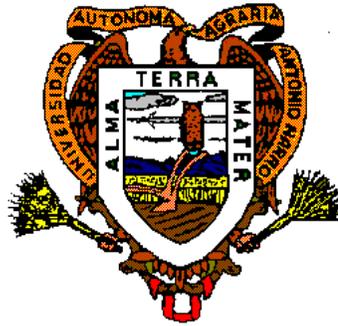


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Efecto del Nitrógeno y Fósforo Sobre la Producción y Calidad del Forraje
de Zacate Panizo Azul (*Panicum antidotale* Retz.)

Por:

ECSAR JIMENEZ ACEVEDO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México .Mayo de 1998

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Por darme vida, salud, fortaleza, bendecirme en todo momento y haberme permitido culminar mi carrera.

M.C. SUSANA GOMEZ MARTINEZ

Por todos los conocimientos transmitidos, sugerencias, orientación y por la asesoría durante la elaboración y revisión del presente trabajo de investigación.

DR. JORGE RAUL GONZALEZ DOMINGUEZ

Por su apoyo, orientación, asesoría, revisión y sugerencias en la realización de este trabajo.

T.L.Q. MARIA DE JESUS SANCHEZ VELAZQUEZ

Por su valiosa colaboración en el trabajo de laboratorio.

A mis maestros que me impartieron clases durante la carrera, por sus valiosos conocimientos transmitidos, los cuales contribuyeron a mi formación profesional.

A MI ALMA MATER

Por darme la oportunidad de realizar uno de mis sueños más maravillosos en esta vida; siempre llevaré muy en alto su nombre.

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre:

TOMAS JIMENEZ PEREZ (†)

Por darme la vida y cuidarme desde donde te encuentres.

A mi madre:

ESPERANZA ACEVEDO CHANG

Por darme el ser, aconsejarme durante las diferentes etapas de mi vida, así como guiarme por el buen camino y por todo su apoyo incondicional durante todo este tiempo, por ser la mamá más comprensiva **SIMPLEMENTE GRACIAS MAMA.**

A mis hermanos:

GUILLERMO

LEONEL

De todo corazón les dedico el presente trabajo a ustedes como muestra del cariño y la amistad que nos une, por el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento. **GRACIAS POR TODO.**

Con mucho cariño y respeto dedico este trabajo a:

ISABEL ANCHEYTA MARTINEZ

A mi hijo:

FRANCISCO JAVIER JIMENEZ ANCHEYTA

Por su inocencia, alegría de su mirada lo cual ha llenado de optimismo mi vida.

A mis abuelitos:

A mis tíos:

A mis primos:

A mis sobrinos:

A mi amigo:

Celerino Castelán Hideroa

Quien será por siempre un verdadero amigo para mí.

A mi Amiga:

Ana Bertha Carballo Clemente

Por su amistad, sus consejos, apoyo moral y por los gratos momentos que pasamos juntos y que siempre recordaré.

A mis amigos:

Miguel Angel, Juan Luis, Antonio, Felipa, Julio, Jorge, Benjamín, José Nicanor, Ismael y Eduardo.

A mis compañeros de la generación LXXXIV y en especial a los de la segunda sección de Zootecnia.

INDICE

Página

INDICE DE CUADROS.....	viii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	5
Origen.....	5
Distribución.....	5
Descripción Morfológica.....	6
Citología del Zacate Panizo Azul.....	8
Reproducción del Panizo Azul.....	8
Características Agronómicas.....	9
Utilización.....	9
Producción de Forraje.....	10
Valor Nutricional.....	11
Aceptación por el Ganado.....	12
Siembra o Resiembra.....	13
MATERIALES Y METODOS.....	15
Localización Geográfica.....	15
Clima.....	15
Suelo.....	16
Material Vegetal.....	17
Metodología.....	18
Siembra y Trasplante.....	18
Diseño Experimental.....	18
Aplicación de los Tratamientos.....	19
Registro de Datos.....	19
Altura de Planta.....	19
Producción de Forraje.....	20
Número de Entrenudos.....	20
Longitud de Entrenudos.....	20
Número de Culmos.....	20
Peso de Hojas y Culmos.....	21

Relación Hoja-Culmo.....	21
Contenido de Nutrientes.....	21
Determinación de Humedad.....	21
Determinación de Ceniza.....	22
Determinación de proteína Cruda.....	22
Determinación de Extracto Etéreo.....	24
Determinación de Fibra Cruda.....	25
Determinación de Extracto Libre de Nitrógeno.....	26
Análisis Estadístico.....	27
RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
Producción de Forraje.....	28
Número de Culmos.....	31
Peso de Hojas y Culmos.....	32
Altura de Planta.....	33
Número y Longitud de Entrenudos.....	36
Relación Hoja-Culmo.....	37
Contenido de Proteína.....	38
CONCLUSIONES.....	42
LITERATURA CITADA.....	43
APENDICE.....	47

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro</i> No.	<i>Página</i>
1. Análisis de varianza para producción de forraje verde de panizo azul con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	28
2. Análisis de varianza para producción de forraje seco de panizo azul con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	29
3. Producción de forraje de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.....	29
4. Producción de forraje verde y seco de panizo azul a diferentes niveles de fósforo.1996..	31
5. Análisis de varianza para número de culmos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo.1996.....	32
6. Número de culmos, peso de hojas y culmos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.....	32
7. Análisis de varianza para peso de hojas de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	33
8. Análisis de varianza para peso de culmos de	

	panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	33
9.	Análisis de varianza para altura de planta de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	34
10.	Análisis de varianza para altura de planta de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	34
11.	Altura de planta de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.....	35
12.	Altura de planta de panizo azul a diferentes niveles de fósforo. 1996.....	35
13.	Análisis de varianza para número de entrenudos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	36
14.	Análisis de varianza para longitud de entrenudos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	37
15.	Número y longitud de entrenudos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.....	37
16.	Análisis de varianza para la relación hoja-culmo de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	38

17.	Relación hoja-culmo y contenido de proteína de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.....	38
18.	Análisis de varianza para contenido de proteína de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.....	39
19.	Contenido de cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.	41
A1.	Concentración de datos para producción (kg) de forraje verde (5 plantas) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	48
A2.	Concentración de datos para producción de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	48
A3.	Concentración de datos para producción (kg) de forraje seco (5 plantas) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	49
A4.	Concentración de datos para producción de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	49

A5.	Concentración de datos para número de culmos de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	50
A6.	Concentración de datos para peso (kg) de hojas de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	51
A7.	Concentración de datos para peso (kg) de culmos de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	52
A8.	Concentración de datos para altura (m) de planta (mayoría de panículas) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	53
A9.	Concentración de datos para altura de planta (mayoría de panículas) de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	53
A10.	Concentración de datos para altura (m) de planta (culmo más alto) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	54
A11.	Concentración de datos para altura de planta (culmo más alto) de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	54

A12.	Concentración de datos para número de entrenudos de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	55
A13.	Concentración de datos para longitud (cm) de entrenudos de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	56
A14.	Concentración de datos para relación hoja-culmo de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización, Zaragoza, Coahuila, 1996.....	57
A15.	Concentración de datos para proteína (%) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila. 1996..	58
A16.	Concentración de datos para proteína de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	58
A17.	Concentración de datos para ceniza (%) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	59
A18.	Análisis de varianza para cenizas de panizo azul , bajo diferentes niveles de nitrógeno	

Y fósforo. Zaragoza, Coahuila, 1996... ..	59
A19. Concentración de datos para extracto etéreo (%) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización . Zaragoza, Coahuila, 1996.....	60
A20. Análisis de varianza para extracto etéreo de panizo azul, bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coahuila. 1996.	60
A21. Concentración de datos para fibra cruda (%) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996...	61
A22. Análisis de varianza para fibra cruda de panizo azul, bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coahuila, 1996.	61
A23. Concentración de datos para extracto libre de nitrógeno (%) de panizo azul bajo diferentes tratamientos de fertilización. Zaragoza, Coahuila, 1996.....	62
A24. Análisis de varianza para extracto libre de nitrógeno de panizo azul, bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coahuila. 1996.....	62

INTRODUCCION

La producción de bovinos de carne, en especial la producción de becerros al destete en el estado de Coahuila y en gran parte del norte de México, representa una de las mejores alternativas tradicionales para el aprovechamiento de los pastizales, mediante el sistema de explotación extensiva, aun bajo la crítica situación que impera en las zonas áridas y semiáridas de esta región. Para lograr una elevada productividad en el hato, es necesario considerar entre otras cosas, la genética de los animales, el medio ambiente donde se desarrollan los mismos y el manejo que se proporcione tanto al ganado como al pastizal.

