desconocimiento de las prácticas de manejo requeridas por el mismo y a la poca disponibilidad de datos que sobre este pasto se tienen en nuestro medio.

Una de las formas más económicas y prácticas de conseguir alimento abundante para nuestra ganadería durante todo el año es la adecuada fertilización de los pastos. Previamente al uso de esta práctica es necesario conocer la fuente y dosis de nitrógeno e intervalo de corte que cada pasto necesita

El presente trabajo se realizó en los campos de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería en el período comprendido entre los meses de Julio a Diciembre de 1972. El propósito fue obtener información básica sobre la repuesta en producción, contenido de proteína y recuperación del pasto Estrella a la fertilización con diferentes fuentes y dosis de nitrógeno e intervalos de corte.

## II. OBJETIVOS

- A. Determinar la fuente y dosis de nitrógeno más apropiada en la fertilización del pasto Estrella.
- B. Determinar el intervalo de corte más apropiado.
- C. Determinar el contenido de proteína cruda a las diferentes fuentes y dosis de nitrógeno e intervalos de corte.

## III. REVISION DE LITERATURA

El pasto Estrella (Cynodon sp.) es una planta forrajera tropical nativa del Africa Oriental (44) hallándose también en regiones del Africa del Sur y Australia (42).

Es una planta vigorosa, rastrera, perenne y que llega a alcanzar hasta 75 centímetros de altura con hojas aproximadamente de 30 centímetros de largo (27). Se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 1500 metros de altura con una precipitación no menor de 380 milímetros (44, 48). Es tolerante a suelos alcalinos creciendo frecuentemente en suelos franco arenosos (44).

El tiempo de recuperación de este pasto es de 25 a 30 días (48), su valor nutritivo como ración de volumen es aceptable, de buena palatabilidad, tolera el pastoreo intensivo, el pisoteo de los animales y soporta bien la sequía.

El Estrella es una planta forrajera introducida que responde a las altas aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (31, 32). Las necesidades de fertilizantes deben establecerse de acuerdo al análisis de suelo y a la clase de plantas que en la región se desarrollan (21, 43, 48).

Las aplicaciones de fertilizantes para una producción eficaz presenta problemas que hay que resolver para cada finca en particular y de cada campo específico dentro de ella (54). Después de un análisis cuidadoso del suelo se puede esperar que la aplicación de un fertilizante adecuado en cobertura a los pastos aumente los beneficios que estos proporcionan (53).

La fertilización de gramíneas forrajeras es muy practica-

da porque se cree que tiene un aparente efecto benéfico cuando existe un período prolongado de sequía (46). Se ha determinado que los forrajes que se producen en suelos bien fertilizados son dos veces más nutritivos y apetecibles por el ganado que los producidos en suelos de poca fertilidad (24, 39).

En experimentos llevados a cabo en varios lugares de los E.U.A. se ha demostrado que los fertilizantes aumentan los rendimientos de los pastizales permanentes. En Virginia mediante la aplicación de fertilizantes a los pastizales permanentes se encontró que la producción de forrajes se aumentó hasta en un 75 por ciento (%) en comparación a los no fertilizados (24).

En el trópico el elemento que más afecta el crecimiento de los pastos es el nitrógeno (N) (16, 34, 39, 47, 52). El empleo de este elemento requiere condiciones previas, tales como, césped denso y de composición florística definida (30).

Se ha observado que cuando los pastos se fertilizan con N son más apetecidos por el ganado (37).

La aplicación de N estimula al crecimiento de los pastos y permite un pastoreo más intensivo de los mismos (49). También es importante para evitar la invasión de vegetación leñosa después de su extirpación de un pastizal (25).

La cantidad y calidad de fertilizante nitrogenado a utilizar depende de las condiciones propias de cada lugar (44). Las gramíneas productivas responden casi siempre a la aplicación de N, a menos que el suelo sea excepcionalmente rico en elementos nutritivos o que otros factores como humedad y temperatura limiten notablemente la producción (54).

DAVIES y otros (21) dicen que la relación entre alimento producido (tanto en cantidad como en calidad) y N proporcionado es siempre constante, considerando no halla deficiencia de otros minerales.

La cantidad de N disponible para el crecimiento de los forrajes está regulada por la relación carbono - nitrógeno y las actividades de los microorganismos (50). La aplicación de fertilizantes nitrogenados durante el período de crecimiento de los pastos permite obtener un desarrollo rápido del follaje (40, 46). Hay pruebas evidentes de que el uso de fertilizantes nitrogenados aumenta los rendimientos de semilla de gramíneas; la dosis a aplicar para un rendimiento máximo varía según la especie, fertilidad natural del suelo y los factores del clima (28).

En la Universidad de San Carlos, Guatemala, se encontró que utilizando 200 kilogramos (kg) de N por hectárea (ha) se triplicó la cantidad de materia seca (MS) por ha (47). Otros investigadores utilizando 64 kg de N por ha obtuvieron un promedio de 159 kg de MS más que las parcelas testigo que no recibieron el tratamiento (42).

En Colombia, determinaron que el nivel económico de N está entre 50 y 100 kg de N por ha aplicado después de cada corte o pastoreo (16, 51). Sin embargo, en Nebraska con 33.6 kg de N por ha se obtuvo la producción más económica (5).

Resultados experimentales indican que el contenido de proteína cruda (PC) de los forrajes aumenta con la aplicación de fertilizantes nitrogenados al suelo (24, 33, 36, 38, 40, 42,

43, 52).

En términos generales, puede afirmarse que el N recuperado por los pastos en el follaje fluctúa entre 45 y 60 %, dependiendo de la especie, suelo, clima, N suministrado y aplicaciones frecuentes (52).

