

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

21/276

R. HERRERA

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORICA
SOBRE LA PRODUCCION DE SEMILLA EN LOS PASTOS BUFFEL
(Cenchrus ciliaris L.) Y LLANERO (Andropogon gayanus Kunth.)
A DIFERENTES NIVELES DE N Y P, EN TEHUITZINGO, PUEBLA

BERTIN MAURILIO JOAQUIN TORRES

T E S I S

PRESENTADA:

Como Requisito Parcial
para Obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS
Especialista en: Producción Animal

CHAPINGO, MEXICO

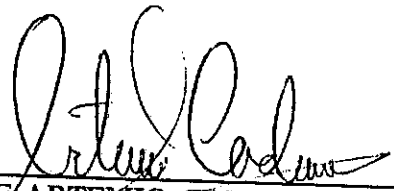
1994



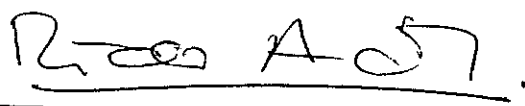
COPIA DE LA TESIS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL M.C. JOSE ARTEMIO CADENA MENESES, REVISADA Y APROBADA POR EL COMITE ASESOR Y JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL, ESPECIALISTA EN FORRAJES.

PRESIDENTE


M.C. JOSE ARTEMIO CADENA MENESES

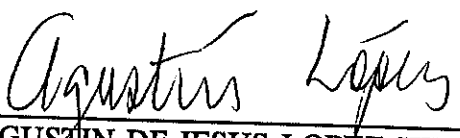
SECRETARIO


Ir. RICARDO D. AMENDOLA MASSIOTTI

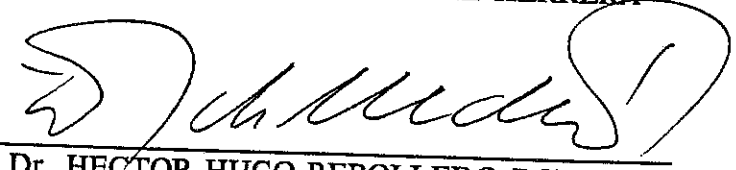
VOCAL


Dr. PEDRO A. MARTINEZ HERNANDEZ

SUPLENTE


Dr. AGUSTIN DE JESUS LOPEZ HERRERA

SUPLENTE


Dr. HECTOR HUGO REBOLLEDO ROBLES

CHAPINGO, MEX., SEPTIEMBRE DE 1994.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado durante la realización de los estudios de maestría.

Al Ing. Alberto Jiménez Merino, Director del Centro para la Producción de Semillas Forrajeras Tropicales de la Mixteca Poblana "Tehuiztzingo", y a las personas que integran dicho Centro, por las facilidades en la realización del presente trabajo.

Al presidente de mi comité asesor y director de tesis M.C. José Artemio Cadena Meneses, por su amistad y acertada conducción en la realización de esta investigación.

A los profesores miembros del comité asesor y jurado examinador por sus atinadas observaciones y sugerencias que ayudaron a enriquecer el presente trabajo.

A todos los profesores del programa de postgrado en Producción Animal, cuyos conocimientos ayudaron a mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos estudiantes de postgrado por sus ideas aportadas y con quienes conviví durante mi estancia en la Universidad Autónoma Chapingo.

Mi agradecimiento especial a Ma. Eugenia Carrillo Bautista, por sus sugerencias y apoyo moral e incondicional brindado en todo momento.

A todas aquellas personas que de alguna forma colaboraron en el presente trabajo y que involuntariamente dejo de citar.

Con todo respeto, muchas gracias.

DEDICATORIA

A MIS PADRES Y HERMANOS

Este trabajo es el resultado de muchos momentos de sacrificio y esfuerzo, no sólo el mio propio sino de todos nosotros y sabiendo que jamás existirá forma de poder pagarles todo lo que por mi han hecho durante todos estos años, sólo quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que lo que me ayudó a conseguirlo fue su incondicional apoyo. Su lucha constante de superación ha sido mi ideal, y su fuerza de voluntad mi aliento.