El estado de Coahuila ocupa el tercer lugar en extensión territorial en la República Mexicana con una superficie de 151,571 km² (7.7 %) del cual el 63 % es de pastizal natural, 2.67 % son áreas forestales, y el resto de la superficie es dedicada para otras actividades utilizándose un 7.18 % como áreas agrícolas improductivas. El pastizal se considera el recurso forrajero de mayor importancia, siendo aprovechado este mediante el sistema de pastoreo extensivo. Sin embargo, las condiciones que se presentan en los agostaderos del norte del país actualmente son muy pobres, debido al manejo inadecuado que se les da, a través del sobrepastoreo al que han estado sometidos por tanto tiempo, causándoles un grave deterioro e incluso hay lugares donde la erosión al suelo es muy fuerte. La sequía

que se ha vivido en los últimos años en el norte de México ha provocado una baja en la producción de forraje. Por las limitaciones en cantidad y calidad del forraje disponible, la desnutrición es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los bovinos bajo condiciones extensivas en ciertas épocas del año.

Recuperar los pastizales a través de un buen manejo de ganado así como implementar prácticas de conservación de suelo, requeriría de muchos años; bajo estas circunstancias, la resiembra de pastizales es una de las alternativas para recuperar los agostaderos en menor tiempo e incrementar la carga animal en éstas áreas. Para obtener éxito en la resiembra se deben considerar algunos factores tales como la selección del sitio, preparación del terreno, profundidad de siembra y de suma importancia la selección de la especie a utilizar en la resiembra.

Una de las especies factibles a utilizarse en la resiembra de pastizales es el zacate panizo azul (*Panicum antidotale* Retz). Es una especie introducida, perenne, vigorosa, nativa del sur de Asia siendo India su lugar probable de origen. Las plantas alcanzan de 1.5 a 1.8 m de altura con gran crecimiento basal y vigoroso amacollamiento, de rizomas cortos y gruesos. Este zacate tiene regular tolerancia a la sequía, no es muy tolerante a las heladas y se adapta más a suelos francos o arcillosos que a los arenosos.

El Centro Nacional para la Investigación de Zonas Áridas (CNIZA) inició en 1972 estudios sobre la adaptación del zacate panizo azul en las zonas áridas y semiáridas del norte de México. En Cuencamé, Dgo. durante 1972 y 1973

estuvieron establecidas diversas especies forrajeras donde el panizo azul ocupó el tercer lugar en establecimiento (CNIZA, 1972).

En Matehuala, S.L.P. en 1973 se establecieron 23 especies de gramíneas; el panizo azul ocupó el primer lugar en producción de forraje, teniendo una buena respuesta a los factores climáticos adversos como heladas y sequía (CNIZA, 1974).

En Ocampo, Coah. en julio de 1984 fueron establecidos 67 materiales de zacates en lotes de observación, en donde se incluyeron 18 de panizo azul. En observaciones de 1984 a 1989 bajo condiciones de temporal, el panizo azul se mostró como la especie de mayor persistencia y algunas líneas tuvieron una mayor rapidez en el rebrote a finales de invierno y principios de primavera.

En 1990 se seleccionaron de este lote de observación ocho materiales con mayor rendimiento para evaluar bajo condiciones de riego su producción de forraje. Durante tres años de evaluación no se encontraron diferencias significativas entre materiales. Se seleccionó el material 308603 que obtuvo el más alto rendimiento de materia seca para generar información sobre la dosis óptima de fertilización para incrementar su producción y calidad de forraje.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta en producción y calidad de forraje del zacate panizo azul a diferentes tratamientos de fertilización, con nitrógeno y fósforo bajo condiciones de riego.

REVISION DE LITERATURA

Origen

Gould (1951) reportó al zacate panizo azul como nativo de Australia. Sin embargo, Wright (1966) investigó el origen del panizo azul el cual según S. Marriott (Director Asistente del Departamento de Agricultura y Ganadería en Brisbane, Australia, en ese tiempo) fue introducido a Australia en el año de 1990 siendo su naturalización en la región oeste de Rockhampton. Marriott afirmó también que *Panicum cymbiforme*; un zacate anual que se encuentra distribuido en el norte de Australia; era antiguamente llamado *Panicum antidotale*. Por lo tanto *Panicum antidotale* es nativo del sur de Asia y no de Australia.

Distribución

El panizo azul es nativo de India y el material que se utiliza en la actualidad en Estados Unidos fue introducido de Australia (Harlan, 1952; Hanson, 1972). Whyte et al. (1959) reportaron que el zacate panizo azul se distribuye en India, hacia el oeste hasta Arabia y hacia el este hasta Australia. En los Estados Unidos, según Wheeler y Hill (1957), el límite norte para su utilización se encuentra entre los 30 y 35° de latitud. Su introducción en Estados Unidos fue en el año de 1912 para controlar la erosión en los llanos inundables y en el sur de Texas para cortinas rompevientos (Whyte et al., 1959).

Descripción Morfológica

En el Yearbook of Agriculture (1948) se describe al panizo azul como un zacate vigoroso, alto, con un sistema radicular y crecimiento basal pesado y de hojas anchas, muy asemillador con tendencia a desgranar pero de fácil manejo.

Harlan (1952) bajo las condiciones de Oklahoma lo describió como un zacate de muy alto vigor y cuando el suelo tiene una alta fertilidad se caracteriza por ser muy rendidor, amacollado, con tallos que alcanzan un crecimiento de 1.5 a 2.1 m con tendencia a ramificar, las hojas presentan un color azul o verde pálido dependiendo del contenido de nutrientes del suelo.

En Arizona al zacate panizo azul lo describen como una especie de longevidad larga, amacollado, robusto y de alto vigor, de estación caliente, con sistema radicular profundo y extenso, rizomas como yemas, cortos y gruesos; con tallos erectos como cañas, alcanzando una altura de 1.2 hasta 2.4 m, presentando una gran abundancia de hojas que ramifican y producen gran cantidad de panículas cuya iniciación y desarrollo es relativamente indeterminado (Anderson *et al.*, 1957; Wright, 1966; Arizona Interagency Range Technical Sub-Committee, 1973). Stewart (1967) reporta que aun cuando se le suministra riego con agua salina, el panizo azul tiene un vigoroso crecimiento inicial alcanzando bajo estas condiciones, en Nuevo México, alturas de planta de 2.1 m.

Gould (1951) lo reporta como un zacate perenne, toско con rizomas como yemas, gruesos y cortos; culmos duros y alambrosos, de 0.8 a 2.0 m o más de longitud. La inflorescencia es una panícula abierta, ramas flexuosas y

dispersas; espiguillas de 2.5 a 3 mm de largo, de pedícelos cortos y más o menos densamente arracimados sobre las ramillas; la primera gluma de un tercio a un medio del largo de la espiguilla, ancha, de aguda a obtusa, achatadas o abruptamente retraídas en el ápice; la lemma fértil, lisa y brillante de aproximadamente 2 mm de largo. Cantú (1989) reporta que produce panículas terminales sueltas de 12-25 cm de longitud, parecidas a las del zacate "switchgrass" (*Panicum virgatum*).

