

RESPUESTA DE GRAMAS NATIVAS A LA FERTILIZACION DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN EL TROPICO HUMEDO ¹.

Ing. Agr., Ph.D. RICARDO GARZA TREVIÑO ²
Ing Agr. VICTORINO PÉREZ CÓRDOBA ²
Ing. Agr. OSCAR CHAPA GONZÁLEZ ²
Ing. Agr. JORGE MONROY LOMELÍ ²

Resumen

En esta investigación se estudió la respuesta de gramas nativas, *Axonopus* y *Paspalum*, a la aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores en el Centro Experimental Pecuario de Huey-tamalco, Pue., de marzo 12 a octubre 29 de 1970.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 16 tratamientos, de los cuales 13 combinaciones con N y P correspondieron a un factorial parcial del tipo del cuadrado doble (5²). Se estudiaron 5 niveles de nitrógeno, 5 de fósforo y 3 de potasio.

La producción total de forraje de los 3 cortes efectuados en las gramas, se incrementó al aumentar el N de 0 a 300 kg/ha. La respuesta observada a N fue lineal produciendo 40.7% y 67.8% más, en base a peso seco, con 150 y 300 kg N/ha en comparación con el testigo.

Las gramas nativas no mostraron respuesta a P en rendimiento o calidad; sin embargo se obtuvo un incremento de 14% cuando se añadieron 50 kg K/ha al nivel considerado teóricamente óptimo en N y P (150-50-0). La adición de elementos menores al tratamiento 150-50-25 no presentó efecto alguno en rendimiento.

La aplicación de N ocasionó un descenso en el contenido de materia seca del forraje, sin embargo, el P mantuvo o superó al contenido de materia seca proporcionado por el testigo. A pesar de esto, su influencia en rendimiento no fue significativa.

Los rendimientos por corte fueron similares, con la excepción de un descenso uniforme en el tercer corte el cual se atribuye más a un fotoperiodo corto, que al efecto de precipitación y/o temperatura.

El porcentaje de proteínas aumentó con la fertilización y los kilos de proteína por hectárea se incrementaron en 51 y 98% con 150 y 300 kg N/ha.

Del modelo polinomial de segundo orden en dos variables propuesto inicialmente, el efecto del N lineal representó el 98% de la suma de cuadrados y ninguno de las otras variables fue estadísticamente significativa. En esta forma, el modelo matemático final es igual a $Y = B_0 + B_1N$ y la línea de regresión de mejor ajuste es igual a $\hat{Y} = 9.92 + 0.02052 N$ ($0 \leq N \leq 300$).

Económicamente, del B₁ obtenido y ciertos valores prácticos dados al forraje, por cada peso invertido en N, se recuperó éste y se ganó aproximadamente igual cantidad.

En la región tropical lluviosa con clima Af y Am, existen grandes extensiones forestales que cuentan con un régimen pluvial alto y bien distribuido donde, después de perturbar o suprimir la vegetación primaria por medio de desmontes, quemas, chapeos, sur-

ge un césped exuberante de zacates estoloníferos y/o rizomáticos conocidos como zacates inducidos o gramas nativas. Las especies predominantes y más importantes son: *Paspalum notatum*, *P. conjugatum*, *Axonopus affinis* y *A. compressus*, vegetación natural que generalmente está asociada con leguminosas rastreras de los géneros *Centrosema*, *Desmodium* y *Glycine*.

En México, en los estados de Veracruz, Puebla y Oaxaca, cercanos a la Sierra Madre Oriental, existen grandes superficies de gramales en lomeríos con fuertes pendientes dedicadas por lo general a la ganadería donde es difícil y costoso, aun cuando no imposible,

Recibido para su publicación el 14 de junio de 1971.

¹ Tesis profesional que sustentó el pasante de Ing. Agr. Oscar Chapa González para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

² Departamento de Forrajes, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias S.A.G., Km. 15½ Carretera México-Toluca, D. F. México.

cambiar la fisonomía de los gramales o zacates inducidos por especies de mejor calidad y rendimiento.