El N afecta la reacción del suelo. A medida que se aumenta la cantidad de N aplicado se reduce el pH (46, 52), el contenido de bases intercambiables (14, 15) y el fósforo que puede extraerse del suelo (5).

El N es absorbido por la planta principalmente en forma de nitrato, para que exista dicha forma se necesitan condiciones favorables de temperatura y humedad en el suelo (34).

La fertilización nitrogenada de los pastos tiene un efecto favorable sobre la porosidad del suelo, debido a que incrementa el contenido y la producción de raíces, aumentando por consiguiente la infiltración del agua (13).

Las fuentes de N más utilizadas en la fertilización de pastos son la Urea y el Sulfato de amonio. CHACON y otros (9) en Venezuela y LCTERO (34) en Costa Rica encontraron que la mejor fuente de N es la Urea. Sin embargo, otros investigadores determinaron que el Sulfato de amonio duplicó y aumentó hasta seis veces más la producción de los pastos en algunas áreas del Sud - Africa (37). Evidencias comprobadas por CRUZ (20) en Nicaragua demuestran que las mejores respuestas en producción se obtienen con Sulfato de amonio. Por otro lado, en Maryland se ha encontrado que el Nitrato de amonio resultó ser mejor fuente de N que la Urea en cuanto a MS y N re-

cuperado (22).

Segun VILLAMIZAR y LOTERO (52) las fuentes de N actúan de manera distinta tanto en el estímulo del crecimiento y contenido de proteína de los pastos como en sus efectos secundarios sobre la reacción del suelo.

Cuando se corta el pasto se extraen elementos nutritivos que si no le son devueltos al suelo decrecerá su capacidad para rendir cosechas económicas (29, 40, 48). Tambien se afecta el metabolismo de las plantas y se puede restringir el crecimiento de la raíz, de la corona y del follaje (19); disminuyendo en esta forma la presencia de carbohidratos de las plantas (29), por lo que se obtiene un efecto benéfico al aumentar la producción de PC (10, 29, 40).

DECKER y otros (22), determinaron que al aumentar de 3 a 7 el número de cortes, la producción de MS disminuyó hasta en un 20 %, no obstante la PC aumenta el doble en este período.

CUADRO 1: CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS REINANTES DURANTE EL PERIODO DE ENSAYO. 1/.

Mes	Precipitación (mm.)	Días con lluvias	Humedad Relativa (%) <sup>2/</sup>	Evaporación (mm.)	Temperatura (°C) <sup>2/</sup>
Julio 1	79.8	17	75.0	187.3	27.4
Agosto	100.0	14	76.1	186.5	26.7
Septiembre	116.1	13	76.6	188.5	26.9
Octubre	79.7	13	77.5	167.7	26.7
Noviembre	46.0	15	77.2	149.5	26.4
Diciembre 23	3.2	7	70.4	124.4	26.7
Total	424.2	73	-	-	-
Promedio	-	-	75.4	167.3	26.8

1/: Datos suministrados por la Estación Meteorológica "Las Mercedes". 1972.

2/: Promedios mensuales.

La mitad del total del fertilizante se aplicó al inicio del experimento y el resto después del tercer corte.

En cada sub-parcela se tomó una muestra de un metro cuadrado de pasto, cortándose en forma manual con una tijera podadora a una altura de 10 centímetros sobre la superficie del suelo. La cantidad de forraje obtenido de la muestra se pesó con el fin de estimar la producción de forraje por ha. Para expresar los datos de producción en base a MS se seca una sub-muestra de 400 gramos en un horno por tres días a 60°C. Conjuntamente se tomaron datos sobre la altura del pasto como índice de la recuperación.

Después de cada muestreo se cortó el pasto de la sub-parcela correspondiente para dejarlo de una altura uniforme.

Las muestras de pasto ya secas se molieron en un molino Wiley con zaranda de 1 milímetro para determinar el contenido de PC.

Debido a limitaciones económicas sólo se determinó el contenido de PC a una muestra compuesta de cada intervalo de corte a la fuente y dosis correspondiente. Los análisis de N del pasto se efectuaron en el Laboratorio de Suelos del Centro Experimental "La Galera" siguiendo el método de la A.O.A.C. (1) y la PC se obtuvo multiplicando el factor 6.25 por el contenido de N de las muestras.

Con los datos de producción de MS para cada uno de los intervalos de corte a las diferentes fuentes y dosis se ajustó una función de producción por mínimos cuadrados de la siguiente

tipo sugeridos por BISHOP y TOUSSAINT (4):

$$Y = a + bX + cX^2$$

Donde Y representa la producción de MS en kg por ha y X corresponde a la dosis de N por ha.

La función se derivó respecto a la variable independiente, se igualó a cero, se resolvió por X y se determinó la dosis óptima de N con la cual se espera obtener el máximo beneficio a la fuente de N y al intervalo de corte correspondiente.

Con esta función, el valor del forraje seco (ry) y el valor comercial del N (Px) para intervalo de corte, se obtuvo la función de beneficio:

$$B = (a + bX + cX^2)Py - Px$$

Se analizó comparativamente el máximo beneficio que se obtuvo en cada uno de los intervalos de corte a la fuente de N correspondiente y se determinó la dosis de N al intervalo de corte con la cual se espera obtener el máximo beneficio.

Para encontrar el nivel óptimo de N a que se logra el máximo beneficio se tomó en consideración lo propuesto por BISHOP y TOUSSAINT (4). Para esto, se consideró que un animal que come de 10 a 11 kg de pasto seco y pesa 250 kg tiene un poder de conversión de 30.8 a 1, y que el precio de 1 kg de carne es de \$ 6.00; estimándose el valor de 1 kg de pasto en \$ 0.19, el cual se aplicó en las ecuaciones de beneficio.

Debido a las condiciones climáticas adversas que ocurrieron durante el período de ensayo (Cuadro 1), se tuvo que aplicar riego en forma suplementaria.