El panizo azul es una especie de plantas vigorosas, toscas, con hábito de crecimiento erecto que forma macollos grandes y densos, de un sistema radicular fibroso, profundo y extenso, con rizomas o estolones, que forman coronas toscas. Los nudos del tallo son grandes en la parte inferior y los entrenudos delgados e inclinados, hojas de color verde azul de 15 a 60 cm de longitud (Wheeler y Hill, 1957; Whyte et al., 1959). El ancho de las hojas es de 4-12 mm (Cantú, 1989).

Reportes en Texas indican que bajo buenas condiciones el panizo azul alcanza una altura de hasta 1.8 m con plantas vigorosas y de color verde azulosas de tallos grandes y suculentos al inicio, los cuales se vuelven toscos y leñosos a medida que la planta madura. Los rizomas no se dispersan y forman una densa masa (Conrad, 1976; Holt y Bashaw, 1976). Investigaciones realizadas en Arizona han indicado que los rizomas de panizo azul se encuentran en los 15 cm superiores del suelo y el 70 % de las raíces en los primeros 60 cm con el 30 % restante distribuido en los tres siguientes metros de profundidad (Wright, 1961; 1962).

Citología del Zacate Panizo Azul

Burton (1942) reportó para una entrada de panizo azul un número cromosómico diploide de 18. Estudios posteriores realizados por Brown (1948) indican que en el género *Panicum* predomina ampliamente el número cromosómico básico $x=9$. En *Panicum antidotale*, SA-115, el número diploide es por lo tanto de 18 cromosomas (Brown, 1951); con lo cual coinciden los conteos cromosómicos reportados por Gould (1968) en tres entradas de panizo azul. Estudios citológicos realizados por Wright y Hall (1965) en 19 entradas del zacate panizo azul mostraron un número de 18 cromosomas considerando, con base en dichos estudios, a la especie un diploide $2n=18$.

Reproducción del Panizo Azul

El comportamiento meiótico del panizo azul es normal y el polen teñible se acerca al 100 %. La megasporogénesis y la megagametogénesis son normales. El ovario maduro es del tipo anátropo con un saco embrionario maduro monospórico tipo *Polygonum* de 8 núcleos (Wright y Hall, 1965). En estos estudios no se encontró evidencia alguna de la ocurrencia de apomixis en panizo azul como se presenta en otras especies del género *Panicum*. La diferenciación del embrión fue normal. El embrión estuvo anatómicamente maduro en 12 a 14 días después de la polinización. El zacate panizo azul tiene una reproducción sexual por semilla, pero se puede multiplicar vegetativamente.

Características Agronómicas

Utilización

Whyte *et al.* (1959) reportaron que en Australia en los años cincuenta, se utilizaba al panizo azul para mejorar las regiones secas plantándolo en las praderas en surcos.

Harlan (1952) en Oklahoma señaló su uso en praderas, para semilla y producción de heno y ensilaje. En 1948, en el Yearbook of Agriculture se reportó su utilización para conservar el suelo y para suplementar otras pasturas. En Arizona, desde los cincuentas se le reportó como un zacate útil para ser sembrado en áreas inundables o derramaderos en sitios abajo de 1368 msnm (Anderson *et al.*, 1957; Arizona Interagency Range Technical Sub-Committee, 1973). Whyte *et al.* (1959) y Conrad (1976) mencionaron su utilización como rompevientos y en mezclas para resiembras en el estado de Texas donde según Wheeler y Hill (1957) produjo buenas ganancias de carne sembrado al voleo después del uso del arado desenraizador en ranchos con abundante matorral.

Desde los cincuenta se ha reconocido la capacidad del zacate panizo azul para producir altos rendimientos de forraje con excelente contenido de nutrientes bajo condiciones de riego. Wright (1966) reportó además de lo anterior, tolerancia del panizo azul a la sequía que ocurre por las condiciones limitadas de humedad que se presentan en los pastizales desérticos.

Producción de Forraje

El zacate panizo azul produce grandes cantidades de forraje (Anderson *et al.*, 1957) y esto se debe a su rápido crecimiento (Whyte *et al.*, 1959), lo que hace de esta especie, un zacate altamente productivo (Arizona Interagency Range Technical Sub-Committee, 1973). Las plantas del zacate panizo azul generalmente son robustas (Holt y Evers, 1976) con tallos grandes que son suculentos en los primeros años después del establecimiento de manera que cuando se siembra en mezclas, otras especies tienden a sustituirlo después de pocos años (Conrad, 1976). Su alta producción de forraje se ve afectada en años subsecuentes por la pérdida de vigor que a veces causa también la pérdida de la población (Holt y Evers, 1976).

En condiciones favorables de humedad y fertilidad del suelo, la producción de forraje obtenida en el primer año se puede mejorar y sostener en los siguientes años. Con aplicación de 982 kg de N/ha se reporta una producción promedio en dos años de 40.5 t/ha/año de materia seca en varios cortes (Wright, 1962). Rendimientos superiores a 9 t/ha de materia seca con aplicaciones de nitrógeno de 200 kg/ha fueron considerados aceptables por Holt (1967). Para evitar una caída en el rendimiento consideró necesario dosis más altas. Resultados obtenidos por Wright (1962) sugieren que la aplicación de 112 kg de N/ha después de cada corte con cinco o seis cortes por año permitirían una producción de forraje más uniforme durante el año (Wright, 1966).

Con la aplicación de 1077 kg de N/ha cortando cada nueve semanas en Texas se obtuvieron hasta 20.8 toneladas

de materia seca por año (Holt y Evers, 1976). En sus estudios realizados durante cuatro años, ellos determinaron que un nivel estabilizado de producción de 10 a 12.5 t/ha/año de materia seca es posible con defoliación moderada y altas dosis de nitrógeno y que la pérdida de la población ocurrirá si no se aplica nitrógeno o la fertilización es baja y ésta pérdida es intensificada por defoliación frecuente.

Wright (1962) reportó que el rendimiento de forraje no fue influenciado por fósforo o potasio o sus combinaciones a cualquier nivel de nitrógeno utilizado en su estudio. Sin embargo, durante el año de siembra, Thompson y Schaller (1960) observaron que el crecimiento inicial y el establecimiento del zacate se vieron altamente favorecidos con la fertilización combinada con nitrógeno y fósforo lo cual ocasiona marcados incrementos en la producción de biomasa que no se logran cuando se aplica uno u otro elemento solo. Según estos autores una respuesta máxima se puede obtener aplicando 5.5 a 11.0 kg/ha de nitrógeno conjuntamente con 11 kg/ha de fósforo; los zacates tienen mayor vigor de plántula como el panizo azul y otros, responden a formulaciones tales como 5-20-00 y 10-20-00. La producción de forraje en el año se puede ver afectada por la frecuencia y altura de corte o pastoreo.

Valor Nutricional

Valores promedio de 18.9 % para proteína cruda, 2.3 % de extracto etéreo, 23.5 % de fibra cruda, 13.1 % de cenizas y 42 % de extracto libre de nitrógeno, 0.61 % de calcio, 0.26 % de fósforo, y 8.8 % de lignina fueron reportados por Miller (citado por Wright, 1966). Existen

dificultades para comparar dos especies pero el zacate panizo azul puede ser comparado favorablemente con la alfalfa (Kazer, citado por Wright, 1966). El reportó 1.26 % de calcio, 1.01 % de fósforo, 46 mg de manganeso por libra de forraje, 0.03 ppm de cobalto, y un alto contenido de caroteno, riboflavina, vitamina B₂ y aminoácidos esenciales en el zacate panizo azul.

Wright (1962) reportó el contenido de proteína cruda, en promedio de dos años, en el zacate panizo fertilizado a diferentes densidades de nitrógeno. En parcelas que no fueron fertilizadas el contenido de proteína cruda fue de 12.69 % y 19.3 % a la densidad más alta de nitrógeno (981 kg de N/ha). El zacate panizo azul tiene una gran habilidad para producir forraje con un alto contenido de proteína que resulta en una demanda alta de nitrógeno; cuando no se fertiliza el resultado son plantas faltas de vigor y cloróticas (Mutz y Drawe, 1983). Ellos reportaron un contenido de 16.9 % de proteína cruda cuando el panizo fue cortado cada cuatro semanas y fertilizado con 312 kg/ha de nitrógeno; el panizo azul se mostró superior a buffel, rhodes y klein.