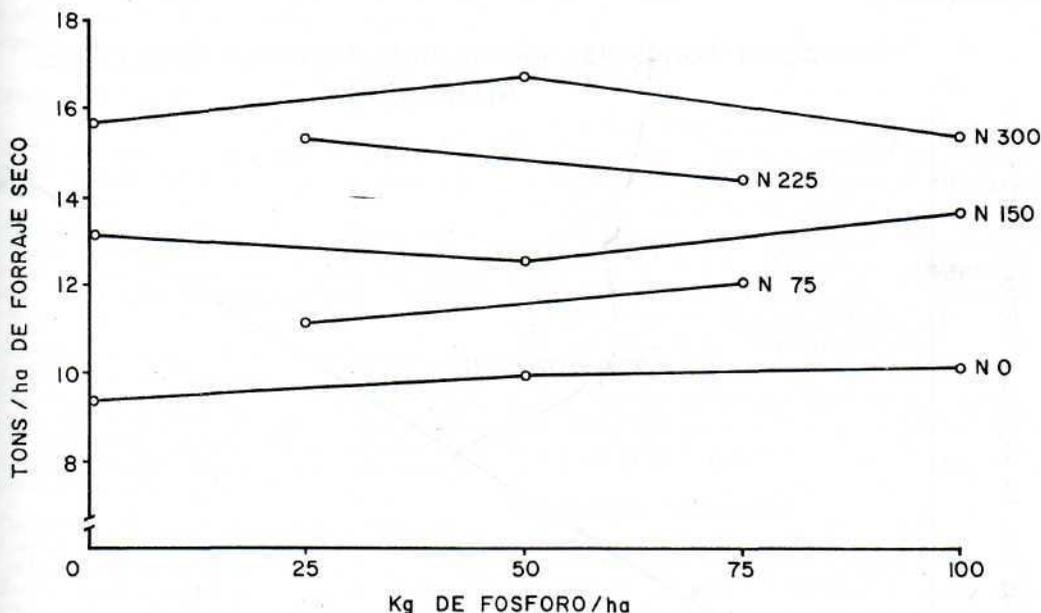
Debido a su hábito de crecimiento y agresividad las gramas nativas forman una carpeta cerrada que, además de impedir la erosión en lomeríos, pueden resistir pastoreos intensivos sin interrumpir su crecimiento por no ser totalmente defoliadas. Se conoce además que al recuperar los pastos rápidamente sus reservas alimenticias, pueden obtenerse buenos rendimientos, totales y estacionales.

tó zacate Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) los cuales se establecieron perfectamente; sin embargo, con el tiempo la grama *Axonopus affinis* empezó a invadir la pradera. Para lograr una reversión en la vegetación y dominaran los dos zacates introducidos fue necesario aplicar como nivel mínimo de nitrógeno 170 kg/ha.

Además de las características ya mencionadas las gramas son muy persistentes. En Queensland, Bryan (1968), estudió la persistencia de *Paspalum notatum* y *P. plicatum*

GRAFICA.-1

RELACION FUNCIONAL ENTRE, RENDIMIENTO Y NIVELES DE FOSFORO A DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO



De acuerdo con Blaser y Stokes (1942) las gramas también presentan la característica de crecer bien bajo niveles inferiores de fertilización, que los que soportan zacates introducidos como dallis y bermuda.

La agresividad que presentan las gramas fue observada por Gartner (1969) en el norte de Queensland, Aus. Después de talar un bosque sembró *Paspalum dilatatum* y trasplan-

durante 8 años de pastoreo, observando que el ganado, durante este periodo, obtuvo en promedio una ganancia anual en peso vivo de 340 kg/ha.

En estudios llevados a cabo en Florida por Blaser *et al.*, (1948) se encontró que la fertilización con N, P y K, no solamente aumentaba el rendimiento del forraje, sino que mejoraba la calidad del mismo e incremen-

taba la producción de carne por unidad de superficie. A este respecto, Garza, Arroyo y Pérez (1970), Hodges *et al.* (1967), así como Quinn *et al.* (1963), han concluido que la fertilización aumenta el potencial de los zacates en pastoreo y aun cuando la ganancia diaria promedio obtenida es semejante al testigo, se aumenta el número de animales por hectárea y casi duplica la producción de carne/ha.