Con respeto y admiración

Bertín

CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Componentes del rendimiento	4
2.2. Calidad de la semilla	5
2.3. Descripción de las especies utilizadas	6
2.3.1. Características agronómicas del pasto Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.)	6
2.3.2. Características agronómicas del pasto Llanero (<i>Andropogon gayanus</i> Kunth.)	8
2.4. Importancia de la producción de semillas	11
2.5. Importancia de la fertilización en la producción de semilla	12
2.5.1. Importancia del nitrógeno	12
2.5.2. Importancia del fósforo	16
2.6. Efecto de la fertilización sobre la producción de semilla en pasto Buffel	18
2.6.1. Efecto del nitrógeno	18
2.6.2. Efecto del fósforo	22
2.6.3. Efecto de la interacción N*P	25
2.7. Efecto de la fertilización sobre la producción de semilla en pasto Llanero	26

2.7.1. Efecto del nitrógeno	26
2.7.2. Efecto del fósforo	28
2.8. Efecto de la fertilización en otras especies	30
2.9. Efecto de la fertilización sobre la germinación de la semilla	34
III. HIPOTESIS	37
IV. MATERIALES Y METODOS	38
4.1. Localización de los experimentos	38
4.2. Clima	38
4.3. Suelo	38
4.4. Diseño experimental y tratamientos	40
4.5. Manejo de los experimentos	42
4.6. Determinaciones	43
4.7. Análisis y modelo estadístico	45
V. RESULTADOS Y DISCUSION	46
5.1. Resultados en pasto Buffel	46
5.1.1. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha	46
5.1.2. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha	50
5.1.3. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha	52
5.1.4. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha	54
5.1.5. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha	58

5.1.6. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha	60
5.1.7. Efecto del nitrógeno sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas	63
5.1.8. Efecto del fósforo sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas	65
5.1.9. Efecto de la interacción N*P sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas	66
5.1.10. Respuesta a la fertilización en la primera y segunda cosechas	68
5.1.10.1. Primera cosecha	68
5.1.10.2. Segunda cosecha	70
5.2. Resultados en pasto Llanero	73
5.2.1. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha	73
5.2.2. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha	76
5.2.3. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha	78
5.2.4. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha	80
5.2.5. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha	82
5.2.6. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha	84
5.2.7. Efecto del nitrógeno sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas	86
5.2.8. Efecto del fósforo sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas	88

5.2.9. Efecto de la interacción N*P sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas	89
5.2.10. Respuesta a la fertilización en la primera y segunda cosechas	91
5.2.10.1. Primera cosecha	91
5.2.10.2. Segunda cosecha	92
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
VII. LITERATURA CITADA	96

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Características físico-químicas de los suelos del área experimental	40
2 Tratamientos evaluados en los pastos Buffel y Llanero	41
3 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha	47
4 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha	49
5 Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha	50
6 Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha	52
7 Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha	53
8 Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha	54
9 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha	55
10 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha	56
11 Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha	59
12 Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha	60

13	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha	61
14	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha	62
15	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la germinación de la semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera y segunda cosechas	64
16	Efecto de la fertilización fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera y segunda cosechas	66
17	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera y segunda cosechas	67
18	Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Buffel durante la primera cosecha	69
19	Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Buffel durante la segunda cosecha	72
20	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la primera cosecha	74
21	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la primera cosecha	76
22	Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la primera cosecha	77
23	Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la primera cosecha	77
24	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la primera cosecha	79
25	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la primera cosecha	80
26	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la segunda cosecha	81

27	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la segunda cosecha	82
28	Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la segunda cosecha	84
29	Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la segunda cosecha	84
30	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la segunda cosecha	85
31	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la segunda cosecha	86
32	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la germinación de la semilla de pasto Llanero en la primera y segunda cosechas	87
33	Efecto de la fertilización fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Llanero en la primera y segunda cosechas	89
34	Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Llanero en la primera y segunda cosechas	90
35	Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Llanero durante la primera cosecha	92
36	Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Llanero durante la segunda cosecha	94

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Condiciones de temperatura durante la fase experimental	39
2	Condiciones de precipitación durante la fase experimental	39

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORICA SOBRE LA PRODUCCION DE SEMILLA EN LOS PASTOS BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) y LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunth.) A DIFERENTES NIVELES DE N Y P EN TEHUITZINGO, PUEBLA