Aceptación por el Ganado

El panizo azul es una especie que produce forraje con buena aceptación por el ganado (Anderson *et al.*, 1957; Wheeler y Hill, 1957; Whyte *et al.*, 1959). La aceptación del zacate panizo azul es de buena a excelente y aun los tallos con crecimiento activo son aceptados por los animales, los tallos más viejos son desprovistos de sus hojas y cortados por el ganado pero no son aceptados (Harlan, 1952). La poda induce ramificación y los brotes

jóvenes son de nuevo ingeridos por los animales produciendo eventualmente en los tallos un crecimiento muy ramificado conocido como "escoba de bruja". Estudios realizados por Wheeler y Hill (1957) indican que el zacate panizo azul es capaz de soportar pastoreo pesado prolongado.

Siembra o Resiembra

Para una mayor probabilidad de éxito en la siembra de una pradera o resiembra de agostadero, la preparación del terreno, la densidad de siembra y la profundidad de la misma son aspectos importantes. Las plántulas del panizo azul son lentas para establecerse, por lo que para asegurar una buena población, se requiere de una cama limpia, con una densidad de siembra de 2.25 a 6.75 kg/ha cubriendo muy ligeramente la semilla (Whyte et al., 1959). Las plantas se desarrollan más rápido cuando la siembra se realiza en surcos, con una densidad de 1.12 a 2.25 kg/ha (Donahue et al., 1956).

La profundidad de siembra recomendada para el zacate panizo azul es de 12 mm (Yearbook of Agriculture, 1948). En el catálogo de la compañía de semillas Douglas W. King Co. (1975) se recomienda una profundidad de 12 a 18 mm y compactar el suelo.

Una mayor profundidad de siembra sería una manera de incrementar la disponibilidad de agua a las semillas y las plántulas en la revegetación de los agostaderos semiáridos. Sin embargo, Roundy et al. (1993) utilizaron profundidades de siembra de 0, 10, 20, y 30 mm con *Panicum antidotale* y *Bouteloua curtipendula*; no se encontró que a mayor profundidad de la semilla se incrementara la

emergencia de plantas; la menor emergencia de la semilla fue atribuída a la falta de aereación.

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila de la Unidad Norte, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". El Campo Experimental se localiza entre las coordenadas terrestres de 28° 33' de latitud norte y 100° 55' de longitud oeste; con una altitud de 350 msnm.

Clima

El clima de la región es seco, semicálido, extremo, con invierno fresco, lluvias esporádicas todo el año, presentando una precipitación en invierno arriba del 10 %, clasificándolo como un clima del tipo BSohx' (e). La precipitación promedio anual es de 374 mm. Todo el año llueve pero la lluvia no es muy abundante; siendo el mes de septiembre el mes más lluvioso y marzo el más seco; se puede presentar rocío todo el año pero es más significativo en verano, otoño e invierno, el 10 % de los días del año lo presentan.

Hay probabilidad mínima de granizada en los meses de abril y mayo pero en general casi no hay ocurrencia de esta. En cuanto a fotoperíodo, los días más largos se presentan en los meses de mayo, junio y julio superando las 13 horas de luz, y los días más cortos ocurren en

diciembre donde la duración promedio del día es de 10 horas y 12 minutos.

La temperatura promedio anual es de 21.4 °C. Con respecto a la nubosidad el 50 % de los días el cielo está despejado y el restante 50 % se reparte equitativamente entre días medio nublados y nublados cerrados. Los nublados cerrados se acentúan en invierno y los medio nublados en primavera. Los meses más soleados son julio y agosto.

Con respecto a las heladas, éstas se presentan a finales de otoño hasta principios de primavera; las heladas más fuertes se presentan en enero siendo más significativas que en diciembre; en los meses de febrero y marzo hay incidencia de heladas pero son menos frecuentes y severas, hay ocasiones en que hiela en abril.

Suelo

Para determinar las características físicas y químicas del suelo donde se estableció el experimento, se tomaron muestras de suelo (antes de aplicar los tratamientos) de cada una de las repeticiones y estas a su vez se formaron de tres submuestras, tomadas a una profundidad de 30 cm. Las muestras se llevaron al laboratorio de suelos de la UAAAN para su respectivo análisis. El análisis mecánico, indicó desde un 22.5 a 25 % de arena, un 35 a 40 % de limo y de 37.5 a 42.5 % de arcilla lo que lo clasifica como un suelo de textura arcillosa y franco arcillosa. En lo que se refiere al pH este varió de 8.24 a 8.30 lo cual indica que el suelo tiene una alcalinidad media y no es salino ya que la conductividad eléctrica fue menor de 2.5 mmhos/cm (varió de 0.46 a 0.59).

La materia orgánica varió de 1.70 a 1.19 % lo cual indica que el suelo se clasifica como mediano (1.0-2.0 %) en materia orgánica. En nitrógeno total el contenido varió de 0.085 a 0.096 por lo tanto se considera como un suelo pobre (0.050 a 0.099) para este elemento mayor. El contenido de fósforo fue de 31.60 a 39.25 ppm clasificándose como un suelo mediano (25 a 40 ppm) en contenido de fósforo (P_2O_5). En lo que se refiere a potasio el suelo se clasifica como medianamente pobre (81-100 ppm) debido a que su contenido varió de 82.13 a 97.64 ppm; el contenido de carbonatos fue de 45.5 a 50 % por lo tanto se clasifica como un suelo mediano.

Material Vegetal

El material utilizado en el experimento es procedente de Italia y fue registrado en Estados Unidos con el número de introducción de plantas 308603. En un experimento establecido bajo condiciones de temporal en Ocampo, Coahuila de 1985 a 1991 en el que se incluyeron 17 materiales de panizo azul, así como materiales de otras especies como zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*), zacate garrapata (*Eragrostis superba*), zacate gigante (*Leptochloa dubia*) y zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), permitió evaluar estas especies durante siete años, y seleccionar este material junto con otros siete materiales de panizo azul por su sobrevivencia y rapidez para el rebrote a finales de invierno y principios de primavera (González y Gómez, 1991). Los ocho materiales de panizo azul fueron evaluados durante 1990 a 1992 bajo condiciones de riego en Ocampo, Coahuila, aun cuando no se encontró diferencias significativas para rendimiento, la

entrada 308603 fue la de mayor producción de forraje (González y Gómez, 1992; 1993).

Metodología

Siembra y Trasplante

Con el objetivo de asegurar buena población de plantas el experimento se estableció por trasplante, para ello la siembra se realizó en uno de los invernaderos de la UAAAN en cajas de poliuretano, colocando de 3 a 4 semillas por cavidad, posteriormente se realizó un aclareo dejando una plántula por cavidad. Se les proporcionó los riegos y fertilizaciones oportunas para que las plantas tuvieran un buen desarrollo, se trasplantaron al campo cuando alcanzaron una altura de 15 cm aproximadamente. El trasplante se realizó manualmente el día 20 de junio de 1996.

Diseño Experimental

En el presente trabajo se aplicaron 12 tratamientos de fertilización resultante del arreglo factorial de cuatro niveles de nitrógeno o factor A (0, 50, 100, y 150 kg/ha) con tres niveles de fósforo o factor B (0, 60, y 120 kg/ha). Los tratamientos fueron distribuidos al azar dentro de bloques completos con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron de tres surcos de 5 m de largo con una separación de 0.8 m entre surcos y 0.5 m entre plantas con un total de 30 plantas por parcela. La parcela útil consistió de las ocho plantas del surco

central la cual tuvo una superficie de 3.2 m², el experimento fue conducido bajo condiciones de riego.

Los tratamientos utilizados se presentan a continuación:

N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
00	00	00	50	00	00	100	00	00	150	00	00
00	60	00	50	60	00	100	60	00	150	60	00
00	120	00	50	120	00	100	120	00	150	120	00

Aplicación de los Tratamientos

Antes de la aplicación de los tratamientos se cortaron todas las plantas del experimento a una altura aproximada de 15 cm sobre el suelo. El fertilizante se aplicó en banda a un costado de cada hilera de plantas para lo cual se abrieron previamente surcos con azadón tapando posteriormente el fertilizante.