Tomando en cuenta las grandes superficies de gramas que existen en explotación en México y considerando la bondad de estas asociaciones nativas, se llevó a cabo este experimento en el Centro Experimental Pecuario de Hueytamalco, Pue. (CEPH) con objeto de conocer la respuesta de las gramas en ren-

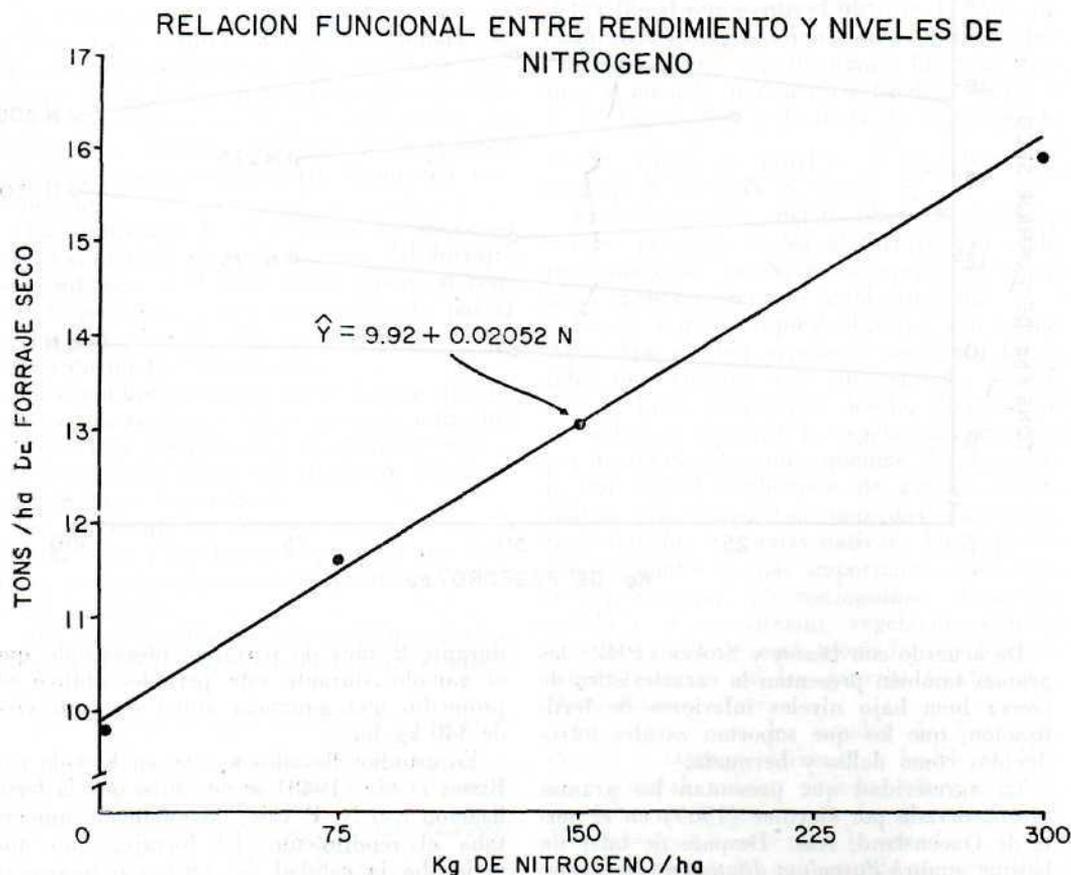
dimiento y calidad, a la aplicación de N, P, K y elementos menores.

Material y métodos

El Centro Experimental Pecuario de Hueytamalco, Pue., está localizado en los 19° 45' de altitud norte y 97° 20' de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 500 m.

