

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Producción Forrajera y Dinámica del Rendimiento en Zacate Panizo
Azul (*Panicum antidotale* Retz.) bajo Fertilización y Riego

Por:

ROSALBA ROSALES ROSAS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril del 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Producción Forrajera y Dinámica del Rendimiento en Zacate Panizo
Azul (*Panicum antidotale* Retz.) bajo Fertilización y Riego

POR:

ROSALBA ROSALES ROSAS

TESIS

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial para Obtener el Título de

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor Principal

M.C. Susana Gómez Martínez

Sinodal

Sinodal

Dr. Jorge R. González Domínguez

Ing. Héctor E. González Domínguez

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Carlos J. de Luna Villarreal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril del 2000

DEDICATORIA

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Que me dio la fe, la esperanza y la fortaleza para salir adelante. Quien me ha iluminado en todos los momentos de mi vida.

Con todo cariño y respeto dedico este trabajo a mis padres:

Sr. Emiliano Rosales Valero

Y

Sra. Ma. Magdalena Rosas Carrales

- *Por darme la vida, amor, apoyo y comprensión.*
- *Por todos los momentos de sacrificio y esfuerzo que realizaron.*
- *Porque han inculcado en mi un espíritu de superación y trabajo.*
- *Porque a pesar de las diferencias que tenemos, son lo más valioso que me ha brindado el Señor.*
- *Por esto y más. MIL GRACIAS.*

A MIS HERMANOS: *Yesenia, Rodolfo, Héctor, Magnolia y Edgar*

Por haber compartido momentos de tristeza y alegría. Porque a pesar de las dificultades y diferencias que entre nosotros existen los quiero por sobre todas las cosas. Les deseo lo mejor de la vida.

A MIS ABUELITOS:

Por el amor y cariño que me brindaron. Por preocuparse por mí, por sus consejos y los buenos deseos que de ustedes recibí.

A MI SOBRINA SARAHI:

A quien quiero mucho y que espero que algún día lea este trabajo, forjándose en sus metas para ser mejor cada día.

A MI NOVIO: Casto Vázquez Méndez

Por todos los momentos que vivimos juntos, por las tristezas y alegrías, por tus regaños y tus consejos. Te deseo lo mejor a donde quiera que vayas y con quien te encuentres.

A MIS AMIGOS:

Como testimonio a los felices momentos que compartimos durante nuestra formación profesional.

A MI QUERIDA:

“ ALMA MATER ”

Por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

A LOS CATEDRATICOS DE NUESTRA UNIVERSIDAD:

Especialmente a los de la División de Ciencia Animal por los conocimientos que me impartieron durante el paso en distintas aulas de esta bendita casa de estudios.

A ESTEBAN A. GOPAR ESCAMILLA:

Por su valiosa colaboración en todo momento que hizo posible la finalización de mi trabajo, te deseo sinceramente lo mejor de la vida y que sigas adelante .

A las laboratoristas del área de Ciencias Básicas: Q.F.B. Ma. del Carmen Julia García. L.C.N. Graciela Martínez Leija. y a la L. C. N. Laura Maricela Lara López del laboratorio de Reproducción Animal por su amistad brindada.

A la L.T.S. Brenda E. García por su apoyo moral y por su amistad.

A todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron con mi formación profesional y en la realización de esta tesis y que involuntariamente han quedado omitidas.

AGRADECIMIENTOS

ING. M. C. SUSANA GOMEZ MARTINEZ:

Por haberme brindado la oportunidad y confianza de realizar este trabajo de tesis. Por su valioso tiempo y gran apoyo durante el desarrollo del presente trabajo; así como por sus aportaciones y sugerencias realizadas.

DR. JORGE R. GONZALEZ DOMINGUEZ:

Por su colaboración en la revisión del presente trabajo y por las sugerencias realizadas al mismo.

A los señores Salvador Ruíz C. y Salvador Salas S. por su colaboración en los trabajos de bodega y por su amistad.

INDICE

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	vi
INDICE DE CUADROS	ix
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Origen y Distribución	4
Adaptación	5
Descripción Morfológica	6
Citología y Reproducción	7
Características Agronómicas	7
Rendimiento de Forraje	7
Aprovechamiento	9
Valor Nutricional	10
Gustosidad	11
Fertilizantes Químicos	12
Fertilización Nitrogenada	12
Fertilización Fosfatada	14
MATERIALES Y METODOS	17
Localidad Experimental	17
Localización Geográfica	17
Clima	17
Suelo	19
Material Genético	19
Siembra y Transplante	20

Diseño Experimental	20
Aplicación de los Tratamientos	21
Variables Evaluadas	22
Rendimiento de Forraje Verde	22
Rendimiento de Forraje Seco	22
Altura de Planta	22
Número de Entrenudos	23
Longitud de Entrenudos	23
Número de Culmos por Planta	23
Peso de Planta	23
Peso de Culmos y Hojas	24
Relación Hoja-Culmo	24
Análisis Estadístico	24
RESULTADOS Y DISCUSION	25
Rendimiento de Forraje Verde	25
Rendimiento de Forraje Seco	31
Altura de Planta	37
Número de Entrenudos	38
Longitud de Entrenudos	40
Número de Culmos	41
Peso de Culmos y Hojas	43
Relación Hoja-Culmo	45
Peso de Planta	46
CONCLUSIONES	47
LITERATURA CITADA	49
APENDICE	55

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1.	Datos Climatológicos del Municipio de Zaragoza, Coah., 1998. -----	18
2.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., abril 1998. -----	25
3.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., junio 1998. -----	26
4.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., agosto 1998. -----	26
5.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza Coah., octubre 1998. -----	27
6.	Comparación de medias para rendimiento de forraje verde con diferentes niveles de nitrógeno en panizo azul. Zaragoza, Coah., 1998. -----	28

7.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., abril 1998. -----	31
8.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza Coah., junio 1998. -----	32
9.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., agosto 1998. -----	32
10.	Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	33
11.	Comparación de medias para rendimiento de forraje seco con diferentes niveles de nitrógeno en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., 1998. -----	34
12.	Análisis de varianza para altura de planta bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	37
13.	Comparación de medias para altura de planta, número de entrenudos, longitud de entrenudos y número de culmos por planta con diferentes niveles de nitrógeno en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., 1998. -----	38

14.	Análisis de varianza para número de entrenudos bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	39
15.	Análisis de varianza para longitud de entrenudos bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	40
16.	Análisis de varianza para número de culmos por planta bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	41
17.	Análisis de varianza para peso de culmos por planta bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	43
18.	Análisis de varianza para peso de hojas bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	43
19.	Comparación de medias para peso de culmos, peso de hojas, relación hoja-culmo y peso de planta con diferentes niveles de nitrógeno en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., 1998. -----	44
20.	Análisis de varianza para relación hoja-culmo bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	45

21.	Análisis de varianza para peso de planta bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	46
A1.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., abril 1998. -----	56
A2.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., abril 1998. -----	56
A3.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., junio 1998. -----	57
A4.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., junio 1998. -----	57
A5.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., agosto 1998. -----	58
A6.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., agosto 1998. -----	58

A7.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. ----	59
A8.	Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998 -----	59
A9.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., abril 1998. -----	60
A10.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., abril 1998. -----	60
A11.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., junio 1998. -----	61
A12.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., junio 1998. -----	61
A13.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., agosto 1998. ----	62

A14.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., agosto 1998. -----	62
A15.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. ----	63
A16.	Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	63
A17.	Concentración de datos para altura de planta (m) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	64
A18.	Concentración de datos para altura de planta de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	64
A19.	Concentración de datos para número de entrenudos de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	65
A20.	Concentración de datos para número de entrenudos de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	65

A21.	Concentración de datos para longitud de entrenudos (cm) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	66
A22.	Concentración de datos para longitud de entrenudos de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	66
A23.	Concentración de datos para número de culmos por planta de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. ----	67
A24.	Concentración de datos para número de culmos por planta de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	67
A25.	Concentración de datos para peso de culmos (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	68
A26.	Concentración de datos para peso de culmos por planta de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	68
A27.	Concentración de datos para peso de hojas (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	69

A28.	Concentración de datos para peso de hojas de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998 -----	69
A29.	Concentración de datos para relación hoja-culmo de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	70
A30.	Concentración de datos para relación hoja-culmo de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	70
A31.	Concentración de datos para peso de planta (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	71
A32.	Concentración de datos para peso de planta de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998. -----	71

INTRODUCCION

El estado de Coahuila ocupa el tercer lugar en extensión territorial en la República Mexicana, con una superficie de 151,171 Km²; de ésta, el área susceptible de ser cultivada es de 451,265 ha, que representan el 2.97 %; la superficie dedicada a la actividad ganadera es de 9'434,519 ha, que equivale al 62.4 %; las áreas dedicadas a la actividad forestal son de poca importancia ya que en conjunto suman tan solo 502,000 ha, representando el 3.3 % de la extensión total del estado (SARH, 1981).

De acuerdo a esta información y a sus características fisiográficas y climáticas el estado de Coahuila se ha clasificado como una entidad eminentemente ganadera. Sin embargo, esta actividad se encuentra actualmente en una situación crítica, debido principalmente a la sobreexplotación que por años han estado sujetos los agostaderos y actualmente la capacidad de los agostaderos está muy por debajo de su potencial de producción, lo que ha propiciado que las praderas naturales estén desapareciendo.

De la superficie total para la actividad ganadera, 8'370,543 ha son de agostadero y 1'063,976 ha, se utilizan para praderas artificiales. El modo de explotación extensivo se practica principalmente en el norte y centro del estado, debido principalmente a las condiciones ecológicas y fisiográficas, así como a la baja precipitación que no permite el establecimiento de cultivos agrícolas; estas regiones representan el 86.3 % del total de la superficie ganadera en la entidad.

En general la ganadería bovina productora de carne se ha caracterizado por presentar bajos niveles de producción, debido principalmente a la pobre alimentación y degradación del agostadero, así como al crecimiento desmedido de los hatos. Como consecuencia, las explotaciones no logran obtener ganancias económicas suficientes para justificar la inversión en ganado y los demás gastos que realizan de tal manera que la relación costo/beneficio por lo general resulta baja.

Una de las alternativas de solución es la resiembra de agostaderos utilizando pastos introducidos, ya que estos poseen mayor potencial de producción que las especies nativas. El panizo azul (*Panicum antidotale* Retz.) es un pasto introducido que presenta buenas características agronómicas como son: buena calidad de forraje cuando es fertilizado, alto potencial de producción de forraje y resistencia a la sequía. Esta especie puede ser utilizada tanto en la ganadería extensiva como en el establecimiento de praderas para la producción intensiva de forraje que permita disponer de reservas para la época crítica del año, permitiendo de esta forma mejorar la alimentación del ganado. Debido a que los pastos son, en la actualidad, la fuente de alimentación más barata, se pueden establecer praderas en donde se desarrolle cualquier sistema de producción pecuaria a un nivel intensivo, ya que en ellas se pueden realizar todas aquellas prácticas que incrementen la productividad de los hatos.

Estudios realizados por el Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de Zonas Áridas (CNIZA), en los años 1972-1973 sobre la adaptabilidad de panizo azul en estas regiones, demostraron que de 23 especies forrajeras nativas e introducidas establecidas en Matehuala S.L.P el panizo azul ocupó el primer lugar en producción de forraje, recuperación a heladas y sequías (CNIZA, 1974). En la localidad de Cuencamé, Dgo. ocupó el tercer lugar en establecimiento.

En Ocampo, Coahuila, en julio de 1984, se estableció un lote de observación de 67 materiales de zacates, incluyendo 18 materiales de panizo azul. En observaciones de 1984 a 1989 bajo condiciones de temporal destacó el panizo azul como la especie de mayor persistencia a finales de invierno y algunas líneas con mayor rapidez de rebrote a principios de primavera. En este lote se seleccionaron los 8 materiales con más alta producción de forraje para evaluarlos bajo riego en Ocampo, Coah. Sin embargo en tres años de evaluación no se encontró diferencias significativas entre materiales (González y Gómez, 1993). Aún cuando se tienen reportes de S.L.P, Coahuila y Durango sobre la buena adaptabilidad del panizo azul a estas regiones, no existe investigación sobre el potencial forrajero de esta especie con prácticas de fertilización.

OBJETIVO GENERAL

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

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar la respuesta del rendimiento de forraje del zacate panizo azul con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo bajo condiciones de riego en Zaragoza, Coahuila.
2. Evaluar la respuesta de los componentes del rendimiento del zacate panizo azul a la fertilización nitrogenada y fosfatada bajo condiciones de riego.