RESUMEN

En un diseño de bloques completos al azar, bajo un arreglo factorial de los tratamientos, se estudió el efecto de la fertilización con nitrógeno (N) y fósforo (P), sobre la producción de semilla, germinación y algunos componentes del rendimiento de *Cenchrus ciliaris* L., y *Andropogon gayanus* Kunth. Los experimentos duraron dos años, bajo condiciones de temporal, realizándose una cosecha por año. Los tratamientos consistieron en la aplicación de: 17, 33, 50 y 67 kg de N/ha/cosecha, y 50, 100 y 150 kg de P_2O_5 /ha/año. Como fuente de N se utilizó urea (46% de N), la cual se aplicó al inicio después de cada corte de uniformidad, y como fuente de P se aplicó superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5) únicamente al inicio del experimento. Se midió el número de tallos vegetativos, reproductivos y totales/m², la longitud de panícula, el número de semillas/panícula, el peso de la semilla contenida en diez panículas, la producción de semilla y el porcentaje de germinación. En *Cenchrus ciliaris*; la aplicación de N sólo tuvo efecto ($P < .01$) sobre la producción de semilla en la segunda cosecha, sobre todo cuando se aplicaron 50 kg de N/ha/cosecha con una producción de 60.1 kg de semilla, así también sobre los componentes del rendimiento en esta misma cosecha; la eficiencia de utilización del nitrógeno fue de 0.427 kg de semilla/kg de N. El P no tuvo efecto ($P > .05$) sobre la producción de semilla ni en los componentes del rendimiento en ambas cosechas. Sólo la fertilización nitrogenada mostró efecto ($P < .05$) sobre la germinación de la semilla en las dos cosechas. La interacción N*P sólo tuvo efecto ($P < .01$) sobre la producción de semilla, componentes del rendimiento y germinación de la semilla durante la segunda cosecha. En *Andropogon gayanus*; la aplicación de N no incrementó ($P > .05$) la producción de semilla en la primera cosecha, aunque existió un ligero aumento hacia mayor producción, sobre todo cuando se aplicaron 33 kg de N/ha. En la segunda cosecha, en todos los casos, la producción de semilla se incrementó ($P < .05$) con la aplicación de N, donde la mayor producción fue de 128.2 kg de semilla/ha con el nivel de 67

kg de N/ha; la eficiencia de utilización del nitrógeno fue de 0.312 kg de semilla/kg de N. Asimismo, el N aumentó ($P < .01$) la longitud de la panícula en la primera cosecha y, el número de tallos vegetativos y reproductivos en la segunda. El P no tuvo efecto ($P > .05$) sobre la producción de semilla ni en los componentes del rendimiento en ambas cosechas, aunque existió una tendencia hacia mayor producción con el nivel de 100 kg de P_2O_5 /ha. Tanto el N como el P mostraron efecto ($P < .05$) sobre la germinación de las semillas. La interacción N*P, en la primera cosecha sólo mostró efecto ($P < .01$) sobre la longitud de la panícula y la germinación de la semilla, así también sobre tallos vegetativos y reproductivos en la segunda cosecha. De acuerdo a las relaciones actuales entre costo del insumo y precio del producto estos resultados hacen atractiva, desde el punto de vista económico, la fertilización con N al menos hasta el mayor nivel empleado en el presente estudio.

I. INTRODUCCION

En el trópico la mala calidad de los pastos es uno de los factores que limitan la producción de ganado. La sustitución de pastizales nativos por praderas de especies mejoradas de gramíneas y leguminosas incrementan el desempeño individual en más del 100% y la productividad animal por hectárea en casi 20 veces.

Si bien es cierto, que las especies mejoradas sustituyen a las tradicionales superando a estas últimas por sus altos rendimientos en materia seca, buena calidad, ritmo de crecimiento favorable, resistencia a factores como sequía, plagas y buena adaptación a diferentes condiciones edafológicas, también es cierto que para tal fin se requiere de una adecuada disponibilidad de semilla.

El establecimiento de praderas cultivadas, la renovación de las ya existentes y la tendencia creciente de los productores de utilizar praderas mejoradas, han originado en el momento actual, una demanda elevada de semilla de estas especies de pastos hasta ahora desconocidos o poco utilizados en el país.