De acuerdo con Koeppen, citado en Tamayo (1962) tiene un clima Af(C), esto es una zona de transición entre el clima tropical y templado. Cuenta con un periodo de lluvias bien definido comprendido entre los meses de junio a septiembre, en los meses de octubre a febrero son frecuentes los vientos llamados "nortes" que en esta región se caracterizan

GRAFICA.-2



CUADRO 1

Respuesta de gramas nativas a la fertilización de N, P y K. Centro Experimental Pecuario Hueytamalco, Pue. 1970

Tratamientos N-P-K	Toneladas/ha		Materia seca %
	seco	verde	
0-0-0	9.33	38.8	18.1
0-50-0	9.85	40.7	18.4
0-100-0	10.12	41.7	18.4
75-25-0	11.16	46.5	17.9
75-75-0	12.00	53.2	17.2
150-0-0	13.13	60.5	16.5
150-50-0	12.48	59.3	15.9
150-100-0	13.67	63.1	16.6
225-25-0	15.30	72.3	15.9
225-75-0	14.30	67.1	15.4
300-0-0	15.66	80.2	14.7
300-50-0	16.70	80.5	15.6
300-100-0	15.27	75.6	15.1
150-50-25	13.81	65.6	16.0
150-50-50	14.24	67.0	16.3
150-50-25 + E.M.	15.01	69.5	16.2

S = 1.15 tons/ha de MS
 $S\bar{x}_i - \bar{x}_j = .814$ tons/ha

DMS 0.05 = 1.64 tons/ha
 CV = 8.7 %

vamente). Sin embargo, con el tratamiento 150-50-0 el incremento fue solamente de 25.2% al compararlo con el tratamiento 0-0-0 lo que indica que el P no tuvo influencia en el rendimiento, ya que el aumento fue mayor con 150-0-0 que con 150-50-0.

La respuesta de las gramas a la aplicación de K fue significativa, aumentando 14% al añadir 50 kg de este elemento al tratamiento de 150-50-0. La adición de elementos menores a la fórmula de 150-50-25 no fue estadísticamente significativa en la producción de gramas, de acuerdo con la DMS obtenida.

La producción de forraje verde y seco, no presentó una relación directa entre tratamientos debido principalmente a que la adición de N propicia un crecimiento rápido y succulento en detrimento del porcentaje de MS acumulada (Meyer y Anderson, 1952) lo cual es más crítico al aumentar la dosis de N (de 18.1, 17.9, 16.5 a 14.7% de MS con 0, 75, 150 y 300 kg de N/ha respectivamente). La adición de P en cambio, propició un por-

centaje de MS o superior al testigo pero en detrimento de la producción por unidad de superficie.

En base seca, la desviación estándar fue de 1.15 tons/ha, la desviación estándar de la diferencia entre 2 medias fue de 0.814 tons/ha y el coeficiente de variación de 8.7%.

La producción por cortes fue semejante, aun cuando para el tercer corte descendió uniformemente el rendimiento, debido probablemente a las horas luz que para este corte fueron menos, originando así un crecimiento y producción inferior en las gramas. Estos resultados están ligados al efecto de cortes o número de cortes y no a precipitación y/o temperatura, los cuales dentro de este periodo, eran todavía favorables (temperatura media 26°C, precipitación 333.5 mm).

Dadas las características del diseño, fue posible hacer las siguientes comparaciones: a) Tratamientos incluidos en el cuadrado doble contra los tratamientos adicionales, b) En-

tre tratamientos del cuadrado doble, c) Entre tratamientos adicionales.

De esta comparación se obtuvo que los trece tratamientos del cuadrado doble, justificaban el 93% de la suma de cuadrados de tratamientos, por lo cual se trabajó con regresiones para conocer si existía efecto lineal de N y P, así como su interacción o bien si había efecto cuadrático de ambos elementos.

Para el efecto, se tomó como base un modelo polinomial de segundo orden, en dos variables, ya que como se conoce, la respuesta a fertilizantes se ajusta a la ley de los llamados rendimientos decrecientes, la cual se aproxima a un modelo polinomial cuadrático de segundo orden: $Y = B_0 + B_1 N + B_2 P + B_{11} N^2 + B_{22} P^2 + B_{12} (NP)$.

en producción, si los hay, no son mayores del 1.64 tons/ha que es la DMS obtenida para 2 medias. La diferencia marcada entre líneas, como se observa, se debe únicamente al aumento en la dosis de N.

El hecho de que no haya respuesta a fósforo, puede deberse a que el nivel de éste en el suelo donde se practicó el experimento puede conceptuarse como regular, además, las gramas nativas por ser vegetación natural de esta región, se encuentran perfectamente adaptadas y no presentan respuesta a elementos inmóviles como el P, lo que no sucede con los zacates introducidos.