3. Evaluar la persistencia del zacate panizo azul al tercer año de establecimiento con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo bajo las condiciones de Zaragoza, Coahuila.

REVISION DE LITERATURA

Origen y Distribución

Harlan (1952) reportó al zacate panizo azul (*Panicum antidotale* Retz.) como originario de India y Australia; según él, el material que se estaba utilizando en los Estados Unidos en los cincuentas, fue introducido de Australia.

De acuerdo al Yearbook of Agriculture (1948), *Panicum antidotale* es originario de Australia. Así mismo Gould (1951) y Trew (1954) reportaron al panizo azul como nativo de Australia; sin embargo, catálogos descriptivos de la flora de Queensland por Bayle, a fines del siglo XIX no incluyen al panizo azul dentro de sus especies nativas (Wright, 1966).

Marriott (citado por Wright, 1966) reportó que *Panicum antidotale* fue introducido a Australia, probablemente desde 1900 y tuvo una amplia adaptación en la región Oeste de Rockhampton, Queensland. Así mismo estableció que *Panicum cymbiforme* Hughes, un zacate anual distribuido a través del noreste de Australia, era antiguamente llamado *Panicum antidotale*. Por lo anterior, Wright (1966) concluye que *Panicum antidotale* es nativo del sur de Asia y no de Australia.

Según Whyte *et al.* (1959), el panizo azul llegó de la India en dirección oeste hasta Arabia y en dirección este hasta Australia. En los Estados Unidos el zacate panizo azul se introdujo en 1912 para controlar la erosión, en las llanuras que se inundan, y como barrera rompevientos en el Sur de Texas (Whyte *et al.*, 1959). Se encuentra distribuido en el sur de Estados Unidos

aunque también en la parte centro y oeste. En México se distribuye principalmente en el norte del país (Cantú, 1989).

El género *Panicum*, comprende cerca de 500 especies, las cuales están distribuidas en las regiones tropicales y templadas del mundo. Hay más de 150 especies nativas desarrolladas en los Estados Unidos. *Panicum antidotale* se adapta mejor en áreas semiáridas y áridas del suroeste de este país (Wright, 1966).

Adaptación

El zacate panizo azul se adapta a los climas tropicales y subtropicales con lluvias en verano; es resistente a la sequía, pero muy susceptible a los daños por heladas y se desarrolla bien en suelos ligeros y arenosos (Whyte *et al.*, 1959)

En México el zacate panizo azul se adapta mejor a regiones de clima cálido con elevaciones menores de 1800 msnm. Su crecimiento es lento en climas templados y fríos y se suspende con la primera helada. En el Valle de México, las heladas no llegan a matar a la planta ya que vuelve a brotar en la primavera; tiene un buen desarrollo en Veracruz y en el Bajío. Bajo condiciones de riego prospera muy bien en Nuevo León y Chihuahua (Buller *et al.*, 1955).

Este zacate de tierra caliente, se encuentra en elevaciones moderadamente bajas, en áreas irrigadas que tienen fácil acumulación de humedad, es común en pastizales y valles, tolera suelos alcalinos y se adapta a suelos arcillosos (Cantú, 1989).

Descripción Morfológica

En Arizona el zacate panizo azul se ha descrito como una especie de crecimiento alto, con tallos de 1.5 a 2.5 m de altura, con un desarrollo basal fuerte. Produce inflorescencias en forma de panículas abiertas sobre numerosas ramas (Wright, 1966).

De acuerdo a Whyte *et al.* (1959) el panizo azul es perenne, vigoroso, con una gran producción de hojas y ramas y se propaga mediante rizomas o estolones fuertes, tiene tallos florales que alcanzan 2 m de altura; hojas verde - azuladas de 15 a 60 cm de longitud. El sistema radicular es profundo, perenne, se produce en manojos y alcanzan una altura de 90 a 125 cm (Donahue *et al.*, 1956; Buller *et al.*, 1955).

El zacate panizo azul ha sido descrito en varias publicaciones (Hitchcock, 1971; Hanson, 1972) como una especie perenne de 0.90 metros de altura pero puede crecer hasta 2 metros; hojas elongadas, planas, 5-15mm de ancho, lisas, de color verde-azulado. Panículas de 20-30 cm de largo, la mayoría de las ramas florales ascendentes; espiguillas de 2.5 a 3 mm de largo; su sistema radicular es profundo y forma coronas duras por medio de rizomas cortos y gruesos.

El panizo azul es un zacate alto, hojas anchas, con sistema radicular y crecimiento basal pesado; tiene buen potencial de producción de semilla (Yearbook of Agriculture, 1948). En Oklahoma, Harlan (1952) lo describió como un pasto de crecimiento alto con cañas que alcanzan una altura de 1.5 a 2 metros, tiende a ramificarse, hojas anchas, verde pálido o azulado dependiendo de la fertilidad del suelo, extremadamente vigoroso y buen productor de forraje cuando la fertilidad del suelo es alta.

Citología y Reproducción

Burton (1942) realizó un estudio citológico en algunas especies de la familia Paniceae incluyendo *Panicum antidotale*, en el zacate panizo azul se observaron 18 cromosomas. Datos reportados indican que en el género *Panicum* predomina el número cromosómico básico $X=9$, por lo que el panizo azul fue considerado diploide ($2n = 18$). Este número cromosómico también fue reportado por Brown (1951).

En *Panicum* el número cromosómico predominante es $X=9$. Sin embargo, han sido reportados como número básico para una especie $X=7$ y $X=10$ para varias especies (Brown, 1948, 1950; Carnahan y Hill, 1961; Myers, 1947). La aneuploidia ha sido reportada en tres especies y en cuatro especies reproducción por apomixis (Carnahan y Hill, 1961).

Wright y Hall (1965) estudiaron 19 entradas de panizo azul y en todas se observó un número de 18 cromosomas, el comportamiento meiótico en estos materiales fue normal. La megasporogénesis y megagametogénesis fueron normales, el ovario fue del tipo anátropo con un saco embrionario maduro monospórico, octanucleado tipo *polygonum*. No hubo evidencia que sugiriera la reproducción apomíctica, ya que la diferenciación del embrión fue normal. El embrión estuvo anatómicamente maduro de 12 a 14 días después de la polinización.

Características Agronómicas

Rendimiento de Forraje

El zacate panizo azul por su rápido crecimiento produce grandes cantidades de forraje apetecible para el ganado (Whyte *et al.*, 1959). Los más altos rendimientos de forraje verde se obtienen de mayo a octubre y provee de forraje seco durante finales de otoño y el invierno después de que ha madurado (Cantú, 1989).

Las plantas generalmente son robustas con tallos suculentos inicialmente, pero se vuelven leñosos en la madurez (Holt y Bashaw, 1976). Usualmente tiene buen vigor los primeros años después del establecimiento, pero cuando se usa en mezclas para resiembra en agostaderos tiende a ser sustituido por las otras especies de la mezcla, después de pocos años (Conrad, 1976).

Varios autores han reportado que el panizo azul tiene un alto potencial de rendimiento cuando se establece bajo niveles adecuados de nitrógeno y humedad (Wright, 1966). En Marruecos el zacate establecido a una distancia de 0.45 m entre plantas y surcos, ha producido en cultivo de secano de 20 a 25 t/ha y bajo riego de 35 a 40 t/ha de forraje verde.

Resultados experimentales en Arizona, han reportado un consumo de 195 kg de agua para producir 1 kg de materia seca de panizo azul, siendo este el uso más eficiente del agua combinado con la mayor producción de forraje seco (47.4 t/ha) cortando a 30 cm del suelo cuando la mayoría de las espigas estuvieron emergidas (Wright y Dobrenz, 1970). Holt y Evers (1976) reportan rendimientos de 20.8 toneladas de materia seca por año con aplicaciones de 1,077 kg de N/ha con una frecuencia de corte de 9 semanas. En Arizona se han reportado rendimientos de 40 toneladas de materia seca por año con contenidos de proteína de 18 % bajo condiciones de riego y fertilización (Wright, 1962).

Investigaciones en Arizona sobre la habilidad del panizo azul para producir buena calidad de forraje bajo riego, mostraron que la producción incrementó significativamente, con aplicaciones de fertilizante nitrogenado de 589 kg/ha el primer año y de 785 kg/ha el segundo año, sin embargo, aplicaciones de 785 kg/ha y 982 kg/ha no fueron significativamente diferentes ninguno de los dos años.

Wright, citado por Wright (1966) sugiere que la aplicación de 112 kg de N/ha después de cada cosecha, con cinco a seis cosechas por año permitiría una producción más uniforme durante el año. Trew (1954) en un experimento bajo condiciones naturales de precipitación, estableció que el panizo azul declinó su producción el segundo y tercer año debido a la falta de nutrientes para la planta.

Wright (1966) reportó que el rendimiento de forraje de panizo azul no fue influenciado por fósforo o potasio o sus combinaciones a cualquier nivel de nitrógeno utilizado en su estudio. Sin embargo, Thompson y Schaller (1960) observaron que durante el año de siembra el crecimiento y el establecimiento del zacate se vieron muy favorecidos con la fertilización combinada de nitrógeno y fósforo que ocasionan incrementos marcados en la producción que no se logran aplicando uno u otro elemento de manera individual. Según estos autores aplicaciones de 5.6 – 11.2 kg/ha de nitrógeno conjuntamente con 11.2 kg/ha de fósforo fueron suficientes para obtener una respuesta máxima; los pastos que tienen fuerte vigor de plántula como el panizo azul y switchgrass, responden a niveles de fertilización tales como 5-20-0 y 10-20-0.

Aprovechamiento

El panizo azul puede ser utilizado bajo varios sistemas de cultivo, ya que muestra un potencial sobresaliente en los pastizales desérticos, en la producción de forraje bajo riego y para crecimiento en condiciones limitadas de humedad (Wright, 1966). Se utiliza para pastoreo, para corte, como heno y ensilado; es una especie usada comúnmente en programas de siembra después de un control de arbustos (Cantú, 1989). Como es un zacate que se endurece rápidamente debe aprovecharse de preferencia antes de la floración, cuando todavía está tierno (Flores, 1986).

El panizo azul es usado extensivamente para resiembras en el sur de Texas en el área del Valle del Río Grande. Puede ser utilizado indistintamente para pastoreo o para corte, proporcionando en ambos casos un rendimiento de forraje bastante aceptable. Sin

embargo, el pastoreo debe realizarse hasta que la planta esté definitivamente desarrollada para que no se destruya su raíz (Flores, 1986). En Oklahoma es utilizado en praderas para semilla y producir heno y ensilaje (Whyte *et al.*, 1959).

En los Estado Unidos, fue introducido en 1912 para controlar la erosión en las llanuras que se inundan, y como barrera rompevientos en el Sur de Texas (Whyte *et al.*, 1959). A causa de su crecimiento denso, ha sido usado para rompevientos en el bajo valle (Conrad, 1976) y en mezclas para resiembras, obteniendo buenas ganancias de carne (Wheeler y Hill, 1957).

Valor Nutricional

Según Trew y Hoveland, citados por Wright (1966), el panizo azul tiene altos contenidos de proteína (14.10 %) y ácido fosfórico (0.81 %) bajo condiciones de la estación cálida de crecimiento en Texas. El forraje es de buena calidad y es muy rico cuando está tierno, su valor nutritivo disminuye al alcanzar su madurez (Buller *et al.*, 1955). Miller, citado por Wright (1966), reportó valores promedio de 18.9 % de proteína cruda, 2.3 % de extracto etéreo, 23.5 % de fibra cruda, 13.1 % de cenizas, 42 % de extracto libre de nitrógeno, 0.61 % de calcio, 0.26 % de fósforo y 8.8 % de lignina.

Flores (1986) reportó valores promedio de nutrientes de: 15.6 % de proteína cruda, 1.4 % de grasa cruda, 23.9 % de fibra cruda, 29.5 % de extracto libre de nitrógeno y 9.4 % de cenizas, agregando que este pasto es muy succulento, el análisis indicó que su calidad es bastante aceptable y que no se presentan problemas por timpanización o intoxicación por ácido prúsico.

A pesar de las dificultades para comparar dos especies muy diferentes el zacate panizo azul se comparó favorablemente con la alfalfa (Kezer, citado por Wright, 1966). Él 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.