Los pastos Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth.) son gramíneas forrajeras que han sobresalido por sus altos rendimientos de materia seca, resistencia a sequía, plagas y enfermedades, quema y adaptación a suelos con baja fertilidad en el trópico mexicano, sin embargo, su adopción ha sido lenta debido a la poca disponibilidad de semilla.

El mejoramiento en gran escala de las áreas de pastoreo en los sistemas extensivos de ganado únicamente es factible por medio de semilla (Ferguson, 1979). Sin embargo, es en este rubro en el que México es claramente deficitario, debiéndose recurrir a la importación. Por muchas razones, la importación de material de propagación (semilla) es positivo porque resuelve problemas inmediatos pero es desfavorable, sobre todo en las condiciones actuales, por la fuga de divisas que ello ocasiona y por los problemas de adaptación que en ocasiones presentan, debido a que éstos han sido generados para áreas diferentes a las nuestras. Pero es quizá la dependencia tecnológica el factor más importante a considerar.

La poca o escasa producción nacional de semilla de pastos, es por falta de tecnología adecuada y de personal capaz de desarrollarla, lo que indica la necesidad de aumentar los conocimientos acerca de los diversos factores que intervienen en el rendimiento y producción de semilla con buena calidad. Por lo que es necesario generar y validar tecnologías sobre producción de semillas.

Boonman (1978) señala que los bajos rendimientos de semilla se deben principalmente a dos cuestiones: 1) Bajo número de inflorescencias y bajo peso de las espiguillas por inflorescencia; y, 2) Baja eficiencia de las inflorescencias y espiguillas producidas.

La obtención de altos rendimientos de semillas de pastos está relacionada con la aplicación de prácticas agronómicas. Entre éstas, un régimen adecuado de fertilización es un aspecto esencial de manejo que permite lograr incrementos en las cosechas con una mejor calidad de las semillas producidas (Bilbao *et al.*, 1979a).

El empleo de los fertilizantes para producción de semilla en gramíneas templadas está ampliamente estudiado, sin embargo, en los pastos tropicales aunque existe información sobre algunas especies, ésta resulta insuficiente, por lo que es necesario realizar estudios para generar conocimientos acerca de este factor que limita la producción de semilla (Bilbao *et al.*, 1979a).

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta que las opciones para lograr mayores rendimientos de semilla son muy pocas y que la fertilización es una práctica agronómica que permite obtener mayores rendimientos de semilla de pastos se planteó desarrollar el presente trabajo, con los siguientes:

Objetivos

- Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla y componentes del rendimiento en los pastos Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) var. Biloela, y Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth.)
- Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la germinación de la semilla de los pastos Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth).

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Componentes del rendimiento

El potencial que posee una especie forrajera para producir semillas queda determinado a través de los componentes del rendimiento en el transcurso de dos etapas bien definidas; 1) Establecimiento del potencial de rendimiento y, 2) Utilización del potencial de rendimiento.

La primera etapa depende de que se cumplan eficientemente los procesos de macollaje o formación de tallos y del desarrollo de los meristemos, los cuales conducen a delimitar los primeros componentes, a saber: número de inflorescencias, número de flores o espiguillas por inflorescencia y número de flores por espiguilla. La segunda etapa depende de que se cumplan eficientemente los procesos de polinización, fecundación y desarrollo de las semillas los que contribuyen a fijar los restantes componentes: número de semillas por flor y peso de las semillas (Hebblethwaite *et al.*, citado por Carambula, 1981).

Los componentes del rendimiento de semillas son determinados desde el desarrollo vegetativo y a medida que transcurren las etapas del desarrollo reproductivo. Por otro lado, los componentes del rendimiento pueden variar considerablemente entre especies y aún entre cultivares de la misma especie o bien debido a condiciones ambientales adversas. Es posible establecer que de acuerdo a los estudios realizados por varios autores: temperatura, agua y nutrientes, serían los parámetros que afectan los componentes del rendimiento y, en consecuencia, la producción de semilla (Griffiths *et al.*, citado por Carambula, 1981).