El experimento estaba previsto para que se efectuaran por

lo menos seis cortes para cada tratamiento, pero por causas imprevistas, solo se hicieron cuatro cortes.

## V. RESULTADOS

Los resultados de producción del pasto Estrella con las dos fuentes de N en las diferentes dosis e intervalos de corte se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2: PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA A DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO E INTERVALO DE CORTE EN KILOGRAMOS POR HECTAREA. 1/.

a) Para Urea:

DOSIS	INTERVALOS DE CORTE (DIAS)			
	15	22	29	36
0	1958.66	1914.99	2351.35	2407.08
200	4316.56	4297.77	4836.44	4756.00
400	5403.83	5830.38	6165.32	6041.80
600	5996.97	7411.61	7633.76	6581.19
800	6359.33	7060.70	8285.57	7587.62

b) Para Sulfato de amonio:

DOSIS	INTERVALOS DE CORTE (DIAS)			
	15	22	29	36
0	1758.39	1915.61	2013.34	2113.36
200	4484.35	4666.21	5082.83	5846.34
400	6904.84	7339.01	6678.89	6316.08
600	6029.50	7641.28	8191.03	7253.03
800	7280.45	7825.65	9493.09	8784.57

1/: promedio de cuatro cortes.

La producción de MS del pasto cuando se utiliza la fuente de N Urea en el primer intervalo de corte, al aplicar 200 kg de N por ha hace aproximadamente dos veces mayor la producción en comparación con lo producido por la parcela testigo, pero a medida que se aumenta la cantidad de N, los aumentos

entre dosis se van haciendo menores, esto mismo ocurre en los diferentes intervalos de corte, excepto para el intervalo de 22 días, en el cual al aumentar la dosis de N de 600 a 800 kg de N por ha la producción disminuye de 7411.61 kg hasta 7060.70 kg de MS por ha. La mayor producción del pasto se logró al aplicar una dosis de 800 kg de N con un intervalo de corte de 29 días, siendo de 8285.57 kg. Para esta misma fuente y para todas las dosis, podemos ver que a medida que se aumenta el intervalo de corte, también aumenta la producción de MS hasta el intervalo de 29 días. Luego al aumentar el intervalo de 29 a 36 días, la producción del pasto se muestra decreciente para todas las dosis. ←

Para la fuente de N Sulfato de amonio en todos los intervalos de corte, a medida que se aumenta la dosis de N, el pasto muestra un incremento en su producción; excepto en el intervalo de corte de 15 días, en el cual al aumentar la dosis de N de 400 a 600 kg, la producción de MS decrece de 6904.84 kg hasta 6029.50 kg por ha. La mayor producción se logró al aplicar 800 kg de N por ha con un intervalo de corte de 29 días. Para esta misma fuente y cuando se aumenta el intervalo de corte, la producción del pasto también aumenta, excepto cuando el intervalo se aumenta a 36 días para la dosis de 400, 600 y 800 kg de N por ha, en los cuales la producción del pasto se muestra decreciente.

Comparando la producción para ambas fuentes a las diferentes dosis en cada uno de los intervalos de corte, se puede ver que la producción del pasto fertilizado con la fuente Sul-

fato de amonio es mayor que cuando se utiliza Urea (Gráfica 1). Comparando la mayor producción de ambas fuentes, las cuales se obtienen con una dosis de 800 kg de N por ha y con un intervalo de 29 días, se vé que el pasto fertilizado con Sulfato de amonio produce 9493.09 kg, superando la producción que se obtiene con la Urea, la cual es de 8285.57 kg de MS por ha.

En el Cuadro 3 se presenta el poder de recuperación del pasto en centímetros de altura para ambas fuentes y dosis de N e intervalos de corte.

CUADRO 3: PODER DE RECUPERACION DEL PASTO ESTRELLA EN CENTIMETROS DE ALTURA. 1/.

a) Para Urea:

DOSIS	INTERVALOS DE CORTE (DIAS)			
	15	22	29	36
0	10.3	11.1	24.5	28.4
200	16.0	25.9	40.3	44.4
400	18.9	34.6	48.6	51.4
600	19.9	38.0	57.1	53.0
800	21.8	38.1	61.1	57.9

b) Para Sulfato de amonio:

DOSIS	INTERVALOS DE CORTE (DIAS)			
	15	22	29	36
0	9.5	14.2	22.1	29.4
200	15.9	27.2	41.0	47.5
400	22.3	34.0	51.4	50.0
600	21.2	39.8	58.2	53.3
800	23.4	40.1	57.9	61.2

1/: Promedio de cuatro cortes.

En el Cuadro anterior se puede observar que para la fuente de N Urea en todos los intervalos de corte, a medida que se

aumenta la dosis de N también aumenta el poder de recuperación del pasto. La mayor recuperación de 61.1 centímetros se logra utilizando 800 kg. de N por ha y a un intervalo de corte de 29 días. Para esta misma fuente y para todas las dosis se observa que a medida que se aumenta el intervalo de corte, el poder de recuperación del pasto también aumenta, excepto cuando el intervalo de corte se aumenta de 29 a 36 días con dosis de 600 a 800 kg de N por ha, en los cuales el poder de recuperación del pasto se muestra decreciente.

Para la fuente Sulfato de amonio, a medida que se aumenta la dosis de N en todos los intervalos de corte, ocurre similar situación que para la fuente Urea, excepto en el intervalo de corte de 15 días, en el cual al aumentar la dosis de 400 a 600 kg de N por ha el poder de recuperación decrece de 22.3 hasta 21.2 centímetros. Para esta misma fuente, a medida que se aumentó el intervalo de corte, el poder de recuperación del pasto también aumentó, excepto para las dosis de 400 y 600 kg de N, en los cuales al aumentar el intervalo de corte de 29 a 36 días, el poder de recuperación del pasto se muestra decreciente. La mayor recuperación del pasto fue de 61.2 centímetros, la cual se obtuvo al aplicar 800 kg. de N por ha con un intervalo de corte de 36 días.