Jiménez (1998) reportó que el contenido de proteína se incrementó en forma significativa con respecto al testigo cuando se aplicó N a razón de 100 kg/ha y un aumento en forma significativa sobre el testigo y sobre el nivel de 100 kg de N cuando se fertilizó a razón de 150 kg de N/ha. Los valores promedio con esta dosis fueron: 12.02 % de proteína, 10.07 % de cenizas, 1.30 % de extracto etéreo, 34.24 % de fibra cruda y 37.09 % de extracto libre de nitrógeno

Gustosidad

El zacate panizo azul es una especie que produce grandes cantidades de forraje de buena calidad y aceptación por el ganado (Donahue *et al.*, 1956; Flores, 1986; Whyte *et al.*, 1959). Su valor forrajero es bueno a pesar de su tosquedad, ésta se debe principalmente a los grandes volúmenes de forraje que produce y a que es altamente palatable, una vez seco su calidad es regular (Cantú, 1989).

La gustosidad de esta especie es de buena a excelente, las cañas con crecimiento activo son comidas por el ganado; las cañas más viejas son usualmente desprovistas de sus hojas y cortadas por el ganado, pero no son aceptadas. La poda induce la ramificación y los brotes jóvenes son nuevamente ingeridos por los animales, produciendo eventualmente en las cañas un crecimiento muy ramificado conocido como “escoba de bruja” (Harlan, 1952).

Fertilizantes Químicos

Fertilizante es la substancia que contiene uno, o más, elementos químicos nutritivos para las plantas, en formas que puedan ser absorbidos por ellas y que favorecen su desarrollo (Garman, 1988). Son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales de su crecimiento y desarrollo (Rodríguez, 1992).

Las plantas no pueden usar los macronutrientes en su forma elemental. El nitrógeno es un gas incoloro y el fósforo elemental se inflama cuando se expone al aire. Para ser aprovechables por las plantas, estos elementos deben asociarse con otros elementos determinados, en forma de compuestos específicos. Debido a esto, la cantidad presente del elemento nutritivo, en cualquiera de sus compuestos, es solamente una parte del peso total de éstos (Garman, 1988).

Fertilización Nitrogenada

La fertilización con nitrógeno no solamente aumenta los rendimientos, sino también el contenido de proteínas del pasto, la proteína del grano es más difícil aumentarla. El N favorece el crecimiento “en vicio”; las plantas crecen altas, pero no fructifican bien y el sistema radicular no está bien desarrollado; en el caso de los pastos las altas dosis de N combinadas con sobrepastoreo, terminan con los pastos, por lo tanto la fertilización nitrogenada debe combinarse con retardadores de crecimiento (Papadakis, 1979).

La mayor parte del nitrógeno aplicado con los fertilizantes está en forma nítrica o amoniacal, ambas son muy solubles. El nitrógeno amoniacal es retenido con facilidad por los coloides del suelo, aunque los suelos calientes y bien aireados se transforman rápidamente en nitratos. Los nitratos permanecen principalmente en la solución del suelo y son muy sensibles al lavado. Las plantas ya establecidas utilizan la mayor parte del N en forma nítrica. El

nitrógeno no tendrá un buen efecto sobre las gramíneas de ciclo frío, si se aplica en el período de verano, ni sobre las especies de ciclo caluroso, si se aplica en la parte fría del año. Las aplicaciones fuertes de N bajo estas condiciones, pueden debilitar a la vegetación por agotamiento de las reservas de principios nutritivos, y hacer que las plantas resulten más susceptibles a la sequía, al frío o a daños por enfermedades (Hughes *et al.*, 1970).

Funciones del N en la Planta

- Produce un color verde intenso en las plantas.
- Rápido crecimiento.
- Incrementa la producción de hojas.
- Aumenta el contenido proteínico en los cultivos alimenticios y forrajeros.
- Es un elemento muy móvil. El N mineral (NO_3^- y NH_4^+) una vez en el interior de las células pasa a constituir las bases nitrogenadas para las distintas funciones fisiológicas. El N ingresa en la formación de los aminoácidos, después éstos entran en la síntesis de los prótidos y las proteínas del vegetal.

Síntomas Causados por la Deficiencia de Nitrógeno

De acuerdo a Garman (1988) la deficiencia de nitrógeno causa:

- Color verde amarillento enfermizo.
- Menor crecimiento.
- Debilitamiento de la planta.
- Caída de las hojas.
- Necrosis de tejidos (muerte).

Fertilización Fosfatada

Cuando el fertilizante fosfatado está desparramado y mezclado con el suelo la probabilidad de que una planta que está germinando encuentre un gránulo es muy baja a menos que se apliquen dosis muy altas. Esto explica porque la fertilización fosfórica es tan ineficiente. Mientras que con la fertilización nitrogenada el aumento de producción que se consigue contiene a menudo 50 % del N aplicado; con el P raramente esta proporción sobrepasa el 10 %. A menudo, la respuesta de las plantas al P es pequeña, cuando no se agrega N, pero es mayor cuando se suministran ambos nutrientes. El P, como elemento químico, no puede perderse del suelo, excepto si se pierde el suelo mismo (erosión), pero se inmoviliza. Por lo tanto, no se debe agregar sino el P necesario (Papadakis, 1979).

Las plantas por lo general requieren de fósforo en sus etapas iniciales justo después de su germinación, este período es de rápida multiplicación celular, se forman gran parte de los órganos, y como el P es el componente esencial de los núcleos de las células, la plántula depende mucho durante este período del P disponible. Una vez que la planta desarrolló su sistema radicular, el P del suelo es en muchos casos suficiente. Los residuos de plantas y animales del ecosistema, se depositan en la superficie del suelo y como el P tiene poca movilidad, y no se mueve del punto en el cual ha sido depositado, se forma una capa muy rica en P. Por lo tanto la respuesta de las plantas al P es, en general, buena al principio y la diferencia entre fertilizado y no fertilizado se reduce a medida que el cultivo crece (Papadakis, 1979).

Las formas de asimilación por parte de la planta son el fosfato monobásico ($\text{PO}_4 \text{H}_2^-$) y el bibásico ($\text{PO}_4 \text{H}_2^-$); el primero es de mayor utilización que el segundo. Estas formas de fosfatos se encuentran en una baja

proporción en el suelo pero la restitución es constante. El paso del fósforo asimilable a sus formas insolubles y no asimilables se conoce como la “ **fijación del P** ” o sea su “inmovilidad” como nutriente vegetal (Rodríguez, 1992).

El fósforo es susceptible de ser fijado, ya que la mayor parte de los suelos son capaces de retener grandes cantidades de este elemento, en formas que no son fácilmente utilizables por las plantas. Generalmente, no se recupera en la primera cosecha más de un 10 a un 20 % del P aplicado. Las aplicaciones anuales de fósforo determinan, una acumulación residual de este elemento en el suelo. El grado en que se pueda recuperar este fósforo residual varía, según las condiciones del suelo y de las cosechas. Cuando la fertilización se prolonga durante largos períodos, sólo un 10 % del fósforo recuperado procede de las aplicaciones en el mismo año, la mayor parte del P del 90 % restante existente en la cosecha, procede de aplicaciones de años anteriores. El movimiento del P en el suelo está limitado, en general de 2.5 a 5.0 cm como en el caso de la cal, influye en esto la cantidad aplicada, y con dosis fuertes, la penetración en algunos suelos puede extenderse a bastante profundidad. En el caso del P, casi no existe arrastre por lavado del suelo, prácticamente todo el P aplicado que no sea extraído por las cosechas o eliminado por la erosión, permanece en el suelo (Hughes et al., 1970).

Funciones del Fósforo

- Estimula el desarrollo y crecimiento radicular.
- Causa rápido y vigoroso desarrollo de las plantas.
- Acelera la maduración.
- Estimula la formación de la semilla.
- Proporciona vigor para el invierno a los granos sembrados en el otoño y a los cultivos para heno.

Síntomas Causados por la Deficiencia de Fósforo

Según Garman (1988), la falta de P causa:

- Hojas, ramas y tallos color púrpura.
- Lento crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Falta de germinación en granos pequeños.
- Bajo rendimiento de granos, frutos y semillas.

MATERIALES Y METODOS

Localidad Experimental

Localización Geográfica

El trabajo de investigación se desarrolló en el Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El Campo Experimental se localiza a 12 km del Municipio de Zaragoza, Coahuila, entre las coordenadas geográficas de 100° 55' longitud Oeste y 28° 33' latitud Norte. La altitud sobre el nivel del mar es de 350 metros.

Clima

La región presenta una fórmula climática $Bs_0 h x' (e)$ (según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García, 1987); lo que significa que se trata de un clima seco, semicálido, extremo, con lluvias intermedias entre el verano e invierno; presentando una precipitación invernal arriba del 10 %. La temperatura promedio anual es de 22 a 24° C y una precipitación promedio del rango de los 300–400 mm. Los vientos prevalecientes tienen dirección noroeste con velocidad promedio de 15 km/hr; la frecuencia anual de heladas es de 0 a 20 días, y granizadas de 1 a 2 días en la parte noreste del Municipio de Zaragoza y 0 a 1 en el resto.

Las temperaturas promedio mensual y la precipitación mensual en 1998 se presentan en el Cuadro 1. La precipitación total en 1998 fue de 424 mm y no se presentaron heladas durante el año de evaluación.

Cuadro I. Datos Climatológicos del Municipio de Zaragoza, Coah., 1998¹.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Promedio (° C)	9.8	9.1	12.5	16.3	23.8	26.9	27.2	25.6	23.0	19.4	16.2	7.6
Temperatura Máxima (° C)	29.0	34.0	42.0	40.0	43.0	45.0	41.0	41.0	39.0	39.0	32.0	30.0
Temperatura Mínima (° C)	3.5	1.0	4.0	8.0	15.0	21.0	24.0	21.0	14.0	14.0	12.0	- 0.5
Precipitación (mm)	-----	11.0	30.0	-----	-----	113.0	13.0	179.0	34.0	4.0	35.0	5.0

1. Fuente: Departamento de Meteorología de la U.A.A.A.N.

Suelo

El análisis de suelo realizado en 1996 en el sitio donde se estableció el experimento indicó que se trata de un suelo de textura arcillosa y franco arcillosa con un contenido de 22.5 a 25 % de arena, 35 a 40 % de limo y 37.5 a 42.5 % de arcilla. En lo que se refiere al pH este estuvo entre 8.24 a 8.30 que indica que el suelo tiene una alcalinidad media y no se consideró salino ya que la conductividad eléctrica fue menor de 2.5 mmhos/cm. Los valores de materia orgánica fueron de 1.19 a 1.70 % clasificando al suelo como mediano (1.0–2.0 %) en materia orgánica. El contenido de nitrógeno total varió de 0.085 a 0.096 por lo tanto se considera como un suelo pobre para este elemento (0.050 a 0.099). En lo que se refiere al fósforo fue de 31.60 a 39.25 ppm clasificándose como un suelo mediano (25 a 40 ppm). Con respecto al potasio el suelo se clasifica como medianamente pobre (81–100 ppm) debido a que su contenido varió de 82.13 a 97.64 ppm; por último el contenido de carbonatos fue de 45.5 a 50 % clasificándose como un suelo mediano (Jiménez, 1998).

Cabe mencionar que en el año de 1998, que fue el tercer año de evaluación y que corresponde a esta investigación, no se realizó análisis de suelo en el experimento.

Material Genético

El material que se utilizó en este experimento es el Panizo Azul 308 que proviene de una selección de especies forrajeras realizada por el Programa de Pastos de la UAAAN. Panizo azul 308 crece hasta 1.8 m de alto y las plantas producen 25 o más panículas. Es un material procedente de Italia y fue registrado en Estados Unidos con el número de introducción 308603. Durante seis años 17 materiales de panizo azul, junto con otras especies fueron evaluados bajo condiciones de temporal en Ocampo, Coahuila. Estas

observaciones permitieron seleccionar 8 materiales de panizo azul debido a su sobrevivencia a finales del invierno y rapidez en el rebrote a principios de primavera (González y Gómez, 1992).

Los ocho materiales seleccionados de panizo azul fueron evaluados durante 1990 a 1992 bajo condiciones de riego en Ocampo, Coahuila; aún cuando no se encontró diferencias significativas para rendimiento de forraje, el material 308603 fue el de mayor producción de forraje (González y Gómez, 1993). Por lo anterior fue seleccionado para evaluar su potencial forrajero con diferentes tratamientos de fertilización.

Siembra y Transplante

La siembra se realizó en uno de los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en cajas de poliuretano, depositando de 3 a 4 semillas por cavidad. El transplante se realizó manualmente cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 cm aproximadamente el día 20 de junio de 1996. En estas actividades no se participó ya que se efectuaron en el año 1996, y el objetivo del presente trabajo en 1998 fue recabar mayor información sobre el efecto del nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de forraje y componentes del rendimiento de panizo azul en el tercer año de establecimiento de las plantas.