El potencial del rendimiento de semilla, de la gran mayoría de las especies de gramíneas tropicales, es extremadamente bajo (Boonman, 1978, 1979). Esto puede atribuirse principalmente a dos cuestiones: 1) Bajo número de inflorescencias y bajo peso de las espiguillas por inflorescencia; y 2) Baja eficiencia de las inflorescencias y espiguillas disponibles. En el primer caso las variaciones son debidas a diferencias entre especies y variedades, condiciones ambientales y prácticas agronómicas (Crowder y Chheda, 1982). En el segundo son debido a: 1) Período prolongado de emergencia de inflorescencias entre plantas de una misma variedad; 2) Período amplio de emergencia de inflorescencias dentro de cada planta, el cual se extiende por varios meses; 3) Período largo de floración dentro de las inflorescencias que se prolonga por varias semanas (Boonman, 1978). La floración prolongada ocasiona una madurez irregular de las inflorescencias y de las espiguillas dentro de una misma inflorescencia, y las inflorescencias que emergen al final producen pocas semillas y de mala calidad (Bogdan, 1977).

2.2. Calidad de la semilla

La calidad de la semilla según Humphreys (1980), se define por la proporción de semillas que son capaces de germinar y formar nuevas plantas (germinación) y por la proporción de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, tierra, piedras, plagas y enfermedades (pureza).

La germinación según Pelag (1971), es el cambio de la condición latente, o de descanso aparente, a un estado de metabolismo activo y de crecimiento, cuyo producto, desde el punto de vista fisiológico, es la ruptura de las cubiertas seminales y la salida de algunas partes del

embrión, lo que sucede bajo condiciones de humedad y en una temperatura no restrictiva. Para Humphreys (1980), el porcentaje de germinación es la proporción de semillas puras que germinan en un lapso determinado bajo condiciones estándares de laboratorio. Por su parte Gillet (1984) menciona que la germinación corresponde a la entrada de la semilla en vida activa y al comienzo del crecimiento del embrión.

Los factores más importantes que afectan la germinación de las semillas de especies forrajeras tropicales son: la presencia de inhibidores; dormancia, debida a postmaduración en gramíneas, y la presencia de cubiertas duras, en gramíneas y leguminosas (Sánchez, 1976).

Mc Ilroy (1976) señala que la germinación de las semillas también se afecta por desordenes en estas: edad, condiciones de almacenamiento, ataque de enfermedades, plagas y latencia. Asimismo, Jiménez (1984) señala que la calidad de la semilla es efectada por el manejo del semillero, la fertilidad y humedad del suelo, ataque de plagas y enfermedades, momento y método de cosecha, métodos de beneficio y manejo posterior del producto.

2.3. Descripción de las especies utilizadas

2.3.1. Características agronómicas del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

La especie *Cenchrus ciliaris* es originaria de Sudáfrica, la India e Indonesia, fue introducida a Estados Unidos al estado de Texas y luego a las demás partes de América (Bogdan, 1977).

Cenchrus ciliaris, conocido como pasto Buffel, es una gramínea perenne, erecta y macollosa, que crece en cepas rizomatosas con hojas largas más o menos decumbentes. Los tallos están a menudo ramificados y en los cultivares más altos crecen hasta 1.7 m bajo condiciones favorables. Su inflorescencia es una panícula cilíndrica, semejante a una espiga densa, con espiguillas en grupos de 1, 2 ó 3 rodeadas por hileras basales de pelos setáceos. El pedicelo es corto y grueso, articulado en la base, de 5 a 10 mm de longitud, desprendiéndose junto con la espiguilla, éstas pueden tener de 1 a 5 semillas según la variedad. La floración, maduración y diseminación de las semillas ocurre en forma basípeta. Florece a través de todo el año, o sea que es neutral al fotoperíodo. Su reproducción es apomictica obligada, aunque se reporta que ocurre la apomixis facultativa y también, presenta formas sexuales alógamas (Hernández y Simón, 1980; Yañez y Funes, 1989).

Dentro de las variedades más importantes se mencionan a la Biloela, Molopo, Boorara, Nunbank, Gayndah, American y Lawes, entre otras.