Comparando el poder de recuperación del pasto al fertilizar con ambas fuentes, se observa que la mayor altura se logró con Sulfato de amonio con dosis de 800 kg de N por ha y con un intervalo de corte de 36 días. Sin embargo, con la Urea la mayor recuperación del pasto se logró con dosis de 800 kg de

N por ha con intervalo de corte de 29 días.

Cabe mencionar aquí que la mayor producción no está asociada con la máxima recuperación, ya que la mayor altura se logró con dosis de 800 kg de N por ha y a un intervalo de corte de 36 días, en cambio, la mayor producción del pasto se obtuvo con dosis de 800 kg de N por ha y a un intervalo de corte de 29 días.

CUADRO 4: PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA DEL PASTO ESTRELLA A DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITRÓGENO E INTERVALOS DE CORTE.

a) Para Urea:

DOSIS	INTERVALOS DE CORTE (DIAS)			
	15	22	29	36
0	12.71	9.87	9.64	8.66
200	16.57	14.01	11.45	10.38
400	18.49	16.80	14.24	10.64
600	20.30	17.97	14.57	12.15
800	22.96	19.37	18.81	12.91

b) Para Sulfato de amonio:

DOSIS	INTERVALOS DE CORTE (DIAS)			
	15	22	29	36
0	10.86	10.89	9.20	8.47
200	17.97	16.63	13.41	10.45
400	21.27	17.62	15.69	11.05
600	22.62	18.02	17.04	14.16
800	22.65	18.28	17.96	15.58

En el Cuadro 4 se presenta el por ciento de PC del pasto Estrella a las diferentes fuentes y dosis de N e intervalos de corte. Se observa que para ambas fuentes y en todos los intervalos de corte, a medida que se aumenta la dosis de N,

también aumenta el contenido de PC del pasto. Por otro lado, para las dos fuentes de N y en cada una de las dosis, a medida que se aumenta el intervalo de corte, el porcentaje de PC del pasto se mostró decreciente.

Para el Sulfato de amonio con dosis de 800 kg de N por ha y para todos los intervalos de corte, el porcentaje de PC fue menor que cuando se utilizó Urea; en cambio para el resto de las dosis con Sulfato de amonio el contenido de PC del pasto fue mayor. También puede verse que para el Sulfato de amonio en los diferentes intervalos de corte, a medida que se aumentaba la dosis de N hasta la dosis de 600 kg de N por ha, el pasto presenta un mayor porcentaje de PC que para la Urea; siendo lo inverso al aumentar la dosis de N de 600 a 800 kg de N por ha, en la cual el porcentaje de PC del pasto se muestra mayor cuando se utiliza la fuente de N Urea.

El máximo porcentaje de PC del pasto se logró en ambas fuentes cuando se utilizó dosis de 800 kg de N por ha y con un intervalo de corte de 15 días.

En el presente estudio se encontró que el máximo contenido de PC no está asociado con la mayor producción ni con la máxima recuperación.

De acuerdo con el análisis estadístico de los datos (Cuadro 5) hay diferencia significativa ( $P < 0.1$ ) entre fuentes, dosis, intervalos de corte y para las interacciones fuente-dosis y dosis - intervalos de corte.

Al realizar la prueba de Duncan, se encontró que la fuente de N que dió los más altos rendimientos de MS fue el Sul-

fato de amonio, siendo su más alta producción de 9493.09 kg por ha.

CUADRO 5: ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA.

FUENTE	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.
Fuente de N (A)	1	8113653.68	8113653.68	16.46**
Dosis de N (b)	4	500606782.11	125151695.52	254.00**
Intervalo de corte (c)	3	16618531.01	5539510.33	11.24**
A X b	4	9030911.24	2257727.81	4.58**
A X C	3	114402.55	38134.18	0.07NS.
b X C	12	18302758.39	1525229.86	3.09**
A X b X C	12	681037.94	56753.16	0.11NS.
Error	80	39417207.49	492715.09	
Total		592885284.41		

\*\* : Diferencia significativa a  $P < 0.1$ .  
NS. : No significativo.

Por la diferencia mínima significativa, el intervalo de corte con el cual se obtuvo la más alta producción fue el de 29 días.

Al efectuar las comparaciones ortogonales para todos los intervalos de corte de cada una de las fuentes se obtuvo funciones de producción, tomando de cada fuente aquella con la cual se logró el máximo beneficio esperado. Para Urea, la función de producción fue la siguiente:

$$Y = 1846.99 + 12.53X - 0.0062X^2$$

y para Sulfato de amonio:

$$Y = 1644.39 + 14.19X - 0.0064X^2$$

La función de beneficio esperado para la fuente Urea resultó

$$B = 4713.01V - 263C \quad \underline{1/}$$

y para Sulfato de amonio;

$$B = 2515.63V - 63.2C \quad \frac{1}{}$$

Este beneficio está relacionado sólo con la dosis de N aplicado, si se asume que los demás factores de producción se mantienen constantes.

La dosis óptima de N a la cual se obtiene el máximo beneficio teórico resultó ser de 263 kg de N por ha para Urea y de 63.2 kg para Sulfato de amonio. Para ambas fuentes el máximo beneficio que se logró fue con un intervalo de corte de 29 días.

En el Cuadro 6 se presenta el análisis económico comparativo. Se observa que con la aplicación de 263 kg de N por ha con Urea y a un intervalo de corte de 29 días, se espera obtener un rendimiento tal que permite alcanzar un beneficio máximo de ₡ 432.59, en las condiciones específicas en que se realizó el experimento. Este beneficio puede variar de acuerdo a las fluctuaciones en el mercado del precio del fertilizante y del valor de la carne.