Registro de Datos

Las variables que fueron evaluadas se presentan a continuación:

Altura de Planta

Esta variable se determinó en dos ocasiones: el día 2 de septiembre (antes de la aplicación de los tratamientos) y el día 19 de octubre de 1996, para ello se hizo un sorteo entre plantas de la parcela útil seleccionando tres de ellas, tomando el dato de dos formas: desde la base de las plantas hasta donde llega la mayoría de las panículas y

desde la base de las plantas hasta donde llega el culmo más alto, se promedió la altura de las tres plantas para obtener el valor por unidad experimental.

Producción de Forraje

Se realizó el corte de forraje el día 19 de octubre de 1996, de las ocho plantas de la parcela útil, se pesó en el campo para obtener la producción de forraje en verde por parcela. Se tomó una muestra de 500 gr de cada parcela, se pusieron en bolsas de papel y se dejaron secar por 15 días, después de ese tiempo se pesó y se realizó una regla de tres simple para determinar el peso de forraje seco por unidad experimental.

Número de Entrenudos

Antes del corte realizado el 19 de octubre, en las tres plantas seleccionadas para la determinación de la altura, se tomó el culmo principal de cada planta y se contó el número de entrenudos, esta variable se midió en dos repeticiones.

Longitud de Entrenudos

Los culmos que se utilizaron para determinar el número de entrenudos, se les midió la longitud promediándose los valores para obtener el valor por unidad experimental.

Número de Culmos

Para determinar esta variable se contaron los culmos de una planta de la parcela útil en dos repeticiones.

Peso de Hojas y Culmos

Se separaron las hojas de los culmos y se pesaron como materia seca en dos repeticiones. Así mismo se determinó el peso de los culmos por planta.

Relación Hoja-Culmo

Esta variable se obtuvo de forma indirecta, se dividió el peso de las hojas entre el peso de los culmos.

Contenido de Nutrientes

De las muestras de 500 gr de cada parcela que se trajeron a la bodega de pastos, cuando estas alcanzaron un peso constante se molieron y se realizó el análisis proximal (humedad, proteína cruda, materia mineral o ceniza, extracto etéreo, fibra cruda y por diferencia a 100 se obtuvo extracto libre de nitrógeno); los análisis fueron realizados en el laboratorio de Ciencias Básicas de la UAAAN. El análisis se realizó en tres repeticiones.

Determinación de Humedad

Principio

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa de calor.

Procedimiento

En una cápsula de aluminio se le determinó el peso constante, se le añadió 2 gr de muestra y se colocó en la estufa a una temperatura de 95-100 °C, hasta obtener el peso constante.

Determinación de Ceniza

Principio

La muestra seca se incineró a 600 °C para quemar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye a esta temperatura se le llama ceniza.

Procedimiento

1. Se colocaron los crisoles limpios e identificados en una mufla a 500 °C durante una hora. Luego se pasaron los crisoles de la mufla al desecador y se dejó enfriar por una hora. Se pesaron los crisoles y se volvieron a colocar en la mufla para checar el peso.
2. Se pesaron 2 gr de muestra seca y se pasó al crisol, se quemó la muestra en un mechero y posteriormente se pasó a la mufla a temperatura de 500 °C durante la noche o el tiempo necesario.
3. A la mañana siguiente se pasó el crisol a un desecador y se dejó enfriar por una hora, se pesó el crisol y se volvió a llevar a la mufla para checar el peso (peso constante).

Determinación de Proteína Cruda

Principio

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se descompone y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego es titulada con ácido sulfúrico estandarizado.

Procedimiento

Digestión

1. Se pesó una muestra de alimento seco de 1.5 gr.
2. Pesada la muestra se colocó en un matraz kjeldahl y se le añadió una cucharada de mezcla catalítica.
3. Se le añadió 25 ml de H_2SO_4 concentrado (98%) por las paredes del matraz. Para muestras con bajo contenido de nitrógeno o gran cantidad de materia orgánica, se agregaron 10 ml por cada gr adicional de muestra.
4. Se introdujo unas perlas de vidrio al matraz kjeldahl y se colocó este, en el aparato digestor kjeldahl para que entrara a ebullición; la temperatura no debe ser mayor de 300 °C, porque se perdería nitrógeno.
5. La digestión está terminada cuando el líquido está claro, se dejó enfriar y antes de la solidificación de la sal, se agregó 250 ml de agua destilada. Si se solidifica el material disolver la sal totalmente.

Destilación

1. Se prepararon matraces erlen meyer de 500 ml y se añadieron 50 ml de H_3BO_3 al 4 %, se añadió colorante mixto (3-5 gotas).

2. Se colocaron los matraces bajo los condensadores, introduciendo los tubos dentro de los mismos para recibir el destilado y coleccionar 250 ó 300 ml.
3. A los matraces kjeldahl digeridos y con agua se les añadió, 110 ml de NaOH al 45 % y unos gránulos de Zinc (catalizador), se conectó el destilador rápidamente. Una vez ajustado el tapón del Condensador, se mezcló el contenido del balón rotándolo suavemente, se prendieron las parrillas y se destiló el volumen suficiente.
4. Se tituló el amonio recogido con H_2SO_4 estandarizado (0.1N) o HCL (0.1N), hasta que desaparece el color verde. Se tuvo cuidado en el punto de equivalencia que consiste en un equilibrio entre la parte ácida y la parte básica, por ello en la titulación se debe tomar en cuenta el primer cambio de color.

Determinación de Extracto Etéreo

Principio

Consiste en la extracción de compuestos solubles por medio de calor, con un solvente adecuado (no polar de preferencia o ligeramente) por un tiempo determinado según la muestra (8-16 hr).

Procedimiento

1. La muestra se secó a 80 °C hasta que perdió toda la humedad.
2. Los matraces para extracción que contienen perlas de vidrio se introducen en la estufa hasta obtener peso constante a una temperatura de 100 °C.
3. Se pesaron 2 gr de muestra y se colocaron en un dedal limpio identificándolo, y tapándolo con algodón.

4. Se colocó el dedal con la muestra en el sifón y se fijó bajo el condensador del aparato de extracción (refrigerante).
5. Al matraz de extracción se le agregaron 200 ml de solvente (hexano o éter de petróleo), se colocó bajo el sifón y sobre la manta de calentamiento se aseguró que quedara bien fijo. Se abrió la llave del agua que enfría los refrigerantes y se prendieron las mantas de calentamiento. La extracción es de 16 horas (tiempo suficiente para evitar errores en los resultados), el goteo adecuado debe ser de 2-3 gotas por segundo.
6. Después de completar la extracción se sacó el dedal del sifón y se guardó la muestra para fibra cruda, se recuperó el solvente y poco antes de que evaporara a sequedad se sacaron los matraces y se terminó de evaporar a temperatura del laboratorio.
7. Se pusieron los matraces en la estufa a 80 °C por toda la noche, al día siguiente se colocaron en un desecador y se dejó enfriar por 30 minutos, se pesaron y se volvieron a introducir a la estufa para checar el peso.

Determinación de Fibra Cruda

Para la determinación de fibra cruda se utilizó el método de Weende, este método cuantifica las sustancias a la digestión ácida o alcalina de la muestra. Cuando se efectúa la digestión ácida se disuelve parte de la hemicelulosa presente en la muestra y al efectuar la digestión alcalina se disuelve parte de la lignina. Por lo tanto el resultado obtenido es menor que el valor real.

Procedimiento

Digestión Ácida

1. Se pesaron 2 gr de muestra seca y se extrajo con hexano, se colocó en un matraz erlen meyer de 600 ml.
2. Se añadió aproximadamente 1 gr de asbesto, 200 ml de solución sulfúrica hirviendo y unas gotas de solución antiespumante, además perlas de vidrio. Se hirvió la solución durante 30 minutos (tomando el tiempo desde que empezó a ebulir).
3. Se filtró el contenido del matraz a través de la tela de lino y se lavó con agua caliente (destilada) hasta quitar el ácido.