Diseño Experimental

El experimento se estableció con 12 tratamientos y cuatro repeticiones, bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de los tratamientos, considerando el nitrógeno como factor A con cuatro niveles (0, 50, 100 y 150 kg/ha) y el fósforo como factor B con tres niveles (0, 60 y 120 kg/ha). Las parcelas experimentales fueron de tres surcos con 10 plantas por surco, con

una distancia entre surcos de 0.80 m y una distancia entre plantas de 0.50 m. Las ocho plantas del surco central constituyeron la parcela útil con una superficie de 3.2 m². La conducción del experimento se realizó bajo condiciones de riego.

Aplicación de los Tratamientos

El fertilizante fue aplicado después de cada corte de forraje, en bandas a un costado de cada hilera en un mismo sentido. Como fuente de nitrógeno se utilizó el sulfato de amonio y como fuente de fósforo el superfosfato simple. El sulfato de amonio es una sal cristalina, blanca y muy soluble en agua con poca higroscopicidad, es de fácil almacenamiento. Contiene 20.5 - 21% de N en forma amoniacal (NH₄⁻) siendo la utilización por parte de las plantas un poco más lenta que en el caso de los nitratos, pues debe pasar previamente a su forma nítrica (NO₃⁻) (Rodríguez, 1992). El superfosfato simple (PO₄)₂ H₄Ca contiene 18-20% de P (P₂O₅) y 28-31% de S (SO₃); debido a esto proporciona mejores resultados que los superfosfatos concentrados. La presentación es en polvo y en gránulos para evitar su inmovilización en el suelo, se usa en general en forma granulada (perdigones) (Papadakis, 1979).

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

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

Variables Evaluadas

Rendimiento de Forraje Verde

Esta variable se determinó en cuatro ocasiones durante 1998: el 28 de abril, 18 de junio, 21 de agosto y 17 de octubre. Se cortó y pesó el forraje de las ocho plantas que formaban la parcela útil, obteniéndose el rendimiento de forraje verde por unidad experimental, y por regla de tres simple se calculó el rendimiento por hectárea. En el cuarto corte se cortaron sólo seis plantas, ya que dos de ellas fueron tomadas al azar para la evaluación de otras variables.

Rendimiento de Forraje Seco

Para evaluar esta variable, se tomaron muestras de 500 gr de forraje en cada una de las parcelas, después de que se registró el peso de forraje verde. Estas muestras se colocaron en bolsas de papel y se trasladaron a la bodega para dejarse secar y en 15 días aproximadamente se pesaron. Una vez obtenido el peso seco de las muestras se calculó el rendimiento de forraje seco por unidad experimental mediante una regla de tres simple. Las muestras se tomaron en cada uno de los cortes de forraje verde que se realizaron durante 1998.

Altura de Planta

Para evaluar la altura de planta se realizó un sorteo entre las plantas de la parcela útil muestreándose dos de ellas, el dato se tomó desde la base de las plantas hasta el tallo más alto, se promedió la altura de las dos plantas para obtener el valor de cada unidad experimental.

Las siguientes variables se determinaron el 17 de octubre de 1998 únicamente en dos repeticiones.

Número de Entrenudos

Para evaluar esta variable se tomaron dos plantas de la parcela útil, se tomó el tallo más alto de cada una y se procedió a contar el número de entrenudos, se promediaron los datos para obtener el valor promedio para la unidad experimental.

Longitud de Entrenudos

A los culmos de las plantas que se utilizaron para determinar el número de entrenudos, se les midió la longitud de cada uno de ellos; se promediaron los valores de los culmos de cada planta y después de las dos plantas para obtener finalmente el valor por unidad experimental.

Número de Culmos por Planta

Para determinar esta variable se contaron los culmos de las dos plantas seleccionadas y se promediaron los valores para obtener el número de culmos por planta de la unidad experimental.

Peso de Planta

El peso de planta se obtuvo pesando las dos plantas que se muestrearon, se promediaron los dos valores para obtener el peso promedio de la unidad experimental.

Peso de Culmos y Hojas

Para determinar estas variables se separaron las hojas de los culmos de las dos plantas que se cortaron, y se pesaron por separado, se promediaron los dos valores de las plantas y se obtuvo el valor de la parcela, tanto para peso de culmos como para hojas. Estas variables se realizaron con sumo cuidado y rapidez para evitar pérdidas al momento de secarse las hojas, ya que estas fácilmente vuelan o se quiebran.

Relación Hoja – Culmo

La relación hoja-culmo se obtuvo indirectamente dividiendo el peso de hojas entre el peso de culmos.

Análisis Estadístico

Se aplicó el análisis de varianza para los resultados de las variables evaluadas y en los casos en que presentaron significancias se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al α 0.05 para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de Forraje Verde

De acuerdo a los resultados obtenidos para ésta variable, los análisis de varianza para los cuatro cortes, indicaron diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno; no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de fósforo ni para la interacción, con excepción del primer corte (Cuadros 2, 3, 4 y 5).

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., abril 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	3.393	1.131	3.691 *	2.896		4.45
N	3	47.874	15.958	52.150 **	2.896		4.45
P	2	3.053	1.526	4.987 *	3.293		5.32
N x P	6	4.473	0.745	2.434 *	2.396		3.41
Error Exp.	33	10.111	0.306				
Total	47	68.904					
						C.V. = 19.9 %	

Cuadro 3. Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., junio 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	1.224	0.408	0.747 ^{NS}	2.896		4.45
N	3	111.944	37.315	68.218 ^{**}	2.896		4.45
P	2	1.661	0.831	1.520 ^{NS}	3.293		5.32
N x P	6	3.407	0.568	1.038 ^{NS}	2.396		3.41
Error Exp.	33	18.035	0.547				
Total	47	136.271					
					C.V. = 18.9 %		

Cuadro 4. Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., agosto 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	2.502	0.834	2.178 ^{NS}	2.896		4.45
N	3	136.611	45.537	119.019 ^{**}	2.896		4.45
P	2	1.286	0.643	1.679 ^{NS}	3.293		5.32
N x P	6	4.806	0.801	2.091 ^{NS}	2.396		3.41
Error Exp.	33	12.626	0.383				
Total	47	157.831					
					C.V. = 16 %		

Cuadro 5. Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	1.645	0.548	1.207 ^{NS}	2.896		4.45
N	3	57.969	19.323	42.561 ^{**}	2.896		4.45
P	2	0.098	0.049	0.108 ^{NS}	3.293		5.32
N x P	6	1.853	0.309	0.681 ^{NS}	2.396		3.41
Error Exp.	33	14.985	0.454				
Total	47	76.550					
						C.V. = 31 %	

En el Cuadro 6 se presentan las comparaciones de medias para rendimiento de forraje verde con cuatro niveles de nitrógeno en todos los cortes. En cada corte la producción de forraje aumentó con cada incremento de nitrógeno y todos los niveles de nitrógeno fueron significativamente diferentes uno de otro.

La aplicación de 50 kg de N/ha produjo un incremento promedio de 6,392 kg sobre el testigo; el nivel de 100 kg de N a su vez causó un incremento de 3,130 kg sobre el nivel de 50 kg y cuando se aplicaron 150 kg de N se produjeron 2,268 kg más que con el nivel de 100 kg. La producción promedio por kg de N aplicado fue de 198, 130 y 102 kg de forraje verde para los niveles de 50, 100 y 150 kg de N/ha, respectivamente.

Estos valores muestran que la fertilización nitrogenada en el zacate panizo azul y bajo condiciones de riego a razón de 150 kg de N/ha todavía es

Cuadro 6. Comparación de medias para rendimiento de forraje verde con diferentes niveles de nitrógeno en panizo azul. Zaragoza, Coah., 1998.

Nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento de Forraje Verde (kg/ha)					
	1° corte 28-04-98'	2° corte 18-06-98'	3° corte 21-08-98'	4° corte 17-10-98'	Total	Promedio
150	11,979 a	17,266 a	17,721 a	14,284 a	61,250	15,312
100	10,443 b	15,117 b	15,195 b	11,441 b	52,196	13,049
50	8,541 c	11,654 c	10,976 c	8,507 c	39,678	9,919
00	3,685 d	4,674 d	3,802 d	1,947 d	14,108	3,527

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

rentable. Esto es más significativo en los cortes realizados en la época caliente del año; así por ejemplo, en el segundo corte los valores fueron de 233, 151 y 115 kg de forraje verde para 50, 100 y 150 kg de N/ha.

Los incrementos promedio en producción de forraje verde como respuesta al nitrógeno, expresados en porcentaje con relación al testigo, fueron de 202, 298 y 374 % para 50, 100 y 150 kg de N/ha, respectivamente. Se observó además en el último corte una reducción de 52 % en la producción del testigo con respecto al promedio de los tres primeros cortes; esta reducción también se observó en los otros niveles de N pero fue mucho menos a medida que la aplicación de N fue mayor; siendo de 18, 16 y 8 % para 50, 100 y 150 kg de N/ha, respectivamente.

La producción de forraje verde durante el año fue de menos a más con la mayor respuesta en los meses calientes del año y tendencia a la baja hacia el final del año. Este comportamiento fue consistente en todos los niveles de N.

La producción total de forraje verde en el año con cuatro cortes fue de 61,250, 52,196, 39,678 y 14,108 kg/ha para los niveles de 150, 100, 50 y 0 kg N/ha respectivamente. La tendencia entre los niveles de nitrógeno en la producción total con respecto al testigo fue la misma que siguieron cada uno de los cortes de manera individual.

En el mismo lote experimental, en 1996, Jiménez (1998) también encontró diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno. Reportó datos de un corte de forraje verde, en el cual el rendimiento aumentó de manera significativa con 50 y 100 kg de N/ha. Con 150 kg de N/ha los incrementos ya no fueron significativos con respecto a 100 kg. Los rendimientos fueron de 13,125, 12,146, 10,062 y 7,896 kg/ha para 150, 100, 50 y 0 kg N/ha respectivamente.

De igual manera al año siguiente (1997), Gómez *et al.* (1998) también encontraron respuesta a las aplicaciones de nitrógeno, ellos reportaron el rendimiento para cinco cortes de forraje, al igual que Jiménez (1998) no encontraron diferencias significativas en la producción de forraje verde entre los dos niveles más altos de N en los cortes 1, 2 y 5, sin embargo, la diferencia a favor de 150 con respecto a 100 kg de N/ha fue significativa en los cortes 3 y 4.

La producción de forraje verde promedio de 4 cortes en este experimento fue de 15,312, 13,049, 9,919 y 3,527 kg/ha para los niveles de 150, 100, 50 y 0 kg de N/ha respectivamente. Gómez *et al.* (1998) reportaron una producción promedio en 1997 producto de 5 cortes de 13,937, 12,724, 10,356 y 5,441 kg/ha con 150, 100, 50 y 0 kg de N/ha.

La producción promedio por corte de forraje verde en 1996, 1997 y 1998 fue similar para los niveles de 150, 100 y 50 kg de N/ha. Sin embargo, en el testigo se observaron fuertes diferencias a través de los años, ya que en 1996 el rendimiento de forraje verde fue de 7,896 kg/ha, en 1997 este rendimiento disminuyó 2,455 kg y en 1998 el decremento fue de 1,914 kg/ha con respecto al año anterior.

La producción de forraje obtenida en este experimento es bastante aceptable, aún cuando las plantas al tercer año de establecimiento empiezan a perder vigor, dicha pérdida de vigor es mayor a medida que disminuyen las dosis de fertilización. Trew (1954) en un estudio bajo temporal, reportó que el panizo azul declinó su producción el segundo y tercer año debido a la falta de nutrientes para la planta

Con respecto a los niveles de fósforo se encontró diferencia significativa solamente en el primer corte. Los niveles de 60 y 120 kg de P/ha fueron estadísticamente iguales entre sí pero diferentes estadísticamente al testigo. Con la aplicación de 60 kg de P/ha el rendimiento de forraje verde se incrementó un 19 % en comparación al testigo. La producción más alta de forraje verde (9,395 kg/ha) se obtuvo con 120 kg de P/ha, produciendo 1.8 toneladas más de forraje que el testigo.

En 1996 no se detectaron diferencias estadísticas para los niveles de fósforo, pero si una tendencia a incrementar el rendimiento con la aplicación de este elemento. En 1997 las diferencias fueron más notorias ya que se encontró respuesta significativa entre los niveles de fósforo en los cortes 1, 2 y 3, en este experimento el fósforo a 120 kg/ha produjo de 1.9 a 2.5 toneladas más de forraje verde que el testigo (Gómez *et al.*, 1998).