-----  
1/: El precio de venta (V) considerado de 1 kg de forraje seco fue de ₡ 0.19. Este precio puede variar de acuerdo al uso que se le quiera dar al pasto.

El costo (C) considerado de 1 kg de N fue de ₡ 1.76 para la Urea y de ₡ 2.85 para el Sulfato de amonio; precio comercial para Nicaragua en Julio de 1972. Se usó este precio por ser el actual al momento de iniciarse el ensayo.

CUADRO 6: ANALISIS ECONOMICO COMPARATIVO DE LA PRODUCCION DE  
MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA.

	Urea	Sulfato de amonio
Dosis de N (kg/ha)	263	63.2
Producción de MS (kg/ha)	4713.01	2515.65
Costo de 1 kg de N (\$)	1.76	2.85
Valor de 1 kg de MS (\$)	0.19	0.19
Costo de dosis de N (\$)	462.88	180.12
Valor de producción de MS (\$)	895.47	477.96
Beneficio (\$)	<u>432.59</u>	297.84

## VI. DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, la producción de MS del pasto mostró diferencia significativa ( $r < 0.1$ ) cuando se fertilizó con las dos fuentes de N, verificándose así lo encontrado por algunos investigadores (8, 45, 51).

La mayor producción de MS se obtuvo utilizando como fuente de N el Sulfato de amonio, similares resultados a estos fueron obtenidos por CRUZ (20), esto puede ser debido a que el Sulfato de amonio contiene el N en forma amoniaca (36) el cual puede ser absorbido con más facilidad por la planta (54).

La producción de MS del pasto disminuyó cuando el intervalo de corte se aumentó a 36 días. Probablemente esto se deba a que el N nunca es estable ya que sufre transformaciones bacterianas, se volatiliza o se pierde por lixiviaciones después de un cierto tiempo de ser aplicado (21, 52, 54).

Los resultados obtenidos indican que al aplicar una dosis de 200 kg de N por ha, para las dos fuentes, la producción de MS aproximadamente se duplicó. Similares resultados fueron encontrados por RODRIGUEZ y otros (33, 37, 47).

La máxima producción para ambas fuentes se logró al aplicar una dosis de 800 kg de N por ha, corroborándose los resultados encontrados por otros investigadores (22, 46). Posiblemente cuanto mayor es la cantidad de N disponible en el suelo después de la defoliación, mayor es la producción del pasto (26).

Al aumentar el intervalo de corte, la producción de MS del pasto incrementó. Esto puede ser debido a un mayor aprovechamiento del N por la planta cuando este permanece por más tiempo en el suelo. CHACON (8) en Venezuela, encontró resultados similares.

En el Cuadro 2 podemos observar que a medida que se aumentó la dosis de aplicación, los rendimientos del pasto incrementaron. Posiblemente (26) el crecimiento de los pastos es más rápido a mayor cantidad de N disponible.

El hecho de que la producción del pasto incrementó al aumentar la dosis de N en forma de Sulfato de amonio al intervalo de 15 días (Gráfica 1), y disminuyó al aplicar 600 kg de N, posiblemente se deba a que el promedio referido en el Cuadro 2 está afectado por la baja fertilidad de una de las parcelas. Esto mismo podría asumirse que ocurre para la fuente Urea y en el intervalo de 22 días a las dosis de 600 y 800 kg de N por ha respectivamente.

El poder de recuperación del pasto mostró una proporción directa con el aumento de las dosis de N, similar situación se observó al aumentar el intervalo de corte. Estos resultados probablemente se deban a que al aumentar la dosis de N aplicado, hay mayor rapidez de crecimiento de los pastos (26). La mayor altura del pasto se logró utilizando como fuente de N el Sulfato de amonio. Esto podría atribuirse a que el N presente en el Sulfato de amonio se encuentra en forma amoniacal, el cual es fácilmente absorbido por la planta (34, 54).

El promedio en el contenido de PC del forraje mostró una

proporción directa con el aumento de las dosis de N y una proporción inversa al aumento del intervalo de corte. Estos resultados coinciden con lo observado en otras investigaciones (7, 15, 19, 38, 43, 46, 52).

El máximo beneficio esperado se logró utilizando la fuente de N Urea, esto quizás se deba a que el costo unitario del N proveniente de Urea es menor que el de Sulfato de amonio.

## VII. CONCLUSIONES

En las condiciones en que se realizó este trabajo, las conclusiones que pueden obtenerse de la información lograda son las siguientes:

1. Los mayores rendimientos de MS se obtuvieron utilizando el Sulfato de amonio, como fuente de N, a razón de 800 kg por ha.
2. El intervalo óptimo de cortes, para la obtención de MS en el pasto Estrella fue de 29 días.
3. El mayor contenido de PC del pasto Estrella se logró utilizando la fuente de N Urea, con dosis de 800 kg por ha y con un intervalo de corte de 15 días.
4. El máximo beneficio se obtuvo al usar Urea como fuente de N, con dosis entre 200 y 400 kg por ha y a un intervalo de corte de 29 días.

## VIII. RESUMEN

Este estudio se llevó a efecto en los campos experimentales de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, durante el período comprendido entre los meses de Julio a Diciembre de 1972. El objeto fue evaluar dos fuentes de N a cinco dosis diferentes y cuatro intervalos de corte en pasto Estrella (Cynodon sp.).

Las fuentes nitrogenadas que se utilizaron fueron Urea y Sulfato de amonio. Las dosis que se usaron fueron de 0, 200, 400, 600 y 800 kg de N por ha, y los intervalos de corte fueron de 15, 22, 29 y 36 días.