En la gráfica 2 se observa la respuesta lineal a nitrógeno, la cual está indicando que dentro del rango estudiado (0-300 kg) y con

CUADRO 2

Análisis de varianza para las variables del cuadrado doble

Modelo: $Y = B_0 + B_1 N + B_2 P + B_{11} N^2 + B_{22} P^2 + B_{12} (NP)$					
F de V	GL	SC	CM	F _c	F .01
Entre tratamiento CD	12	278.88			
Modelo de regresión	(5)	269.94	53.98	40.68	+ +
N Lineal	1	265.46	265.46	200.06	+ +
P Lineal	1	0.43	0.43	1	
N × P	1	2.51	2.51	1.89	
Efecto cuadrático	2	1.54	0.77	.1	
Falta de ajuste	7	8.94	1.277	.1	
Error experimental	45	59.72	1.327		
$\frac{SC \text{ N lineal}}{SC \text{ Modelo}} = 98\%$			$\frac{SC \text{ N lineal}}{SC \text{ Trat.}} = 95\%$		

El modelo fue probado y resultó altamente significativo (Cuadro 2), sin embargo, al probar en forma individual los efectos incluidos en el modelo, solamente el N lineal resultó altamente significativo llevándose éste más del 98% de la suma de cuadrados del modelo de regresión, y el 95% de la suma de cuadrados de tratamientos. En esta forma nuestro modelo o línea de regresión estimada es igual a $Y = B_0 + B_1 N$.

En la gráfica 1 puede verse que no hubo respuesta a P ya que al agregarlo desde 0, 25, 50, 75, 100 los incrementos que se ven

aplicaciones fraccionadas de N las gramas responden a mayores cantidades de este elemento o sea que todavía nos encontramos en el intervalo de los rendimientos crecientes con pendientes uniformes.

En esta misma gráfica se ve la línea de mejor ajuste a los valores observados, modelo

lineal que fue igual a $\hat{Y} = 9.92 + 0.02052 N$ lo cual indica que para cero kg de N se obtienen 9.92 tons/ha de gramas y de aquí en adelante puede predecirse la producción hasta los 300 kg N/ha.

El coeficiente de regresión de la muestra (B_1) es igual a 0.02052 tons/ha lo que indica que por cada kg de N aplicado se incrementa la producción en 20.5 kg/ha de forraje seco. Considerando los aspectos económicos y de acuerdo a ciertos valores prácticos involucrados en la fertilización y en la producción de forraje, se encontró que por cada peso inver-

Agradecimientos

Se agradece al ingeniero Jorge Escobar, jefe del Departamento de Estadísticas y Cálculo del INIP, su colaboración prestada en el análisis estadístico, y a los técnicos del Laboratorio de Bromatología del Departamento de Constatación, por haber efectuado el

CUADRO 3

Influencia de la fertilización de N-P-K en rendimiento y porcentaje de proteína de gramas nativas. Centro Experimental Pec. Hueytamalco, Pue. 1970.

Tratamientos	Tons/ha M.S.	Proteína %	Kg de proteína /ha
0-0-0	9.33	6.7	625
0-50-0	9.85	6.6	650
0-100-0	10.12	6.6	661
75-25-0	11.16	6.8	759
75-75-0	12.00	6.9	828
150-0-0	13.13	7.2	945
150-50-0	12.48	7.0	874
150-100-0	13.67	7.4	1011
225-25-0	15.30	7.3	1117
225-75-0	14.30	7.6	1087
300-0-0	15.66	7.9	1237
300-50-0	16.70	8.1	1353
300-100-0	15.27	8.3	1267
150-50-25	13.81	7.1	981
150-50-50	14.24	7.4	1054
150-50-25 E.M.	15.01	7.0	1051

tido en N se recuperó éste y se ganó igual cantidad.

Además de aumentar el rendimiento por medio de la fertilización, se aumentó el porcentaje de proteína, principalmente con N, ya que el P no mostró este efecto como puede verse en el cuadro 3. En promedio de los 3 cortes efectuados, el testigo tuvo 6.7% de proteína aumentando a 7.2 y 7.9 con 150 y 300 kg/ha de N.