Digestión Alcalina

1. Se transfirió el residuo del filtrado al matraz erlen meyer, se añadieron 200 ml de solución hirviendo de NaOH y se dejó hervir por 30 minutos.
2. Se filtró el contenido del matraz en un crisol gooch y se lavó con agua destilada hasta quitar el exceso de hidróxido.

Secado y Calcinación

1. Se dejó secar el crisol con su contenido a 120 °C durante 2 horas, se enfrió en el desecador y se pesó.
2. Se calcinó a 600 °C por 30 minutos, se dejó enfriar en el desecador tomando el peso.

Determinación de Extracto Libre de Nitrógeno

Este valor se estima por diferencia restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas.

Análisis Estadístico

Para la evaluación estadística de los datos obtenidos de los diferentes tratamientos, se utilizó el análisis de varianza para cada una de las variables y para la comparación de medias se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al $\alpha \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de Forraje

El análisis de varianza para producción de forraje verde, indicó diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno y no se encontró significancia entre los niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadro 1). Los mismos resultados se obtuvieron en el análisis de varianza para la producción de forraje seco (Cuadro 2).

Cuadro 1. Análisis de varianza para producción de forraje verde de panizo azul con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
Bloques	3	0.935	0.311	2.36ns	2.89	4.45
N	3	7.773	2.591	19.69**	2.89	4.45
P	2	0.194	0.097	0.74ns	3.29	5.33
N x P	6	1.011	0.168	1.28ns	2.39	3.42
E. Exp.	33	4.342	0.132			
Total	47	14.26	0.303		C.V.= 16.78 %	

En el Cuadro 3 se presentan las medias para la producción obtenida de forraje verde y seco con los diferentes niveles de nitrógeno utilizados. Con la aplicación de nitrógeno la producción de forraje verde y seco se incrementó en comparación con el testigo; sin embargo, hubo diferencias significativas entre los tres niveles que contienen nitrógeno (50, 100 y 150 kg/ha). La

Cuadro 2. Análisis de varianza para producción de forraje seco de panizo azul con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
Bloques	3	0.088	0.029	1.04ns	2.89	4.45
N	3	1.378	0.459	16.51**	2.89	4.45
P	2	0.086	0.043	1.55ns	3.29	5.33
N x P	6	0.369	0.061	2.21ns	2.39	3.42
Total	33	0.918	0.028			
	47	2.839	0.060		C.V.= 19.75 %	

Cuadro 3. Producción de forraje de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.

NITROGENO (kg/ha)	PRODUCCION DE FORRAJE VERDE (kg/ha)	PRODUCCION DE FORRAJE SECO (kg/ha)
00	7,896 c*	2,914 c
50	10,062 b	4,041 b
100	12,146 a	4,893 a
150	13,125 a	5,046 a

* Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba DMS($\alpha \leq 0.05$).

aplicación de 50 kg de N/ha incrementó la producción de forraje verde y seco en 27.4 y 38.7 % respectivamente sobre el testigo y dichas diferencias fueron significativas. Cuando se aplicó 100 kg de N/ha la producción de forraje verde y seco se incrementó en 53.8 y 67.9 % respectivamente sobre el testigo, siendo las producciones diferentes estadísticamente. La aplicación de 150 kg de N/ha incrementó la producción de forraje verde y seco en 62.2 y 73.2 % respectivamente sobre el testigo, siendo diferentes estadísticamente. No hubo diferencia

significativa entre los niveles de 100 y 150 kg de N/ha. El incremento en la producción de forraje verde y seco al aplicar 100 kg de N/ha con respecto a 50 kg fue de 20.7 y 21.1 % respectivamente y de 150 con respecto a 100 kg de N/ha hubo unas pequeñas diferencias de 8.1 y 3.1 % que no fueron significativas.

La mayor producción de forraje (5,046 kg/ha) en base a materia seca se obtuvo cuando se aplicó 150 kg de N/ha. El zacate panizo azul produce grandes cantidades de forraje (Anderson *et al.*, 1957) y esto se debe a su rápido crecimiento (Whyte *et al.*, 1959). Wright (1962) reportó que en Arizona con la aplicación de 982 kg de N/ha se obtuvo una producción promedio en dos años de 40.5 t/ha/año de materia seca en varios cortes. Rendimientos superiores a 9 t/ha/año de materia seca con la aplicación de 200 kg/ha de nitrógeno fueron considerados aceptables por Holt (1967). Con la aplicación de 1077 kg de N/ha cortando cada nueve semanas en Texas se obtuvieron hasta 20.8 toneladas de materia seca (Holt y Evers, 1976).

La producción obtenida en el experimento se considera aceptable debido a que fue el año de establecimiento del forraje y nada más se realizó un solo corte en ese año.

Sin embargo, en 1997 con los primeros cuatro cortes y de un total de cinco, la aplicación de 150 kg de N/ha resultó en una producción de 24,153 kg/ha de materia seca y el rendimiento para el testigo fue de 10,185 kg/ha. El nitrógeno a la cantidad mencionada incrementó la producción en 137 %.

En el Cuadro 4 se presentan las medias para la producción obtenida de forraje verde y seco con los diferentes niveles de fósforo utilizados. No se encontró

Cuadro 4. Producción de forraje verde y seco de panizo azul a diferentes niveles de fósforo. 1996.

FOSFORO (kg/ha)	PRODUCCION DE FORRAJE VERDE (kg/ha)	PRODUCCION DE FORRAJE SECO (kg/ha)
00	10,650	3,970
60	10,500	4,215
120	11,250	4,490

diferencia entre los dos niveles que contienen fósforo (60 y 120 kg/ha). Sin embargo, hay una tendencia a incrementar el rendimiento con la aplicación de este elemento; ya que la producción más alta para forraje verde y seco se obtuvo con la aplicación de 120 kg de P/ha. En cuanto a la fertilización con fósforo durante 1997, hubo diferencia significativa en el primero y el tercer corte, entre los niveles utilizados de fósforo. El rendimiento con la aplicación de 120 kg de P/ha fue de 19,182 kg/ha de materia seca y con el testigo se obtuvo una producción de 17,573 kg/ha, es decir un incremento de 9 %.

Número de Culmos

El análisis de varianza para número de culmos por planta (Cuadro 5), detectó diferencias significativas únicamente entre bloques. Las medias para número de culmos por planta con los diferentes niveles de nitrógeno se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Análisis de varianza para número de culmos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft 0.01	
Bloques	1	541.49	541.49	17.90**	4.84	9.65
N	3	24.83	8.28	0.27ns	3.49	6.22
P	2	126.58	63.29	2.09ns	3.98	7.21
N x P	6	262.42	43.74	1.45ns	3.09	5.07
E. Exp.	11	332.50	30.23			
Total	23	1287.8	55.95		C.V.= 22.83 %	

Cuadro 6. Número de culmos, peso de hojas y culmos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.

NITROGENO (kg/ha)	NUMERO DE CULMOS	PESO DE HOJAS (kg)	PESO DE CULMOS (kg)
00	22.3	0.040	0.069
50	24.7	0.044	0.096
100	24.8	0.063	0.116
150	24.5	0.054	0.089

Peso de Hojas y Culmos

Los análisis de varianza para estas variables (Cuadros 7 y 8), no detectaron significancia entre los niveles de nitrógeno, fósforo ni para la interacción. Las medias para peso de hojas y culmos con los diferentes niveles de nitrógeno se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 7. Análisis de varianza para peso de hojas de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	Ft 0.01
Bloques	1	615.09	615.089	2.97ns	4.84	9.65
N	3	1871.78	623.927	3.07ns	3.49	6.22
P	2	490.89	245.447	1.18ns	3.98	7.21
N x P	6	954.94	159.156	0.77ns	3.09	5.07
E. Exp.	11	2278.03	207.094			
Total	23	6210.73	270.032		C.V.= 18.48 %	

Cuadro 8. Análisis de varianza para peso de culmos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	Ft 0.01
Bloques	1	6773.50	6773.50	8.22*	4.84	9.65
N	3	6862.92	2287.64	2.79ns	3.49	6.22
P	2	421.75	210.87	0.26ns	3.98	7.21
N x P	6	2232.57	388.76	0.47ns	3.09	5.07
E. Exp.	11	9006.75	818.79			
Total	23	25357.50	1102.50		C.V.= 30.93 %	

Altura de Planta

El análisis de varianza para altura de planta, en cada una de las modalidades utilizadas, indicó diferencias significativas entre niveles de nitrógeno y no se encontró

diferencias significativas entre niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadros 9 y 10).