La fuente de N con la cual se obtuvo el más alto rendimiento de MS fue el Sulfato de amonio, con dosis de 800 kg de N por ha a un intervalo de corte de 29 días. El rendimiento de MS en el pasto aumentó de 2013.34 kg a 9493.09 kg con un porcentaje promedio de proteína de 9.20 a 17.96 por ciento al utilizarse 0 y 800 kg de N por ha respectivamente.

El mayor contenido de PC del pasto se logró con la fuente de N Urea, con dosis de 800 kg de N por ha a un intervalo de corte de 15 días.

La dosis óptima de N a que se logró el máximo beneficio esperado se encuentra entre 200 y 400 kg de N por ha utilizando la fuente Urea y con un intervalo de corte de 29 días.

## IX. LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL CHEMISTS ANALYTICAL. 1970. Official methods of analices, 11 th. ed., Washington, D.C.
2. BATEMAN, J. V. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. México/Buenos Aires. pp. 150 - 174.
3. BECKER, M. 1960. Análisis y valoración de piensos y forrajes. Traducción al español por el Dr. Eduardo Zorita Tomillo. Ed. Acríba. Zaragoza, España. 201 p.
4. BISHOP, C. E. y TOUSSAINT, W. D. 1966. Introducción al análisis de Economía Agrícola. Traducción al español por Miguel Angel Cuadra Palafox. 1a. ed. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). México. pp. 67 - 69.
5. BURZLAFF, D. F., FLICK, G. W. y RITENHOUSE, L. R. 1972. Efectos de la fertilización nitrogenada en determinados factores de un ecosistema de pastizal del Oeste de Nebraska. In Rendimientos del pastizal, Gonzales, M. H. y Campbell, R. S. ed. Max - México. Centro Regional de Ayuda Técnica (AID). pp. 292 - 296.
6. CARO - COSTAS, R., ABRUNA, F. and CHANDLER - VICENTE, J. 1972. Comparison of heavily fertilized Pangola and Start grass pastures in terms of beef production and carrying capacity in the humid mountain region of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras, P. R. Vol. 56(2). pp. 104 - 109.

7. \_\_\_\_\_, CHANDLER - VICENTE, J. and FIGARELLA, J. 1960. The yields and composition of five grasses growing in the humid mountains of Puerto Rico and harvest procedures. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras, P. R. Vol. 44(3). pp. 107 - 115.
8. CHACON, E., RODRIGUEZ - CARRASQUEL, S. y CHICCO, C. F. 1971. Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el valor nutritivo del pasto Pangola (*Digitaria decumbens*). Agronomía Tropical. Maracay, Venezuela. Vol. 21(6 - 2). pp. 503 - 517.
9. \_\_\_\_\_, RODRIGUEZ - CARRASQUEL, S. y CHICCO, C. F. 1971. Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el valor nutritivo del pasto Colorado (*Panicum coloratum*). Agronomía Tropical. Maracay, Venezuela. Vol. 21 (6 - 2). pp. 495 - 502.
10. CHANDLER - VICENTE, J. et al. 1953. The management and utilization on forage crops of Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras, P. R. Bull. 116. 90 p.
11. \_\_\_\_\_ . 1970 Nuevos conceptos en el manejo y utilización de pastos. In Revista de Agricultura de Puerto Rico. Vol. 56. pp. 90 - 99.
12. \_\_\_\_\_ and FIGARELLA, J. 1958. Growth characteristics of Guinea grass on the semiarid south coast of Puerto Rico, and effects of nitrogen fertilization on forage yield and protein content. The Journal of Agriculture

of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta.  
Río Piedras, P. R. Vol. 42(3). pp. 151 - 160.

13. \_\_\_\_\_ and SILVA, S. 1960. Effects of nitrogen fertilization and grass species on soil physical condition in some tropical pastures. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta., Río Piedras, P. R. Vol. 44(2). pp. 77 - 86.
14. \_\_\_\_\_, SILVA, S. and FIGARELLA, J. 1959. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Napier grass in Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras, P. R. Vol. 43(2). pp. 215 - 227.
15. \_\_\_\_\_, SILVA, S. and FIGARELLA, J. 1959. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting of the yield and composition of Guinea grass in Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras, P. R. Vol. 43(4). pp. 228 - 239.
16. CHAVEARRA, R. y LOTERO, J. 1965. Pastos y Ganadería. Agricultura Tropical. Colombia. Vol. 21(11). pp. 713 - 727.
17. CHICCO, R., C. F. y FRENCH, M. H. 1960. Estudio de la digestibilidad de los pastos de Venezuela. Vol. 10(1). pp. 13 - 22.
18. CRAMPTON, E. W. 1962. Nutrición Animal Aplicada. Traducción al español por Adrés Marcos Barrado y Miguel An-

- gel Abad Gavín. Ed. Acríba. Zaragoza, España. pp. 43 - 46, 277 - 278.
19. CROWDER, L. V., MICHELIN, A. y EASTIDAS, A. 1961. Frecuencia de corte en gramíneas del clima cálido. Agricultura Tropical. Colombia. Vol. 17(4). pp. 201 - 209.
20. CRUZ, G. 1970. Informe Anual. Estación Experimental "La Calera". pp. 36 - 57.
21. DAVIES, W. y otros. 1964. Explotación de pastos. Traducción al español por José Sandoval Juárez. Ed. Acríba, Zaragoza, España. pp. 13 - 22.
22. DECKER, A. M., HEMKIN, R. W., MILLER, J. R., CLARK, N. A. and OKORIE, A. V. 1971. Nitrogen fertilization, harvest procedures and management, utilization of "Midland" Bermuda grass (Cynodon dactylon (L.) Pers.). Agric. Exp. Sta. University of Maryland. Bull. 487. 71 p.
23. DOMÍNGUEZ MIRALLES, C. E. 1970. Composición química, contenido de calcio, fósforo y carotenos de los pastos cultivados en Centro América. TESIS. Universidad de San Carlos, Guatemala. 27 p.
24. DONAHUE, R. L., EVERETT, E. F. y JONES, L. I. 1962. La explotación racional de los pastos. Traducido al español por Carlos Becerril Calderón. 1a. ed. Ed. Cía. Ed. Continental, S. A. México. pp. 204 - 227.
25. FRANCOIS, T. 1953. El pastoreo y los montes. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 187 p.