La variedad Biloela puede alcanzar 1.5 metros de altura, crece formando macollos erectos constituyendo un césped claro. Sus tallos son finos, de consistencia dura. Las hojas finas y escabrosas, miden entre 5 y 8 mm de ancho y más de 30 cm de largo. Esta variedad es una estirpe precoz que inicia su floración alrededor de las cuatro semanas de ser cortado, presentando floración típica todo el año, mientras que la masiva se presenta en el mes de noviembre. Su inflorescencia es cilíndrica. Se adapta muy bien a regiones de precipitación relativamente baja con una estación seca prolongada, pero responde bien al riego y a la fertilización, no admitiendo inundaciones prolongadas (Humphreys, 1967).

Esta especie se adapta a regiones templadas cálidas, subtropicales con lluvias estacionales y con una larga época de seca. Puede soportar hasta un año sin lluvia; en general se recomienda para zonas de 225 a 900 mm/año, aunque puede encontrarse fuera de estos límites (Bogdan, 1977; Ayerza, 1981).

Humphreys (1967) señala que el pasto Buffel, es un pasto capaz de adaptarse a las más variadas condiciones de suelo, siendo altamente resistente a la sequía, debido a su profundo sistema radical. Por otro lado, Anderson (1974) menciona que esta especie aunque prefiere los suelos ligeros y arenosos, puede crecer bien en muchos suelos arcillosos.

Su rango de pH va desde 5.5 a 8 con un óptimo de 7 a 7.5 y se caracteriza por ser persistente bajo pastoreo intensivo, su buen valor nutritivo y su fácil establecimiento por semilla (Combellas y González, 1972).

Esta especie puede producir de 2 hasta 24 ton de materia seca/ha/año con valores de proteína de 3 a 16% y de 50 a 60% de digestibilidad. Para su establecimiento se siembran de 4 a 12 kg de semilla/ha y, 2 kg de semilla pura germinable (SPG) pueden ser suficientes por hectárea (Jiménez, 1991).

2.3.2. Características agronómicas del pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth.)

La especie *Andropogon gayanus* es originaria de Africa Occidental (Bogdan, 1977). Según Peralta *et al.*, (1987), esta especie fue introducida a México por el antiguo Instituto Nacional

de Investigaciones Agrícolas (INIA) en 1981, procedente del Centro de Agricultura Tropical de Cali, Colombia.

Andropogon gayanus, conocido como pasto Llanero, es una gramínea perenne, erecta, que desarrolla tallos agrupados en macollos que pueden alcanzar hasta más de dos metros de altura.

Posee un sistema radical vigoroso y profundo. Las hojas pueden ser glabras o pubescentes, de 40 a 60 cm de largo y de 2 a 3 mm de ancho, con una nervadura central blanca cubierta de vellosidades; generalmente las hojas son de color verde claro, aunque en ciertas épocas del año, como en la época seca, algunas se tornan de color violáceo. Su inflorescencia es una panícula que presenta espiguillas sésiles y pediceladas en racimos digitados, comúnmente numerosos; las pediceladas son vellosas a pubescentes y poseen aristas duras de 1 a 3 cm de longitud (Peralta *et al.*, 1987; Yañez y Funes, 1989).

La especie se desarrolla bien en altitudes comprendidas entre 0 y 200 metros sobre el nivel del mar (Peralta *et al.*, 1987). La lluvia anual donde se distribuye varía de 400 a 1500 mm por año, y resiste desde 2 hasta 9 meses de sequía. Permanece verde en la estación seca y frecuentemente produce algún crecimiento en áreas con sequía menos severa (Bogdan, 1977). Presenta una alta eficiencia en el uso de agua (EEPFIH, 1989).

El pasto Llanero se adapta bien a los suelos ácidos y de baja fertilidad. Sin embargo, responde positivamente a mejores condiciones de fertilidad del suelo. El desempeño de este pasto es mejor en los suelos con mayor contenido de arcilla que de arena (Anónimo, 1993).

El ICA (1980) señala que el pasto Llanero se adapta a una gran variedad de suelos: fértiles, de baja fertilidad, extremadamente ácidos con pH de 3.3 y 83% de saturación de aluminio, considerados como marginales para la agricultura; desarrolla mejor en suelos de textura ligera, bien drenados y sin excesos de humedad por períodos prolongados.