Rendimiento de Forraje Seco

De acuerdo a los resultados obtenidos para rendimiento de forraje seco, se puede observar la misma tendencia que en el caso de rendimiento de forraje verde, en los cuatro cortes los análisis de varianza para rendimiento de forraje seco, indicaron diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno y no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de fósforo ni para la interacción con excepción del primer corte donde hubo diferencia significativa entre los niveles de fósforo y la interacción (Cuadros 7, 8, 9 y 10).

Cuadro 7. Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., abril 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	0.444	0.148	3.148 *	2.896		4.45
N	3	5.940	1.980	42.128 **	2.896		4.45
P	2	0.464	0.232	4.936 *	3.293		5.32
N x P	6	0.693	0.115	2.447 *	2.396		3.41
Error Exp.	33	1.547	0.047				
Total	47	9.088					
					C.V. = 21.8 %		

Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., junio 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	0.348	0.116	0.652 ^{NS}	2.896		4.45
N	3	28.174	9.391	52.758 **	2.896		4.45
P	2	0.541	0.270	1.517 ^{NS}	3.293		5.32
N x P	6	1.307	0.218	1.225 ^{NS}	2.396		3.41
Error Exp.	33	5.873	0.178				
Total	47	36.243					
					C.V. = 22 %		

Cuadro 9. Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., agosto 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	0.289	0.096	0.806	2.896		4.45
N	3	33.905	11.301	94.966 **	2.896		4.45
P	2	0.289	0.144	1.210 ^{NS}	3.293		5.32
N x P	6	1.440	0.240	2.017 ^{NS}	2.396		3.41
Error Exp.	33	3.953	0.119				
Total	47	39.877					
					C.V. = 19 %		

Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	3	0.425	0.141	1.184 ^{NS}	2.896	4.45	
N	3	12.079	4.026	33.831 ^{**}	2.896	4.45	
P	2	0.012	0.006	0.050 ^{NS}	3.293	5.32	
N x P	6	0.353	0.059	0.495 ^{NS}	2.396	3.41	
Error Exp.	33	3.931	0.119				
Total	47	16.800					
							C.V. = 35 %

En el Cuadro 11 se presentan las comparaciones de medias para rendimiento de forraje seco con los diferentes niveles de nitrógeno utilizados. En todos los casos se observa que la aplicación de nitrógeno incrementó el rendimiento de forraje seco con respecto al testigo. El nivel de 150 kg de N/ha fue el que produjo el mayor rendimiento de materia seca en todos los cortes, sin embargo, en el primer y segundo corte no se encontraron diferencias significativas con respecto a 100 kg y éste a su vez fue estadísticamente igual al nivel de 50 kg de N/ha en el primer corte. En el tercer y cuarto corte todos los niveles de nitrógeno fueron estadísticamente diferentes entre sí.

El nivel de 50 kg de N/ha produjo un incremento promedio de 2,943 kg sobre el testigo; el nivel de 100 kg de N incrementó el rendimiento de forraje en 1,529 kg sobre el nivel de 50 kg y cuando se aplicó la dosis de 150 kg de N el incremento fue solo de 917 kg más que en el nivel de 100 kg. La producción promedio por kg de N aplicado fue de 88, 59 y 45 kg para los niveles de 50, 100 y 150 kg de N/ha respectivamente.

Cuadro 11. Comparación de medias para rendimiento de forraje seco con diferentes niveles de nitrógeno en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah. 1998.

Nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento de Forraje Seco (kg/ha)					
	1° corte 28-04-98'	2° corte 18-06-98'	3° corte 21-08-98'	4° corte 17-10-98'	Total	Promedio
150	4,130 a	8,457 a	8,388 a	6,446 a	27,421	6,855
100	3,664 ab	7,473 a	7,410 b	5,203 b	23,750	5,937
50	3,318 b	5,652 b	4,909 c	3,754 c	17,633	4,408
00	1,254 c	2,177 c	1,592 d	838 d	5,861	1,465

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

Los porcentajes promedio de incremento en producción de forraje seco como respuesta al nitrógeno con respecto al testigo fueron de 220, 330 y 403 % para 50, 100 y 150 kg de N/ha respectivamente.

En el último corte se observó una reducción del rendimiento en todos los niveles, sin embargo, fue más drástico en el testigo, ya que la reducción fue de 50 % con respecto al promedio de los tres primeros cortes, y a medida que la aplicación de N fue mayor la disminución fue menor; siendo de 19, 16 y 8 % para 50, 100 y 150 kg de N/ha.

En el rendimiento de materia seca durante el año se observó la misma tendencia que en forraje verde, la producción fue ascendiendo con una mayor respuesta en los meses más calientes del año y con una tendencia a disminuir el rendimiento hacia el final del año, este comportamiento fue general para todos los niveles de nitrógeno. El rendimiento total de materia seca en el año

fue de 27.4, 23.7, 17.6 y 5.8 t/ha con los niveles de 150, 100, 50 y 0 kg de N/ha. Wright (1962) reportó que en Arizona se obtuvo una producción promedio de dos años de 40.5 t/ha/año de materia seca en varios cortes con la aplicación de 982 kg de N/ha. Con la aplicación de 1,077 kg de N/ha cortando cada nueve semanas en Texas se obtuvieron hasta 20.8 t/ha de materia seca (Holt y Evers, 1976).

El rendimiento obtenido promedio por corte, de materia seca fue de 6,855, 5,937, 4,408 y 1,465 kg/ha con 150, 100, 50 y 0 kg de N/ha respectivamente (Cuadro 11). Jiménez (1998) reportó rendimientos de 5,046, 4,893, 4,041 y 2,914 kg/ha con 150, 100, 50 y 0 kg de N/ha. La producción de materia seca aumentó de manera significativa con 50 y 100 kg de N/ha. Con 150 kg de N/ha los incrementos ya no fueron significativos con respecto a 100 kg.

En 1997 el rendimiento promedio de materia seca con 5 cortes fue de 5,244, 4,563, 3,941 y 2,130 kg/ha para los niveles de 150, 100, 50 y 0 kg de N/ha. Los resultados de 1996 y 1997 fueron muy similares a los obtenidos en este experimento en todos los niveles, a excepción del testigo donde se observó una disminución en el rendimiento a través del tiempo, en la disminución de este año (1998) con respecto al año anterior fue 45 %, debido probablemente a la falta de fertilización que ocasiona que las plantas se vayan debilitando a través del tiempo.

Al igual que en rendimiento de forraje verde se encontró diferencia significativa entre los niveles de fósforo solamente en el primer corte. Los niveles de 60 y 120 kg de P/ha fueron estadísticamente iguales entre sí pero diferentes estadísticamente al testigo. Con la aplicación de 60 kg de P/ha el rendimiento de forraje seco se incrementó un 21.5 % en comparación al testigo.

Carambula (1981) cita a varios autores que reportan el efecto del fósforo sobre la producción: Evans (1937) en *Lolium perenne*, Haggar (1966) en *Chloris gayana* y Millian (1937) en *Festuca arundinacea*, no registraron cambios destacables en el comportamiento de estas especies con la aplicación de fósforo.

Evans (1955), citado por Carambula (1981), sugiere que la falta de respuesta a la fertilización fosfatada se debe al buen nivel inicial de dicho elemento en los suelos donde se realizan los estudios. Por el contrario en suelos deficientes, ha sido posible registrar aumentos considerables en los rendimientos de semilla, cuando se agregó este elemento. Andrew y Robins (1969), citados por Carambula (1981) observaron en varias especies, que las aplicaciones de fósforo en dosis superiores a las necesarias para la producción máxima de forraje, permitían aumentar la concentración de nitrógeno de las plantas. González y Gaytan (1992) reportaron que en zacate Banderilla el fósforo no tuvo efecto sobre el número de culmos por metro, número de espigas por racimo y peso de espiga.

La carga animal (C.A.) es el número de animales que pastorean en una área determinada, en un tiempo específico y se expresa en unidades animal (UA)/ha/tiempo (A.S.R.M., citado por Cantú, 1984). La carga animal no es sinónimo de capacidad de carga (C.C.), la cual es definida como la máxima carga animal posible sin ocasionar daño a la vegetación o recursos relacionados, se expresa en has/UA (A.S.R.M., citado por Huss y Aguirre, 1976).

Considerando que una UA, una vaca de 450 kg con su cría, requiere de una cantidad de materia seca igual al 3 % de su peso vivo, la carga animal para el rendimiento de 27.4 t/ha de materia seca obtenido en este experimento con el nivel de 150 kg de N/ha es de 5.5 UA/ha por año y 1.2 UA/ha para el testigo.

La aplicación de N incrementó la carga animal en 192, 300 y 358 % con los niveles de 50, 100 y 150 kg/ha respectivamente en comparación al testigo.

Altura de Planta

El análisis de varianza para altura de planta, indicó diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno y no se encontró diferencias significativas entre los niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza para altura de planta bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05 F_{α}	0.01
Bloques	3	0.202	0.067	2.913 *	2.896	4.45
N	3	5.659	1.886	82.000 **	2.896	4.45
P	2	0.007	0.003	0.130 ^{NS}	3.293	5.32
N x P	6	0.096	0.016	0.695 ^{NS}	2.396	3.41
Error Exp.	33	0.762	0.023			
Total	47	6.726				
					C.V = 11.8 %	

En el Cuadro 13 se presentan las medias para altura de planta obtenidas con los diferentes niveles de nitrógeno. Se observan diferencias significativas entre el testigo y los niveles de 50 y 100 kg de N/ha, este último resultó estadísticamente igual al nivel de 150 kg de N/ha. La aplicación de 50 kg de N/ha incrementó la altura de la planta en un 90 % en comparación con el testigo. Los niveles de 100 y 150 kg/ha incrementaron la altura en un 121 % con respecto al testigo.

Cuadro 13. Comparación de medias para altura de planta, número de entrenudos, longitud de entrenudos y número de culmos por planta con diferentes niveles de nitrógeno en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., 1998.

Nitrógeno (kg/ha)	Altura de planta (m)	Número de entrenudos	Longitud de entrenudos (cm)	Culmos/planta (No)
150	1.54 a	8.8 a	12.54 a	126 a
100	1.55 a	8.9 a	11.69 a	89 a b
50	1.33 b	9.3 a	11.10 a	72 b c
00	0.70 c	8.6 a	6.39 b	40 c

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

Jiménez (1998) reportó un incremento en la altura de planta con la aplicación de nitrógeno con respecto al testigo; sin embargo, no detectó diferencia significativa entre los niveles de 50, 100 y 150 kg de N/ha.

La altura promedio de 1.5 m con la aplicación de nitrógeno, se encuentra reportada en la literatura en los estados de Arizona (Wright, 1966), Texas (Gould, 1951) y Oklahoma (Harlan, 1952).

Número de Entrenudos

El análisis de varianza para número de entrenudos detectó diferencias significativas únicamente entre bloques, no se detectó significancia para los niveles de nitrógeno, fósforo ni para la interacción (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza para número de entrenudos bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05 F_{α}	0.01
Bloques	1	10.667	10.667	5.916 *	4.84	9.65
N	3	1.500	0.500	0.277 NS	3.59	6.22
P	2	2.146	1.073	0.595 NS	3.98	7.21
N x P	6	5.187	0.864	0.479 NS	3.09	5.07
Error Exp.	11	19.833	1.803			
Total	23	39.333				
					C.V = 15 %	

Los promedios de número de entrenudos con los diferentes niveles de nitrógeno se presentan en el Cuadro 13. El número promedio de entrenudos obtenido con los diferentes niveles de nitrógeno fue de 8.6.

Jiménez (1998) tampoco encontró diferencias significativas para los niveles de nitrógeno, fósforo, ni para la interacción en esta variable. El obtuvo un promedio de 9.4 entrenudos entre los niveles de nitrógeno. Por una parte la falta de respuesta a la aplicación de nitrógeno para el número de entrenudos en los dos años de evaluación; y por otra, la constancia en el número reportado por Jiménez (1998) y el encontrado en esta evaluación, sugiere que probablemente ésta variable no es influenciada por el medio ambiente, sino que el control más fuerte reside en el aspecto genético del material.