26. GARDNER, A. L. 1967. Estudio de los métodos agrónómicos para la evaluación de pasturas. Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada del IICA, OEA. Zona Sur. Montevideo, Uruguay. pp. 23 - 31, 58-71.
27. HAVARD - DUCLOS, B. 1969. Las plantas forrajeras tropicales. Colección Agricultura Tropical. 1a. ed. Ed. Blume. Madrid, España. pp. 122 - 124.
28. HALLOWELL, E. A. y BREAD, D. F. 1966. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas. In Forrajes, Hughes, H. D., Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. ed. 2a. ed. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, Cía. Ed. Continental, S. A. pp. 105 - 113.
29. JAMESON, D. A. 1964. Effect of defoliation on forage plant physiology. In Forage plant and soilrange physiology relationships. ASA. Special Publication, Numb. 5. Wisconsin, U.S.A. pp. 67 - 80.
30. KLITSCH, C. 1965. Producción de forrajes. Traducción al español por Pedro Monserrat Recoder. ed. 2a. Ed. Acriba. Zaragoza, España. pp. 195 - 198.
31. KOENIG, N. 1953. A Comprehensive Program for Puerto Rico. United States Department of Agriculture, Washington, D. C. In Cooperation with the Commonwealth of Puerto Rico. pp. 48 - 49, 129 - 133.
32. LEON GARRE, A. 1954. Técnica de la producción vegetal e industrias fitógenas: Herbicultura. In Manual de Agricultura. Tomo III. 1a. ed. Salvat Editores, S. A. Barcelona, Madrid. pp. 1729 - 1876.

33. LESLIE, J. I., HEMKEN, R. W, and CLARK, N. A. 1966. A comparison of nitrogen fertilized grasses with a grass - legume mixture as pastures for dairy cows. Agric. Exp. Sta, University of Maryland. Bull. A - 144. 20 p.
34. LOTERO, J. 1972. Fertilización de pastos. In Curso intensivo de producción y utilización de forrajes. IICA. Turrialda, Costa Rica. 14 p.
35. MAYORGA, J. 1972. Programas de asistencia técnica de Latinoconsult, S. A. In Reunión Internacional sobre producción y utilización de forrajes. 21 p.
36. MARTIN, J. H. y LEONARD, W. H. 1957. Principles of field crop production. The McMillan Company. New York, U. S. A. pp. 141 - 142, 274 - 304.
37. MERTON LOVE, R. 1966. Los pastizales y su mejoramiento. In Forrajes, Hughes, H. D., Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. 2a. ed. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, Cía. Ed. Continental, S. A. pp. 637 - 647.
38. MICHELIN P., A. y CROWDER, L. V. 1959. Influencia de los niveles de frecuencia de aplicación de nitrógeno en la producción del pasto Pangola. Agricultura Tropical. Colombia. Vol. 15(12). pp. 843 - 852.
39. MORRISON, F. B. 1951. Alimentos y alimentación del ganado. Traducción al español por José Luis de la Loma. Ed. Continental, S. A. UTEHA. México. pp. 285 - 305.
40. \_\_\_\_\_ . 1956. Compendio de alimentación del ganado.

Traducción al español por José Luis de la Loma. Ed. Continental, S. A. México. pp. 183 - 198.