Cuadro 9. Análisis de varianza para altura de planta de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo¹. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft 0.01	
Bloques	3	0.166	0.038	4.22*	2.89	4.45
N	3	0.529	0.176	19.20**	2.89	4.45
P	2	0.043	0.021	2.34ns	3.29	5.33
N x P	6	0.120	0.020	2.18ns	2.39	3.42
E. Exp.	33	0.303	0.009			
Total	47	1.113	0.023		C.V.= 7.53 %	

1. Altura de planta a mayoría de panículas.

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de planta de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo¹. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft 0.01	
Bloques	3	0.039	0.013	1.74ns	2.89	4.45
N	3	0.244	0.081	10.94**	2.90	4.45
P	2	0.014	0.007	0.96ns	3.29	5.33
N x P	6	0.079	0.013	1.78ns	2.39	3.42
E. Exp.	33	0.246	0.007			
Total	47	0.624	0.013		C.V.= 5.18 %	

1. Altura de planta al culmo más alto.

En el Cuadro 11 se presentan las medias para altura de planta obtenidas con los diferentes niveles de nitrógeno. La aplicación de nitrógeno incrementó la altura de la planta en comparación con el testigo; pero no hubo

diferencia significativa entre los tres niveles que contienen nitrógeno (50, 100 y 150 kg/ha). La aplicación de más de 50 kg de N/ha, ya no incrementó la altura de la planta.

Cuadro 11. Altura de planta de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.

NITROGENO (kg/ha)	MAYORIA DE PANICULAS (m)	CULMO MAS ALTO (m)
00	1.10b*	1.55 b
50	1.30 a	1.70 a
100	1.32 a	1.70 a
150	1.38 a	1.73 a

* Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba DMS($\alpha \leq 0.05$).

La altura promedio de 1.71 m bajo la aplicación de nitrógeno y midiendo al culmo más alto, se encuentra dentro del rango reportado en la literatura en los estados de Oklahoma (Harlan, 1952), Arizona (Anderson, 1957; Wright, 1966), Nuevo México (Stewart, 1967) y Texas (Gould, 1951; Conrad, 1976).

En el Cuadro 12 se presentan las medias para la altura de planta obtenida con los diferentes niveles de fósforo. La aplicación de fósforo no incrementó la altura con respecto al testigo y no hubo diferencia significativa entre los dos niveles que contienen fósforo (60 y 120 kg/ha).

Cuadro 12. Altura de planta de panizo azul a diferentes niveles de fósforo. 1996.

FOSFORO (kg/ha)	MAYORIA DE PANICULAS	CULMO MAS ALTO
----------------------------	---------------------------------	---------------------------

	(m)	(m)
00	1.31	1.69
60	1.23	1.65
120	1.29	1.67

Los resultados obtenidos en cuanto a la altura de las plantas cuando se aplicó nitrógeno están de acuerdo a las expectativas, debido al contenido pobre para el elemento mayor nitrógeno reportado en el análisis de suelo del lugar donde fue establecido el experimento.

Número y Longitud de Entrenudos

Los análisis de varianza para número y longitud de entrenudos (Cuadros 13 y 14), no detectaron diferencias significativas, para los niveles de nitrógeno, fósforo y la interacción; por lo tanto, los tratamientos utilizados son considerados estadísticamente iguales.

Cuadro 13. Análisis de varianza para número de entrenudos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
Bloques	1	2.666	2.666	2.05ns	4.84	9.65
N	3	1.666	0.555	0.42ns	3.49	6.22
P	2	0.333	0.166	0.12ns	3.89	7.21
N x P	6	18.33	3.055	2.34ns	3.09	5.07
E. Exp.	11	14.33	1.303			
Total	23	37.33	1.623		C.V.= 12.45 %	

Las medias para número y longitud de entrenudos con los diferentes niveles de nitrógeno se presentan en el Cuadro 15.

Cuadro 14. Análisis de varianza para longitud de entrenudos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
Bloques	1	3.542	3.542	2.32ns	4.84	9.65
N	3	4.056	1.352	0.88ns	3.49	6.22
P	2	3.763	1.881	1.23ns	3.89	7.21
N x P	6	6.236	1.039	0.68ns	3.09	5.07
E. Exp.	11	16.77	1.524			
Total	23	34.37	1.494		C.V.= 9.01 %	

Cuadro 15. Número y longitud de entrenudos de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.

NITROGENO (kg/ha)	NUMERO DE ENTRENUDOS	LONGITUD DE ENTRENUDOS (cm)
00	9.5	13.40
50	9.3	13.97
100	9.0	14.23
150	9.8	13.21

Relación Hoja-Culmo

La relación hoja-culmo se considera como una característica indicadora de calidad, ya que cuando se tiene una relación alta implica una mayor proporción de hojas, que bromatológicamente es la parte que contiene el mayor contenido de nutrientes de la planta; el análisis de varianza (Cuadro 16) para la relación hoja-culmo no encontró diferencias significativas para los niveles de nitrógeno, fósforo y la interacción, por lo tanto los tratamientos son considerados estadísticamente iguales. Las medias para la relación hoja-culmo se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la relación hoja-culmo de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
Bloques	1	0.136	0.136	4.19ns	4.84	9.65
N	3	0.146	0.049	1.49ns	3.49	6.22
P	2	0.072	0.036	1.10ns	3.98	7.21
N x P	6	0.087	0.015	0.45ns	3.09	5.07
Total	11	0.036	0.033			
	23	0.800	0.035		C.V.= 30.94 %	

Cuadro 17. Relación hoja-culmo y contenido de proteína de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.

NITROGENO (kg/ha)	RELACION HOJA-CULMO	PROTEINA (%)
00	0.69	9.44 c*
50	0.47	9.91 c
100	0.56	11.11 b

150	0.61	12.02 a
-----	------	---------

* Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de DMS ($\alpha \leq 0.05$).

Contenido de Proteína

El análisis de varianza para contenido de proteína indicó diferencias significativas para los niveles de nitrógeno y no se encontraron diferencias significativas para los niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de varianza para contenido de proteína de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
Bloques	2	1.83	0.912	1.64ns	3.44	5.72
N	3	32.03	10.67	19.21**	3.05	4.82
P	2	1.58	0.791	1.42ns	3.44	5.72
N x P	6	3.49	0.583	1.05ns	2.55	3.76
E. Exp	22	12.28	0.556			
Total	35	51.17	1.462		C.V.= 3.92 %	

En el Cuadro 17 se presentan las medias para proteína obtenida con los diferentes niveles de nitrógeno. La aplicación de nitrógeno incrementó el contenido de proteína en comparación al testigo. El contenido de proteína para el testigo fue de 9.44 % y para la aplicación de 50 kg de N/ha fue de 9.91 % siendo estadísticamente igual al testigo. Cuando se aplicaron 100 kg de N/ha se obtuvo un 11.11 % de proteína siendo estadísticamente diferente al testigo y a la dosis de 50 kg de N/ha y con la aplicación de 150 kg de

N/ha el contenido de proteína fue de 12.02 % siendo este resultado estadísticamente diferente al resto de los tratamientos.