Longitud de Entrenudos

El análisis de varianza para longitud de entrenudos indicó diferencias altamente significativas para los niveles de nitrógeno y no se encontraron diferencias significativas para los niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de varianza para longitud de entrenudos bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	1	7.869	7.869	2.698 ^{NS}	4.84		9.65
N	3	136.871	45.623	15.645 ^{**}	3.59		6.22
P	2	1.354	0.677	0.232 ^{NS}	3.98		7.21
N x P	6	20.469	3.411	1.169 ^{NS}	3.09		5.07
Error Exp.	11	32.084	2.916				
Total	23	198.649					
						C.V. = 16 %	

La comparación de medias para longitud de entrenudos con los diferentes niveles de nitrógeno se presenta en el Cuadro 13. La aplicación de nitrógeno incrementó la longitud de los entrenudos en forma significativa con respecto al testigo, pero no hubo diferencia significativa entre los niveles de 50, 100 y 150 kg de N/ha. Este incremento fue de 84 %. Se observó una tendencia de mayor longitud de entrenudos al incrementar las dosis de nitrógeno, ya que con 150 kg de N/ha se obtuvo el valor más alto (12.54 cm) correspondiendo la longitud de entrenudos en este caso a un 96% más con respecto al testigo. Jiménez (1998) no encontró respuesta a la aplicación de nitrógeno en la

La comparación de medias para número de culmos por planta con los diferentes niveles de nitrógeno se presenta en el Cuadro 13. Con el nivel de 150 kg de N/ha se obtuvo el mayor número de culmos por planta (126), pero este fue estadísticamente igual al nivel de 100 kg de N/ha que a su vez es igual al nivel de 50 kg de N/ha. El testigo obtuvo el valor más bajo (40) siendo estadísticamente igual al nivel de 50 kg de N/ha y diferente estadísticamente al resto de los tratamientos.

El número de culmos se elevó considerablemente con respecto al reportado por Jiménez (1998) en el primer año de evaluación de este experimento, los porcentajes de incrementos en el número de culmos obtenidos en 1998 con respecto a 1996 fueron de 79, 191, 259 y 414 % con 0, 50, 100 y 150 kg de N/ha respectivamente, los porcentajes fueron mayores a medida que se elevaban las dosis de nitrógeno.

González y Gaytan (1992) reportaron resultados experimentales en Navidad, N. L., sobre la respuesta de dos variedades (Chihuahua-75 y AN Selección-75) de zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*) a la fertilización con fósforo y nitrógeno; ellos encontraron que el rendimiento de semilla incrementó en las 2 variedades con aplicaciones de nitrógeno y el fósforo sólo incrementó el rendimiento en la variedad Chihuahua-75 cuando se aplicaron 80 y 120 kg de N/ha, obteniéndose 291 y 436 kg de semilla/ha, respectivamente. El nitrógeno incrementó el número de culmos por metro de hilera, el número de espigas por racimo y el peso de espiga. El fósforo no tuvo influencia sobre estas variables, ellos determinaron que el componente principal del rendimiento de semilla es el número de culmos por metro de hilera, y es altamente influenciado por el medio ambiente.

Peso de Culmos y Hojas

Los análisis de varianza para estas variables, detectaron diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno y no se encontraron diferencias significativas para los niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadros 17 y 18).

Cuadro 17. Análisis de varianza para peso de culmos por planta bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	1	0.016	0.017	5.666 *	4.84		9.65
N	3	0.245	0.082	27.333 **	3.59		6.22
P	2	0.012	0.006	2.000 ^{NS}	3.98		7.21
N x P	6	0.027	0.005	1.666 ^{NS}	3.09		5.07
Error Exp.	11	0.032	0.003				
Total	23	0.334					
					C.V = 32.9 %		

Cuadro 18. Análisis de varianza para peso de hojas bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	1	0.004	0.005	2.500 ^{NS}	4.84		9.65
N	3	0.085	0.028	14.000 **	3.59		6.22
P	2	0.007	0.004	2.000 ^{NS}	3.98		7.21
N x P	6	0.010	0.002	1.000 ^{NS}	3.09		5.07
Error Exp.	11	0.021	0.002				
Total	23	0.130					
					C.V = 37 %		

La comparación de medias para peso de culmos con los diferentes niveles de nitrógeno se presenta en el Cuadro 19. La aplicación de nitrógeno incrementó en forma significativa el peso de los culmos. El nivel de 50 kg de N/ha aumentó un 583 % el peso de culmos con respecto al testigo, no hubo diferencias significativas con el nivel de 100 kg de N/ha. El peso más alto se obtuvo con 150 kg de N/ha que fue estadísticamente diferente a todos los niveles de nitrógeno incrementando el valor un 55 % con respecto al nivel de 100 kg de N/ha y 1320 % en comparación al testigo.

Cuadro 19. Comparación de medias para peso de culmos, peso de hojas, relación hoja-culmo y peso de planta con diferentes niveles de nitrógeno en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., 1998.

Nitrógeno (kg/ha)	Peso de culmos (kg)	Peso de hojas (kg)	Relación hoja-culmo	Peso de planta (kg)
150	0.3026 a	0.2006 a	0.66 b	0.533 a
100	0.1956 b	0.1319 b	0.67 b	0.392 a b
50	0.1456 b	0.1109 b	0.80 b	0.308 b
00	0.0213 c	0.0331 c	1.90 a	0.069 c

La variable de peso de hojas por planta mostró una tendencia similar al peso de tallos, el nivel de 150 kg de N/ha fue estadísticamente diferente a 100 y 50 kg de N/ha que fueron iguales estadísticamente y diferentes al testigo. El nivel de 50 kg de N/ha incrementó el peso de hojas un 235 % con respecto al testigo. La aplicación de 150 kg de N/ha aumentó el peso de hojas un 52 % con respecto a 100 kg de N/ha y hasta un 506 % con respecto al testigo (Cuadro 19).

Relación Hoja – Culmo

Los limbos son ricos en agua y en constituyentes protoplasmáticos, mucho más que los tallos, en los que se acumula la celulosa. El aumento del contenido en celulosa, al envejecer la planta, puede traer consigo una baja muy clara en su digestibilidad y a medida que la planta envejece y ya no produce hojas sino tallos, pierde una buena parte de su valor nutritivo (Duthil, 1976).

El análisis de varianza para la relación hoja-culmo indicó diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno y no se encontraron diferencias significativas para los niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis de varianza para relación hoja-culmo bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	Fα	0.01
Bloques	1	0.230	0.230	1.608 ^{NS}	4.84		9.65
N	3	6.415	2.138	14.951**	3.59		6.22
P	2	0.100	0.050	0.349 ^{NS}	3.98		7.21
N x P	6	0.352	0.059	0.412 ^{NS}	3.09		5.07
Error Exp.	11	1.576	0.143				
Total	23	8.674					
					C.V = 37 %		

La comparación de medias para la relación hoja-culmo se presenta en el Cuadro 19. El valor más alto fue obtenido con el testigo siendo significativamente diferente a los tres niveles que contienen nitrógeno (50, 100 y 150 kg/ha) los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí.

Peso de Planta

El análisis de varianza para ésta variable indicó diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno y no se encontraron diferencias significativas para los niveles de fósforo ni para la interacción (Cuadro 21).

Cuadro 21. Análisis de varianza para peso de planta bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en zacate panizo azul. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FV	GL	SC	CM	FC	0.05 Fα	0.01
Bloques	1	0.011	0.011	0.786 ^{NS}	4.84	9.65
N	3	0.680	0.227	16.214 ^{**}	3.59	6.22
P	2	0.101	0.051	3.643 ^{NS}	3.98	7.21
N x P	6	0.115	0.019	1.357 ^{NS}	3.09	5.07
Error Exp.	11	0.150	0.014			
Total	23	1.059				
					C.V. = 35.9 %	

El nivel de 150 kg de N/ha obtuvo el mayor peso de planta, fue estadísticamente igual al nivel de 100 kg y este no fue diferente estadísticamente al nivel de 50 kg de N/ha. Hay diferencia significativa entre el testigo y los niveles que contienen nitrógeno. Un incremento del 346 % se manifestó con el nivel de 50 kg de N/ha con respecto al testigo, y con el nivel de 150 kg de N/ha se registró un incremento de 672 % en comparación al testigo (Cuadro 19).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento se presentan las siguientes conclusiones:

1. La fertilización nitrogenada incrementa sustancialmente el rendimiento de forraje verde de panizo azul, siendo económicamente redituable las aplicaciones de 150 kg/ha después de cada corte.
2. El rendimiento de materia seca de panizo azul incrementa con la fertilización nitrogenada y al nivel de 150 kg de N/ha aumenta a más de 300 % el número de unidades animal por hectárea que se pueden sostener durante el año.
3. La aplicación de nitrógeno no afecta el número de entrenudos de los culmos pero sí causa una mayor elongación de entrenudos y con ello se incrementa la altura de la planta, dando como resultado mayor rendimiento de forraje.
4. La fertilización nitrogenada incrementa el peso de las cañas y de las hojas lo cual conduce a culmos de mayor peso y en consecuencia a un mayor rendimiento de forraje. El peso de las cañas es más influenciado por el nitrógeno que el peso de las hojas.
5. El número de culmos es influenciado favorablemente por el nitrógeno y junto con el peso de culmos son los componentes más importantes del rendimiento de forraje.

6. La aplicación de nitrógeno después de cada corte permite establecer sistemas intensivos de producción de forraje con un rendimiento alto y sostenido durante el año.
7. Bajo un sistema de producción de forraje bajo riego y cortes continuos, las plantas no fertilizadas con nitrógeno producen menos y pierden vigor paulatinamente.
8. El fósforo no impacta el rendimiento de forraje del zacate panizo azul por su falta de efecto en los componentes del rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Brown, W. V. 1948. A cytological study in the gramineae. Amer. J. Bot. 35: 382-395.
- _____. 1950. A cytological study of some Texas gramineae. Bull. Torr. Bot. Club. 77: 63-76.
- _____. 1951. Chromosome numbers of Texas grasses. Canadian Journal of Botany 46: 1315-1325.
- Buller, R. E., J. B. Pitner y H. Porrás M. 1955. Adaptación de zacates y leguminosas para forraje, conservación y mejoramiento del suelo en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto técnico No. 18. Diciembre 1955. pp. 34-35.
- Burton, G. W. 1942. A cytological study of some species in the tribe Paniceae. Am. J. Bot. 29: 355 - 359.
- Cantú B., J. E. 1984. Manejo de pastizales. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Torreón Coahuila. p. 101.
- _____. 1989. 150 Gramíneas del Norte de México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Torreón Coahuila. pp. 234-235.
- Carambula, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 517p.

- Carnahan, H. L. y H. D. Hill. 1961. Cytology and genetics of forage grasses. Bot. Rev. 27: 1 - 162.
- Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de Zonas Áridas (CNIZA). 1972 - 1973. Informe Anual. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- _____. 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 Agriculture Experiment Station. College Station, Texas. Research Monograph 6. p.43.
- 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). Compañía Editorial Continental, S.A. México, D. F. p.137.
- Duthil, J. 1976. Producción de forrajes. Tercera Edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. pp. 96 – 99.
- Flores M., J. A. 1986. Manual de la alimentación animal. Volumen 2. Primera Edición. Grupo Noriega Editores. pp. 261–263.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta Edición. México, D. F. 217 p.
- Garman, W. H. 1988. Manual de fertilizantes. Editorial Limusa. México, D.F. pp.47-85.

- Gómez, M. S., J. R. González D. y E. Jiménez A. 1998. Producción de forraje de zacate panizo azul con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. XVII Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Universidad Autónoma de Guerrero. Acapulco, Guerrero. 5 al 9 de octubre. p. 61.
- González D., J. R. y A. Gaytán M. 1992. Fertilización, rendimiento, pureza y calidad de semilla de dos variedades de zacate banderilla. Navidad, N. L. Rev. Fitotec. Mex. 15: 159-168.
- González D., J. R. y S. Gómez M. 1992. Evaluación de ocho materiales de panizo azul. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Campo Experimental de Zonas Áridas de Ocampo, Coahuila. Demostración del 24 de septiembre. p.15.
- _____ y _____. 1993. Potencial y dinámica de la producción de forraje de ocho materiales de panizo azul. IX Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP). Hermosillo, Sonora. 17 al 20 de agosto. p. 30.
- Gould, F.W. 1951. Grasses of Southwestern United States. Univ. Arizona, Biol. Sci. Bull. 7, Vol. 22. No. 1, p. 343.
- Hanson, A. A. 1972. Grass varieties in the United States. Agricultural Research Service. USDA. Agriculture Handbook No. 170. p. 78.
- Harlan, J. R. 1952. Blue panic (*Panicum antidotale* Retz.). Oklahoma A & M College. Stillwater. Forage Crops Leaflet No. 6.