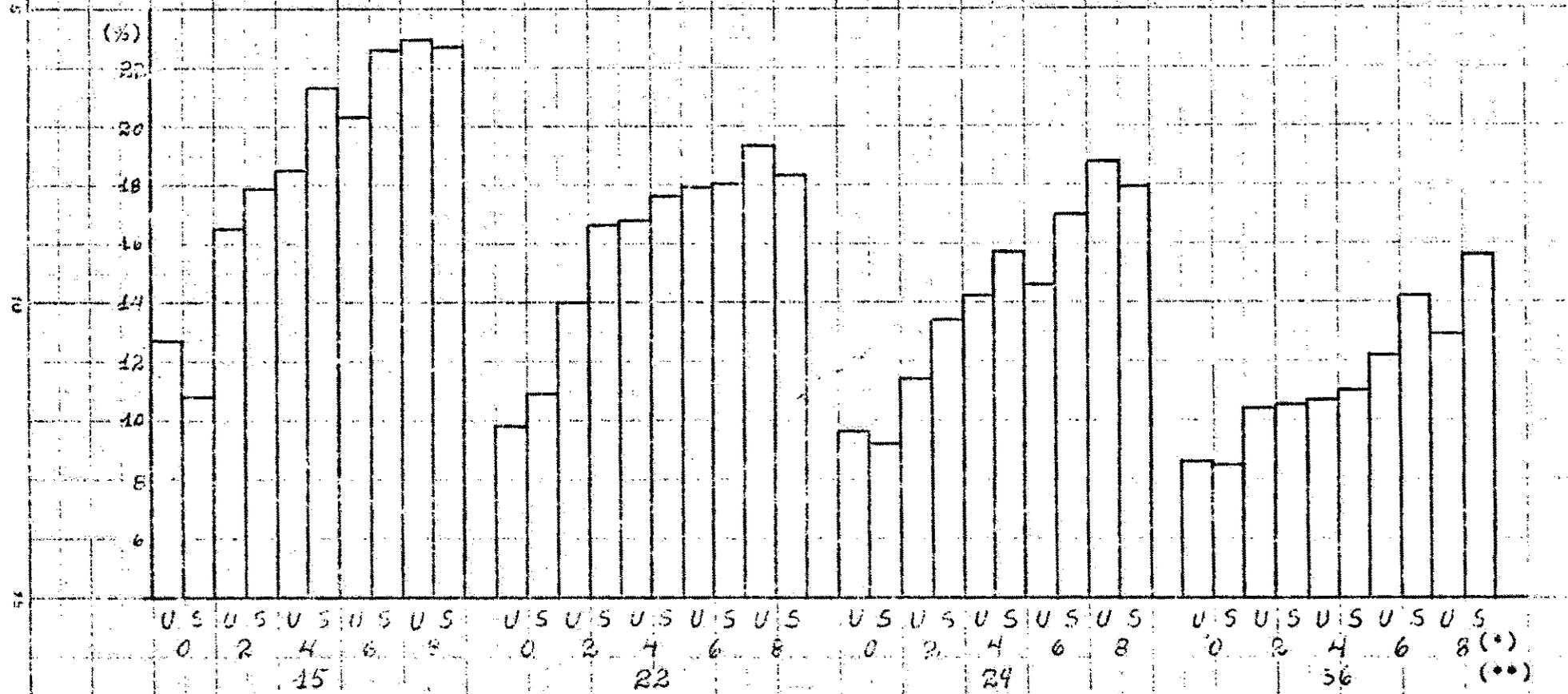
41. PETERSON, M. L. y WILLIAMS, G. G. 1966. Pastos con riegos. In Forrajes, Hughes, H. D., Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. 2a. ed. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, Cía. Ed. Continental, S. A. pp. 637 - 647.
42. PIPER, CH. V., M. S., Sc. D. 1941. Forage plants and their culture. The McMillan Company. New York, U.S.A. pp. 54 - 57.
43. RANZI, F. R., LANG, R. L. y PALMER, L. G. 1972. Efectos de la fertilización nitrogenada en pastizales. In Rendimientos del pastizal. Gonzales, M. H. y Campbell, R. S. 1a. ed. Traducción al español por Ramón Palazón. México, Ed. Pax - México. Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. pp. 115 - 119.
44. RATTRAY, J. M. 1960. La cubierta herbácea del Africa. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 173 p.
45. RIVERA - BRENES, L., COLON - TORRES, E. N., GELPI, F. and TORRES - MAS, J. 1958. Influence of nitrogenous fertilizers on Guinea grass yield and carrying in Lajas Valley. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras, P. R. Vol. 42(4). pp. 239 - 247.
46. \_\_\_\_\_, TORRES M., L. and ARROYO, J. A. 1961. Response of Guinea, Pangola and Coastal Bermuda grasses to

- different nitrogen fertilization levels under irrigation in the Lajas Valley of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta., Río Piedras, P. R. Vol. 45(3). pp. 123 - 146.*
47. RODRIGUEZ, C. A., PALE CIA, J. A., MARTINEZ G., M. A. e I-BARRA, E. L. 1966. Evaluación del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) a la fertilización con tres fuentes de nitrógeno en tres niveles de aplicación. *Agronomía. Universidad de San Carlos, Guatemala. Bol. # 3. pp. 7 - 28.*
48. ROSALES C., C. 1968. Guía para el cultivo de los pastos más importantes de Nicaragua. Banco Nacional de Nicaragua. 78 p.
49. SPRAGUE, V. G. 1966. Siembras para heno y pasto en el Noroeste de los Estados Unidos. *In* Forrajes, Hughes, H. D., Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. 2a. ed. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, Cía. Ed. Continental, S. A. pp. 611 - 619.
50. SWIFT, R. W. y SULLIVAN, E. F. 1966. Composición y valor nutritivo de los forrajes. *In* Forrajes, Hughes, H. D., Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. 2a. ed. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, Cía. Ed. Continental, S. A. pp. 59 - 65.
51. TESSEMA, S., ARROYO - AGUILU, J. A. et al. 1971. Mean chemical composition and in vitro true digestibility of five tropical grasses (Unpublished data). University

of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras, P. R.

52. VILLAMIZAR R., F. y LOTERO C., J. 1967. Repuesta del pasto Pangola a diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Revista IICA. Bogotá, Colombia. Vol. 2(1). pp. 57  
70.
53. WILSON, H. K. y ROCHER, A. CH. 1965. Producción de cosechas Traducción al español por José Luis de la Loma. Centro regional de Ayuda Técnica (AID). Cía. Ed. Continental, S. A.. México. pp. 283 - 297.
54. WOODHOUSE JR., W. W. 1966. La fertilidad del suelo y la fertilización de forrajes. In Forrajes, Hughes, H.D., Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. 2a. ed.. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, Cía. Ed. Continental, S. A. pp. 427 - 437.
55. ZELAYA, H. 1973. Fertilización nitrogenada en sorgo forrajero (Sorghum vulgare Pers.). TESIS. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 37 p.





GRAFICA 2: EFECTO DE FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO E INTERVALOS DE CORTE SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA DEL PASTO ESTRELLA EN POR CIENTO.  
 U: Urea; S: Sulfato de amonio; (\*): Cientos de Kgs.; (\*\*): Intervalo de corte en 2'

Producción de M.S. en kg/ha.

7000  
6000  
5000  
4000  
3000  
2000  
1000

200 400 600 800  
NIVELES DE N kg/ha

$Y = 1846.99 + 12.55X - 0.0062 X^2$

GRAFICA 3: CURVA DE REGRESION A LA FUENTE E INTERVALO DE CORTE A QUE SE OBTIENE EL MAXIMO BENEFICIO.