EL zacate panizo azul tiene una gran habilidad para producir forraje con un alto contenido de proteína que resulta en una demanda alta de nitrógeno; cuando no se fertiliza, el resultado son plantas faltas de vigor y cloróticas (Mutz y Drawe, 1983). Ellos reportaron contenido de 16.9 % de proteína cruda cortando cada cuatro semanas y fertilizando con 312 kg/ha de nitrógeno. Miller (citado por Wright, 1966) reportó un valor promedio de 18.9 % de proteína cruda. Los valores obtenidos en este experimento se consideran aceptables debido a que cuando se realizó el corte las plantas estaban en una etapa fenológica madura, se demuestra en el contenido alto de fibra cruda.

Con los dos niveles de fósforo (60 y 120 kg/ha) no se encontró diferencia significativa. El contenido de proteína para el testigo fue de 10.84 % y para las aplicaciones de fósforo 60 y 120 kg/ha los contenidos de proteína fueron de 10.26 y 10.76 % respectivamente.

Los análisis de varianza para contenido de cenizas, extracto etéreo, y fibra cruda (Cuadros A18, A20 y A22), no detectaron diferencias significativas para los niveles de nitrógeno, fósforo y la interacción. El análisis de varianza para extracto libre de nitrógeno (Cuadro A24), indicó diferencias significativas para los niveles de nitrógeno y la interacción y no se encontró diferencia para los niveles de fósforo. Las medias para contenido de cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno se presentan en el Cuadro 19.

Miller (citado por Wright, 1966) reportó valores promedio de 2.3 % de extracto etéreo, 23.5 % de fibra cruda, 13.1 % de cenizas y 42 % de extracto libre de nitrógeno.

Cuadro 19. Contenido de cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno de panizo azul a diferentes niveles de nitrógeno. 1996.

NITROGENO (kg/ha)	CENIZAS (%)	EXTRACTO ETEREO (%)	FIBRA CRUDA (%)	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO (%)
00	10.09	1.56	34.48	38.71 a*
50	9.55	1.41	34.37	38.84 a
100	10.42	1.32	34.24	37.29 b
150	10.07	1.30	34.24	37.09 b

* Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba DMS ($\alpha \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en la investigación realizada se llegó a las conclusiones siguientes:

La aplicación de nitrógeno incrementa la producción de forraje de panizo azul siendo la cantidad más adecuada 100 kg/ha después de cada corte.

La fertilización con nitrógeno aumenta el contenido de proteína del forraje de panizo azul encontrándose respuesta todavía a las aplicaciones de 150 kg/ha de nitrógeno.

La aplicación de fósforo no mejora la producción ni la calidad del forraje de panizo azul.

LITERATURA CITADA

- Anderson, D., L.P. Hamilton, H.G. and R.R. Humphrey. 1957. Reseeding desert grassland ranges in Southern Arizona. Agricultural Experiment Station. University of Arizona. Tucson, Arizona. Bulletin 249. 26 p.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington, D.C. U.S.A.
- Arizona Interagency Range Technical Sub-Committee. 1973. Guide to improvement of Arizona rangeland. The University of Arizona, Extension Service and Agricultural Experiment Station. Bulletin A-58.
- Brown, W.V. 1948. A Cytological study in the Gramineae. Amer. J. Bot. 35:382-395.
- _____. 1951. Chromosome numbers of Texas grasses. Canadian Journal of Botany 46:1315-1325.
- Burton, G.W. 1942. A Cytological study of some species in the tribe Paniceae. Amer. J. Bot. 29: 353-359.
- Cantú, J. E. 1989. 150 Gramíneas del Norte de México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Torreón Coahuila.
- Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de Zonas Aridas (CNIZA). 1972-1973. Informe Anual. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de Zonas Aridas (CNIZA). 1974. Informe Anual. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Conrad, B.E. 1976. Forage and animal production programs for South Texas in: Grasses and Legumes in Texas-development, production, and utilization. Texas.

Agricultural Experiment Station. College Station,
Texas. Research Monograph 6. 43 p.

- Donahue, R.L., E.F. Evans y L.I. Jones. 1956. La explotación racional de los pastos y praderas artificiales. Primera edición en español (1962). Editorial Continental, S.A. México, D.F. p. 137.
- Douglass W. King Co. 1975. Grass Seed Catalog.
- Gómez M., S. y J. González D. 1993. Respuesta del zacate klein a la fertilización con nitrógeno y fósforo. Memorias del IX Congreso Nacional Sobre el Manejo de Pastizales. Hermosillo, Sonora. P. 42.
- González D., J.R. y S. Gómez M. 1991. Persistencia bajo temporal de varias gramíneas. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Campo Experimental de Zonas Áridas de Ocampo, Coahuila. Resúmenes del Día de Demostración del 20 de Septiembre.
- _____. 1992. Evaluación de ocho materiales de panizo azul. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Campo Experimental de Zonas Áridas de Ocampo, Coahuila. Resúmenes del Día de Demostración del 24 de Septiembre. 21 p.
- _____. 1993. Potencial y dinámica de la producción de forraje de ocho materiales de panizo azul. Memorias del IX Congreso Nacional Sobre Manejo de Pastizales. Hermosillo, Sonora. P. 30.
- Gould, F.W. 1951. Grasses of Southwestern United States. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona p.292.
- _____. 1968. Chromosome numbers of Texas grasses. Canadian Journal of Botany 46: 315-325.
- Hanson, A.A. 1972. Grass varieties in the United States. Agricultural Research Service. USDA. Agriculture Handbook N° 170.
- Harlan, J.R. 1952. Blue panic (*Panicum antidotale* Retz). Oklahoma A&M College. Stillwater. Forage Crops Leaflet No. 6.
- Holt, E.C. 1967. Sustained production of blue panicgrass, *Panicum antidotale* Retz., as influenced by management practices. Agronomy Journal 59: 309-311.

- Holt, E.C. and E.C. Bashaw. 1976. Developing improved grasses and legumes In: Grasses and Legumes in Texas-development, production and utilization. Texas Agricultural Experiment Station. College Station, Texas. Research Monograph 6. p. 9.
- Holt, E.C. and G. W. Evers. 1976. Establishment, management, and seed production In: Grasses and legumes in Texas-development, production and utilization. Texas Agricultural Experiment Station. College Station, Texas. Research Monograph 6. pp. 12-13.
- Mutz, J.L. and Drawe. 1983. Clipping frequency and fertilization influence herbage yields and crude protein content of four grasses in South Texas. Journal of Range Management 36: 582-585.
- Roundy, B.A., V.K. Winkel, J.R. Cox, A.K. Dobrenz, and H. Tewolde. 1993. Sowing depth and soil water effects on seedling emergence and root morphology of three warm-season grasses. Agronomy Journal 85: 975-982.
- Stewart, A.E. 1967. Establishing vegetative cover with saline water. Agricultural Experiment Station. New Mexico State University. Bulletin 513.
- Thompson, L.F. and C.C. Schaller. 1960. Effect of fertilization and date of planting on establishment of perennial summer grasses in South Central Oklahoma. Journal of Range Management 13: 70-72.
- Wheeler, W.A. and D.D. Hill. 1957. Great plains grasses. In: Wheeler, W.A. (Ed.). Grasslands seeds. D. Van Nostrand Company. Princeton, N.J. 590 p.
- Whyte, R.O., T.R.G. Moir and J.P. Cooper. 1959. Grasses in agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma. FAO Agricultural Studies No. 42. Pp.348-349.
- Wright, L.N. 1961. Root development of blue panicgrass. Progressive Agriculture in Arizona XIII: 3.
- _____. 1962. Root weight and distribution of blue panicgrass, *Panicum antidotale* Retz. as affected by fertilizers, cutting height, and soil-moisture stress. Agronomy Journal 54: 200-202.

_____.1966. Blue panicgrass for Arizona and the Southwest. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 173. University of Arizona. Tucson Arizona.

Wright, L.N. and R.L. Hall. 1965. Cytological investigations of blue panicgrass. Journal of the Arizona Academy of Science 3: 136-141.

Yearbook of Agriculture. 1948. Grass. United States Department of Agriculture. 756 p.