- Hitchcock, A. S. 1971. Manual of the Grasses of the United States, New York. 2nd.Ed. Revised by Agnes Chase. Dover publications.
- Holt, E. C. y E.C. Bashaw. 1976. Developing improved grasses and legumes in: Grasses and legumes in Texas - Development, production, and utilization. Texas Agriculture Experiment Station. College Station, Texas. Research Monograph 6. p.43.
- Holt, E. C. y 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.
- Hughes, H. D., Maurice E. H., Darrel S. M. 1970. Forrajes. Compañía Editorial Continental, S.A. México. pp. 427-438.
- Huss, L. D. y E. L. Aguirre. 1976. Fundamentos de manejo de pastizales. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N. L. p. 132.
- Jiménez A., E. 1998. Efecto del nitrógeno y fósforo sobre la producción y calidad del forraje de zacate panizo azul (*Panicum antidotale* Retz.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 62 p.
- Myers, W. M. 1947. Cytology and genetics of forage grasses. Bot. Rev. 13: 319 - 421.
- Papadakis, J. 1979. Fertilizantes. Editorial Albatros. Buenos Aires. 174 p.

- Rodríguez S., F. 1992. Fertilizantes. Nutrición vegetal. 2ª reimpression. AGT Editor, S.A. México, D.F. 157 p.
- SARH. 1981. Plan de Desarrollo Agropecuario y Forestal Coahuila 1982-1988. Subsecretaría de Planeación. Tomo I. pp.15-25.
- Thompson, L. F. y 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.
- Trew, E. W. 1954. Blue Panicgrass. *Texas Agr. Exp. Sta. Bull.* 245, 11 p.
- Wheeler, W. A. y D. D. Hill. 1957. Great plains grasses. In: Wheeler, W. A. (Ed.) *Grasslands seeds*. D. Van Nostrand Company. Princeton, N. J. p. 590.
- Whyte, R. O., T. R. G. Moir y J. P. Cooper. 1959. Las gramíneas en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p.392.
- Wright, L. N. 1962. Root weight and distribution of blue panicgrass, *Panicum antidotale* Retz., as affected by fertilizers, cutting, and soil – moisture stress. *Agron. J.* 54: 200 – 201.
- _____. 1966. Blue panicgrass for Arizona and the Southwest. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 173. The University of Arizona. Tucson, Arizona. 27 p.
- Wright, L. N. y R. L. Hall. 1965. Cytological investigations of blue panicgrass. *Journal of the Arizona Academy of Science* 3:136–141.

Wright, L. N. y A. K. Dobrenz. 1970. Water use in relation to management of blue panicgrass. *Journal of Range Management* 23:193–196.

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

APENDICE

Cuadro A1. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., abril 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	1.400	1.300	1.200	0.650	4.550	1.137
00 - 60 - 00	1.700	0.800	1.100	0.900	4.500	1.125
00-120 - 00	1.300	1.400	1.400	1.000	5.100	1.275
50 - 00 - 00	2.600	2.500	2.100	2.200	9.400	2.350
50 - 60 - 00	3.700	3.900	2.500	2.400	12.500	3.125
50-120 - 00	3.900	2.500	2.100	2.400	10.900	2.725
100- 00 - 00	2.600	4.600	2.900	3.000	13.100	3.275
100- 60 - 00	2.900	2.600	3.100	3.300	11.900	2.975
100- 120-00	4.100	3.900	4.300	2.800	15.100	3.775
150- 00 - 00	3.800	2.600	2.400	2.900	11.700	2.925
150- 60 - 00	5.100	3.800	3.400	5.000	17.300	4.325
150-120- 00	4.700	4.800	4.100	3.400	17.000	4.250
Σ Bloques	37.800	34.700	30.600	29.950	133.050	
\bar{X}	3.150	2.892	2.550	2.495		2.771

Cuadro A2. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., abril 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	4.55	4.50	5.10	14.15	1.1792
	50	9.40	12.50	10.90	32.80	2.7333
	100	13.10	11.90	15.10	40.10	3.3417
	150	11.70	17.30	17.00	46.00	3.8333
	Σ	38.75	46.20	48.10		
	\bar{X}	2.421	2.887	3.006		

Cuadro A3. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., junio 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	1.500	1.500	1.500	0.900	5.400	1.350
00 - 60 - 00	1.800	0.900	1.700	1.500	5.900	1.475
00-120 - 00	1.200	1.850	2.150	1.450	6.650	1.662
50 - 00 - 00	2.350	3.300	2.800	4.050	12.500	3.125
50 - 60 - 00	4.550	4.850	3.350	3.800	16.550	4.137
50-120 - 00	4.950	3.950	3.300	3.500	15.700	3.925
100- 00 - 00	5.250	5.950	3.850	5.450	20.500	5.125
100- 60 - 00	4.550	3.850	4.950	5.250	18.600	4.650
100- 120-00	4.600	4.200	6.350	3.800	18.950	4.737
150- 00 - 00	5.550	4.250	4.550	5.400	19.750	4.937
150- 60 - 00	7.200	4.250	5.800	5.900	23.150	5.787
150-120- 00	8.100	5.350	6.200	5.750	23.400	5.850
Σ Bloques	49.800	44.200	46.500	46.750	187.050	
\bar{X}	4.133	3.683	3.875	3.895		3.896

Cuadro A4. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., junio 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	5.40	5.90	6.65	17.95	1.4958
	50	12.50	16.55	15.70	44.75	3.7292
	100	20.50	18.60	18.95	58.05	4.8375
	150	19.75	23.15	23.40	66.30	5.5250
	Σ	58.15	64.20	64.70		
	\bar{X}	3.634	4.012	4.043		

Cuadro A5. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., agosto 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	1.150	1.200	1.500	0.900	4.750	1.187
00 - 60 - 00	1.000	0.800	1.700	1.500	5.000	1.250
00-120 - 00	1.200	0.900	1.300	1.450	4.850	1.212
50 - 00 - 00	3.100	3.100	2.800	4.050	13.050	3.262
50 - 60 - 00	3.700	4.800	3.350	3.800	15.650	3.912
50-120 - 00	3.800	2.850	3.300	3.500	13.450	3.362
100- 00 - 00	5.350	5.500	3.850	5.450	20.150	5.037
100- 60 - 00	4.900	4.000	4.950	5.250	19.100	4.775
100- 120-00	5.400	4.700	5.200	3.800	19.100	4.775
150- 00 - 00	5.450	4.000	4.550	5.400	19.400	4.850
150- 60 - 00	6.800	4.200	6.100	5.900	23.000	5.750
150-120- 00	7.700	6.000	6.200	5.750	25.650	6.412
Σ Bloques	49.550	42.050	44.800	46.750	183.150	
\bar{X}	4.120	3.504	3.733	3.895		3.815

Cuadro A6. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., agosto 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	4.75	5.00	4.85	14.60	1.216
	50	13.05	15.65	13.45	42.15	3.512
	100	20.15	19.10	19.10	58.35	4.862
	150	19.40	23.00	25.65	68.05	5.671
	Σ	57.35	62.75	63.05		
	\bar{X}	3.584	3.921	3.940		

Cuadro A7. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.700	0.250	0.400	0.500	1.850	0.462
00 - 60 - 00	0.700	0.150	0.400	0.250	1.500	0.375
00-120 - 00	0.900	0.250	0.557	0.550	2.257	0.564
50 - 00 - 00	2.100	2.050	1.300	2.950	8.400	2.100
50 - 60 - 00	2.700	3.100	1.550	2.200	9.550	2.387
50-120 - 00	1.750	2.350	0.750	1.700	6.550	1.637
100- 00 - 00	3.000	3.950	1.950	2.300	11.200	2.800
100- 60 - 00	2.500	1.850	2.350	3.600	10.300	2.575
100- 120-00	2.000	3.650	3.450	2.350	11.450	2.862
150- 00 - 00	4.500	2.600	2.200	3.200	12.500	3.125
150- 60 - 00	3.450	3.100	3.550	4.250	14.350	3.587
150-120- 00	4.300	2.340	4.200	3.450	14.290	3.572
Σ Bloques	28.600	25.640	22.657	27.300	104.197	
\bar{X}	2.383	2.136	1.888	2.275		2.170

Cuadro A8. Concentración de datos para rendimiento de forraje verde de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	1.85	1.50	2.257	5.607	0.4673
	50	8.40	9.55	6.550	24.500	2.0417
	100	11.20	10.30	11.450	32.950	2.7458
	150	12.50	14.35	14.290	41.140	3.4283
	Σ	33.95	35.70	34.547		
	\bar{X}	2.121	2.231	2.159		

Cuadro A9. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., abril 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.451	0.447	0.389	0.217	1.504	0.376
00 - 60 - 00	0.584	0.278	0.398	0.329	1.589	0.397
00-120 - 00	0.429	0.470	0.458	0.368	1.723	0.430
50 - 00 - 00	0.988	1.075	0.735	0.739	3.537	0.884
50 - 60 - 00	1.221	1.482	1.040	0.979	4.722	1.180
50-120 - 00	1.833	0.820	0.869	0.960	4.482	1.120
100- 00 - 00	0.936	1.472	1.200	1.140	4.748	1.187
100- 60 - 00	0.974	0.936	1.103	1.069	4.082	1.020
100- 120-00	1.500	1.388	1.384	0.969	5.241	1.310
150- 00 - 00	1.281	0.821	0.826	0.945	3.853	0.963
150- 60 - 00	1.917	1.330	1.210	1.720	6.177	1.544
150-120- 00	1.504	1.651	1.574	1.101	5.830	1.457
Σ Bloques	13.598	12.170	11.184	10.536	47.488	
\bar{X}	1.133	1.014	0.932	0.878		0.989

Cuadro A10. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., abril 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	1.504	1.589	1.723	4.816	0.4013
	50	3.537	4.722	4.482	12.741	1.0618
	100	4.748	4.082	5.241	14.071	1.1726
	150	3.853	6.177	5.830	15.860	1.3217
	Σ	13.642	16.57	17.276		
	\bar{X}	0.852	1.035	1.079		

Cuadro A11. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., junio 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.687	0.720	0.741	0.423	2.571	0.642
00 - 60 - 00	0.749	0.365	0.942	0.843	2.899	0.724
00-120 - 00	0.533	0.799	0.928	0.629	2.889	0.722
50 - 00 - 00	1.254	1.399	1.344	2.235	6.232	1.558
50 - 60 - 00	2.120	2.716	1.487	2.021	8.344	2.086
50-120 - 00	1.881	2.054	1.340	1.855	7.130	1.782
100- 00 - 00	2.467	2.796	1.956	2.910	10.129	2.532
100- 60 - 00	1.938	2.158	2.316	2.604	9.014	2.253
100- 120-00	1.683	2.133	3.632	2.105	9.553	2.388
150- 00 - 00	2.741	1.810	2.229	2.322	9.102	2.275
150- 60 - 00	2.966	2.244	3.108	3.327	11.645	2.911
150-120- 00	2.891	2.653	3.124	3.059	11.727	2.931
Σ Bloques	21.910	21.845	23.147	24.333	91.235	
\bar{X}	1.825	1.820	1.928			1.900

Cuadro A12. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., junio 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	2.571	2.899	2.889	8.359	0.696
	50	6.232	8.344	7.130	21.706	1.808
	100	10.129	9.014	9.553	28.696	2.391
	150	9.102	11.645	11.727	32.474	2.706
	Σ	28.034	31.902	31.299		
	\bar{X}	1.752	1.993	1.956		

Cuadro A13. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., agosto 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.514	0.578	0.570	0.436	2.098	0.524
00 - 60 - 00	0.362	0.337	0.734	0.549	1.982	0.495
00-120 - 00	0.511	0.373	0.523	0.626	2.033	0.508
50 - 00 - 00	1.116	1.302	1.293	1.903	5.614	1.403
50 - 60 - 00	1.864	2.237	1.139	1.824	7.064	1.766
50-120 - 00	1.930	1.391	1.247	1.603	6.171	1.542
100- 00 - 00	2.642	2.640	1.917	2.692	9.891	2.472
100- 60 - 00	2.234	2.000	2.504	2.583	9.321	2.330
100- 120-00	2.581	2.331	2.433	1.900	9.245	2.311
150- 00 - 00	2.376	2.024	2.302	2.721	9.423	2.355
150- 60 - 00	2.217	2.108	2.940	2.903	10.168	2.542
150-120- 00	4.019	3.048	2.988	2.564	12.619	3.154
Σ Bloques	22.366	20.369	20.590	22.304	85.629	
\bar{X}	1.863	1.697	1.715	1.858		1.783

Cuadro A14. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., agosto 1998.