Los kilos de proteína por hectárea aumentaron de 625 en el testigo a 945 y 1237 con 150 y 300 kg N/ha, aumentos que representan el 51 y 98% de incremento, respectivamente.

análisis químico de las gramas para el desarrollo de este trabajo.

Summary

In this investigation the response of native grama grasses *Axonopus* and *Paspalum*, to nitrogen, phosphorous, potassium and trace elements was studied at the Experimental Center for Animal Investigation, Hueytamalco, Pue., from March 12 to October 29, 1970. A randomized complete block design with four replications and 16 treatments, from which 13 combinations corresponded to a partial factorial double square type (5^2) was

used. Five N levels, 5 P levels and 3 K levels were utilized.

The total forage production in 3 cuttings of grama grasses was increased by increasing N from 0 to 300 kg/ha. The response observed to N was linear, producing 40.7% and 67.8% more dry matter with 150 and 300 gk/ha of N in comparison the control.

The grama grassed did not show any response to P in yield or quality, however; a 14% increase in yield was obtained when 50 kg/ha were added to the considered theoretical optimum level for N and P (150-50-0). The addition of trace elements to the treatment 150-50-25 did not have any effect on yield.

Nitrogen application caused a decrease in the dry matter content for the forage, however dry matter content remained constant or increased with P application, compared to the control. In spite of this, yield was not significantly increased.

Yields cutting were similar with the exception of a uniform decrease in the third cutting which is attributed more to a shorter photoperiod than to precipitation and/or temperature effect.

Protein percentage increase with fertilization and the kilograms of protein/ha increased 51% and 98% with 150 and 300 N/ha in comparison to the control.

From the second order polynomial model with two variables proposed initially the N lineal effect represented 98% of the sum of squares and none of the other variables were statistically significant. Hence the final mathematical model was $Y = B_0 + B_1 N$ and the best fit regression line was $Y = 9.92 + 0.02052 N$ ($0 \leq N \leq 300$).

Economically from B_1 obtained and certain practical values given to the forage for each peso spent in N fertilizer approximately 2 pesos were recovered.

Literatura citada

- BLASER, R. E. and W. E. STOKES, 1942, The chemical composition, growth and certain deficiency symptoms of carpet grass, *Axonopus affinis*, as effected by lime and fertilizer mixtures, *American Society of Agronomy*, 34:765-768.
- BLASER, R. E., R. S. GLASSCOCK, G. B. KILLINGER and W. E. STOKES, 1948, Carpetgrass and legume pastures in Florida, *Fla. Agr. Sta. Bul.* 453, p. 36.
- BRYAN, W. W., 1968, Grazing trials on the wallum of Southeastern Queensland, 2, Complex mixtures under common grazing, *Aust. J. Exp. Agr. and Animal Husbandry*, 8:683-690.
- GARTNER, J. A., 1969, Effect of fertilizer nitrogen on a dense sward of kikuyu, paspalum and carpet grass, 1.—Botanical composition, growth and nitrogen uptake, Queensland, *J. Agr. Animal Sci.*, 26:21-33.
- GARZA, T. R., D. ARROYO y A. PÉREZ, 1970, Producción de carne con los zacates pangola y jaragua fertilizados en el trópico Aw, *Téc. Pec. en Méx.*, 14:20-24.
- HODGES, E. M., G. B. KILLINGER, J. E. MC CALEB, O. C. RUELKE, R. J. ALLEN JR., S. C. SCHANK and A. E. KRESTCHMER JR., 1967, Pangola Grass, *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 718, p. 31.
- MEYER, B. S. and D. B. ANDERSON, 1952, Plant Physiology, *D. Van Nostrand Co. Inc.*, 637-640.
- QUINN, L. R., G. O. MORT, W. V. A. BISSCHOFF and L. G. ROCHA, 1963, Beef production of six tropical grassed, *Publ. 28, IBEC Res. Inst.*, p. 36.
- TAMAYO, J. L., 1962, *Geografía General de México*, 2a. edición, Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas, 2:148-175.