FACTOR	P					\bar{X}
	NIVEL	00	60	120	Σ	
N	00	2.098	1.982	2.033	6.113	0.5094
	50	5.614	7.064	6.171	18.849	1.5708
	100	9.891	9.321	9.245	28.457	2.3714
	150	9.423	10.168	12.619	32.21	2.6842
Σ		27.026	28.535	30.068		
\bar{X}		1.689	1.783	1.879		

Cuadro A15. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.328	0.072	0.163	0.280	0.843	0.210
00 - 60 - 00	0.377	0.048	0.125	0.082	0.632	0.158
00-120 - 00	0.437	0.091	0.196	0.213	0.937	0.234
50 - 00 - 00	0.886	0.841	0.536	1.398	3.661	0.915
50 - 60 - 00	1.161	1.414	0.629	0.911	4.115	1.028
50-120 - 00	0.763	1.293	0.281	0.700	3.037	0.759
100- 00 - 00	1.200	2.048	1.037	0.998	5.281	1.320
100- 60 - 00	1.060	0.836	0.987	1.397	4.280	1.070
100- 120-00	1.004	1.847	1.580	0.992	5.423	1.355
150- 00 - 00	2.304	1.269	1.034	1.562	6.169	1.542
150- 60 - 00	1.587	1.414	1.590	1.768	6.359	1.589
150-120- 00	1.892	0.936	1.739	1.470	6.037	1.509
Σ Bloques	12.999	12.107	9.897	11.771	46.774	
\bar{X}	1.083	1.008	0.824	0.981		0.974

Cuadro A16. Concentración de datos para rendimiento de forraje seco de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR	P				Σ	\bar{X}
	NIVEL	00	60	120		
N	00	0.843	0.632	0.937	2.412	0.201
	50	3.661	4.115	3.037	10.813	0.901
	100	5.281	4.280	5.423	14.984	1.248
	150	6.169	6.359	6.037	18.565	1.547
	Σ	15.954	15.386	15.434		
	\bar{X}	0.997	0.961	0.964		

Cuadro A17. Concentración de datos para altura de planta (m) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	1.03	0.64	0.48	0.45	2.61	0.65
00 - 60 - 00	0.94	0.72	0.62	0.41	2.70	0.68
00-120 - 00	0.82	0.75	0.75	0.80	3.12	0.78
50 - 00 - 00	1.60	1.27	1.25	1.35	5.48	1.37
50 - 60 - 00	1.40	1.26	0.96	1.50	5.13	1.28
50-120 - 00	1.54	1.41	1.02	1.32	5.30	1.32
100- 00 - 00	1.37	1.61	1.59	1.52	6.10	1.52
100- 60 - 00	1.56	1.45	1.63	1.62	6.27	1.57
100- 120-00	1.68	1.41	1.45	1.65	6.20	1.55
150- 00 - 00	1.41	1.70	1.54	1.34	5.99	1.50
150- 60 - 00	1.72	1.54	1.58	1.65	6.50	1.62
150-120- 00	1.49	1.45	1.56	1.44	5.94	1.49
Σ Bloques	16.59	15.24	14.45	15.08	61.37	
\bar{X}	1.38	1.27	1.20	1.26		1.28

Cuadro A18. Concentración de datos para altura de planta (m) de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR	P					
	NIVEL	00	60	120	Σ	\bar{X}
N	00	2.615	2.705	3.125	8.445	0.7038
	50	5.480	5.135	5.300	15.915	1.3263
	100	6.100	6.275	6.200	18.575	1.5479
	150	5.990	6.500	5.945	18.435	1.5363
Σ		20.185	20.615	20.570		
\bar{X}		1.2616	1.2884	1.2856		

Cuadro A19. Concentración de datos para número de entrenudos de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	11.5	6.5	18.0	9.0
00 - 60 - 00	9.0	5.5	14.5	7.2
00-120 - 00	11.0	8.5	19.5	9.7
50 - 00 - 00	10.0	9.5	19.5	9.7
50 - 60 - 00	10.5	8.0	18.5	9.2
50-120 - 00	9.0	9.0	18.0	9.0
100- 00 - 00	8.0	10.0	18.0	9.0
100- 60 - 00	9.5	8.0	17.5	8.7
100- 120-00	9.5	8.0	17.5	8.7
150- 00 - 00	9.0	9.0	18.0	9.0
150- 60 - 00	8.5	9.0	17.5	8.7
150-120- 00	9.5	8.0	17.5	8.7
Σ Bloques	115.0	99.0	214.0	8.9
\bar{X}	9.6	8.2		1.28

Cuadro A20. Concentración de datos para número de entrenudos de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR	P				Σ	\bar{X}
	NIVEL	00	60	120		
N	00	18.0	14.5	19.5	52.0	8.7
	50	19.5	18.5	18.0	56.0	9.3
	100	18.0	17.5	17.5	53.0	8.8
	150	18.0	17.5	17.5	53.0	8.8
Σ		73.5	68.0	72.5		
\bar{X}		9.2	8.5	9.0		

Cuadro A21. Concentración de datos para longitud de entrenudos (cm) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	6.09	5.53	11.62	5.81
00 - 60 - 00	6.69	6.83	13.53	6.76
00-120 - 00	8.70	4.50	13.20	6.60
50 - 00 - 00	11.40	9.16	20.56	10.28
50 - 60 - 00	9.90	9.94	19.83	9.92
50-120 - 00	16.15	10.08	28.23	13.12
100- 00 - 00	12.25	11.81	24.08	12.03
100- 60 - 00	12.61	10.91	23.52	11.76
100- 120-00	12.08	10.51	22.59	11.29
150- 00 - 00	10.99	13.56	24.54	12.27
150- 60 - 00	14.98	13.14	28.12	14.06
150-120- 00	10.22	12.34	22.56	11.28
Σ Bloques	132.05	118.30	250.35	
\bar{X}	11.00	9.86		10.43

Cuadro A22. Concentración de datos para longitud de entrenudos de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	11.62	13.53	13.20	38.35	6.39
	50	20.56	19.83	26.23	66.62	11.10
	100	24.06	23.52	22.59	70.17	11.69
	150	24.54	28.12	22.56	75.22	12.53
	Σ	80.78	85.00	84.58		
	\bar{X}	10.09	10.62	10.57		

Cuadro A23. Concentración de datos para número de culmos por planta de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	42.5	60.0	102.5	51.2
00 - 60 - 00	64.0	25.5	89.5	44.7
00-120 - 00	20.0	25.0	45.0	22.5
50 - 00 - 00	48.0	74.5	122.5	61.2
50 - 60 - 00	83.5	64.5	148.0	74.0
50-120 - 00	82.5	79.5	162.0	81.0
100- 00 - 00	54.0	50.0	104.0	52.0
100- 60 - 00	162.5	91.5	254.0	127.0
100- 120-00	115.5	60.0	175.5	87.7
150- 00 - 00	127.5	80.0	207.5	103.7
150- 60 - 00	170.0	142.0	312.0	156.0
150-120- 00	71.0	165.5	236.5	118.2
Σ Bloques	1041.0	918.0	1956.0	
\bar{X}	86.75	76.5		81.6

Cuadro A24. Concentración de datos para número de culmos por planta de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR		P					
	NIVEL	00	60	120	Σ	\bar{X}	
N	00	102.5	89.5	45.0	237.0	39.50	
	50	122.5	148.0	162.0	432.5	72.08	
	100	104.0	254.0	175.5	533.5	88.92	
	150	207.5	312.0	236.5	756.0	126.00	
	Σ	536.5	803.5	619.0			
	\bar{X}	67.06	100.44	77.38			

Cuadro A25. Concentración de datos para peso de culmos (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.034	0.014	0.049	0.024
00 - 60 - 00	0.016	0.007	0.024	0.012
00-120 - 00	0.047	0.007	0.055	0.027
50 - 00 - 00	0.124	0.099	0.223	0.111
50 - 60 - 00	0.157	0.066	0.223	0.111
50-120 - 00	0.218	0.209	0.427	0.213
100- 00 - 00	0.106	0.109	0.215	0.107
100- 60 - 00	0.318	0.177	0.495	0.247
100- 120-00	0.317	0.144	0.462	0.231
150- 00 - 00	0.351	0.237	0.588	0.294
150- 60 - 00	0.391	0.275	0.666	0.333
150-120- 00	0.229	0.331	0.560	0.280
Σ Bloques	2.312	1.678	3.990	
\bar{X}	0.192	0.139		0.166

Cuadro A26. Concentración de datos para peso de culmos por planta de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	0.049	0.024	0.055	0.128	0.021
	50	0.223	0.223	0.427	0.873	0.145
	100	0.215	0.495	0.462	1.172	0.195
	150	0.588	0.666	0.560	1.814	0.302
	Σ	1.075	1.408	1.504		
	\bar{X}	0.134	0.176	0.188		

Cuadro A27. Concentración de datos para peso de hojas (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.055	0.035	0.091	0.045
00 - 60 - 00	0.039	0.013	0.052	0.026
00-120 - 00	0.038	0.016	0.054	0.027
50 - 00 - 00	0.089	0.089	0.178	0.089
50 - 60 - 00	0.116	0.068	0.184	0.092
50-120 - 00	0.135	0.167	0.303	0.151
100- 00 - 00	0.079	0.074	0.153	0.076
100- 60 - 00	0.186	0.127	0.314	0.157
100- 120-00	0.230	0.092	0.323	0.161
150- 00 - 00	0.212	0.121	0.334	0.167
150- 60 - 00	0.258	0.184	0.443	0.221
150-120- 00	0.158	0.267	0.426	0.213
Σ Bloques	1.599	1.259	2.858	
\bar{X}	0.133	0.104		0.119

Cuadro A28. Concentración de datos para peso de hojas de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., abril 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	0.0910	0.0528	0.0545	0.1983	0.0331
	50	0.1780	0.1845	0.3030	0.6655	0.1109
	100	0.1538	0.3143	0.3230	0.7911	0.1319
	150	0.3343	0.4433	0.4260	1.2036	0.2006
	Σ	0.7571	0.9949	1.1065		
	\bar{X}	0.0946	0.1244	0.1383		

Cuadro A29. Concentración de datos para relación hoja-culmo de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	1.62	2.50	4.12	2.06
00 - 60 - 00	2.44	1.75	4.19	2.09
00-120 - 00	0.81	2.28	3.09	1.54
50 - 00 - 00	0.72	0.90	1.62	0.81
50 - 60 - 00	0.74	1.03	1.77	0.88
50-120 - 00	0.62	0.80	1.42	0.71
100- 00 - 00	0.74	0.68	1.42	0.71
100- 60 - 00	0.58	0.72	1.30	0.65
100- 120-00	0.72	0.64	1.36	0.68
150- 00 - 00	0.60	0.51	1.11	0.55
150- 60 - 00	0.66	0.67	1.33	0.66
150-120- 00	0.69	0.81	1.50	0.75
Σ Bloques	10.94	13.29	24.23	
\bar{X}	0.91	1.11		1.01

Cuadro A30. Concentración de datos para relación hoja-culmo de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR		P			Σ	\bar{X}
	NIVEL	00	60	120		
N	00	4.12	4.19	3.09	11.40	1.90
	50	1.62	1.77	1.42	4.81	0.80
	100	1.42	1.30	1.36	4.08	0.68
	150	1.11	1.33	1.50	3.94	0.66
	Σ	8.27	8.59	7.37		
	\bar{X}	1.03	1.07	0.92		

Cuadro A31. Concentración de datos para peso de planta (kg) de panizo azul bajo diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

Tratamientos	I	II	Σ Trats.	\bar{X}
00 - 00 - 00	0.105	0.065	0.171	0.085
00 - 60 - 00	0.073	0.034	0.108	0.054
00-120 - 00	0.097	0.037	0.134	0.067
50 - 00 - 00	0.257	0.253	0.511	0.255
50 - 60 - 00	0.335	0.176	0.511	0.255
50-120 - 00	0.398	0.428	0.827	0.413
100- 00 - 00	0.235	0.260	0.495	0.247
100- 60 - 00	0.547	0.385	0.933	0.466
100- 120-00	0.620	0.302	0.923	0.461
150- 00 - 00	0.238	0.452	0.690	0.345
150- 60 - 00	0.810	0.564	1.374	0.687
150-120- 00	0.446	0.684	1.130	0.565
Σ Bloques	4.165	3.645	7.810	
\bar{X}	0.347	0.303		0.325

Cuadro A32. Concentración de datos para peso de planta de panizo azul para los niveles de nitrógeno, fósforo y sus combinaciones. Zaragoza, Coah., octubre 1998.

FACTOR	NIVEL	P			Σ	\bar{X}
		00	60	120		
N	00	0.1711	0.108	0.1343	0.4134	0.0689
	50	0.5113	0.511	0.8270	1.8493	0.3082
	100	0.4955	0.9333	0.9230	2.3518	0.3920
	150	0.6903	1.3748	1.1308	3.1959	0.5327
	Σ	1.8682	2.9271	3.0151		
	\bar{X}	0.2335	0.3659	0.3769		