Andropogon gayanus es una planta de días cortos, necesita de 12 a 14 horas luz para florecer. Su floración está influida por acortamiento de la duración del día de 12 a 8 horas. Así también por los cambios estacionales de lluvia y seca, presentándose una baja sincronización floral, es decir, que la floración es poco uniforme y prolongada. La antesis empieza siempre por el extremo superior de la inflorescencia y continúa durante varios días de forma progresiva hacia abajo pudiéndose encontrar simultáneamente espiguillas en diferente estado de madurez. Es una planta alógama de reproducción sexual. Florece principalmente en los meses secos a partir de noviembre y sus mejores cosechas son a fines de diciembre y enero (Yañez y Funes, 1989). El punto óptimo de la floración ocurre cuando la temperatura es aproximadamente de 25 °C. En México, cuya latitud es de 14 a 24° norte, la floración está bien sincronizada y ocurre en los meses de octubre a noviembre, ello permite obtener cantidades considerables de semilla (Anónimo, 1993). Este pasto puede producir grandes cantidades de materia seca, puede alcanzar hasta 17 ton de materia seca/ha/año. La digestibilidad de la materia seca alcanza valores de 60.2%, su contenido de proteína cruda varía de 6 a 9% (EEPFIH, 1989).

Los rendimientos de semilla cruda en esta especie según Bogdan (1977), varían de 20 a 100 kg/ha/año. Este mismo autor menciona que en la India y Brasil los rendimientos anuales fueron superiores a 90 kg. En Colombia, los rendimientos de semilla han variado de 30 a 300 kg/ha

con un promedio de 120 kg/ha (Jones, 1979). En Iguala y San Marcos, Gro., se han obtenido rendimientos de semilla cruda que varían de 150 a 200 kg/ha (Peralta *et al.*, 1987). En Tehuiztzingo, Pue., se han obtenido rendimientos que varían de 90 a 140 kg de semilla por hectárea, bajo condiciones de secano (Jiménez Merino, comunicación personal).

2.4. Importancia de la producción de semillas

La producción de semillas actuales, son insignificantes para cubrir la demanda de semillas forrajeras, sobre todo si se toma en consideración que, en el trópico mexicano, existen seis millones de hectáreas con praderas cultivadas. La vida productiva promedio de estas praderas es de ocho años, por lo que se supone que anualmente es necesario resembrar 750 mil hectáreas, a esta superficie se deben agregar otras 150 mil hectáreas de áreas nuevas como mínimo; entonces la superficie total calculada llegaría a 900 mil hectáreas de siembra anual promedio. Si se parte de una densidad de siembra de 10 kg de semilla por hectárea, para el caso se necesitan 10 mil toneladas de semilla anualmente (Peralta, 1991).

Jiménez (1992) señala que no se puede mejorar la producción forrajera porque no se dispone de semilla suficiente, debiéndose importar anualmente más de 40 mil toneladas de semilla de pastos y forrajes, para abastecer la demanda nacional.

La producción de semillas de forrajeras, por otro lado, puede ser una actividad significativa dentro de la economía del sector agropecuario; ya sea como generadora de empleos, por la gran cantidad de mano de obra que ocupa (hasta 60 jornales/ha), o porque es parte fundamental para

el establecimiento de áreas de pastoreo y renovación de las ya existentes y por ende el desarrollo de la ganadería. Sin embargo, la producción de semillas en México es una actividad marginal de la ganadería y se lleva a cabo sin tecnificación alguna, redundando esto en bajos rendimientos y mala calidad de la semilla producida (Peralta, 1991).

2.5. Importancia de la fertilización en la producción de semilla

2.5.1. Importancia del nitrógeno

Pérez y Dudar (1983) mencionan que la aplicación de los fertilizantes resultará exitosa produciendo el mayor efecto económico, si se toman en consideración la biología de la especie, las características agroquímicas y agrofísicas del suelo, el tipo de fertilizante y sus interacciones con el suelo, así como las condiciones meteorológicas.

Se ha demostrado que el nitrógeno es el nutriente más importante para alcanzar altos rendimientos de semilla en las gramíneas forrajeras de clima templado (Carambula, 1981). Este efecto ha sido observado también en especies tropicales como *Cenchrus ciliaris* (Brzostowski y Owen, 1966; Humphreys, 1967; Cameron y Mullaly, 1969; Bilbao *et al.*, 1979a), *Brachiaria mutica* (Grof, 1969), *Setaria sphacelata* (Boonman, 1972a), *Brachiaria decumbens* (Do Carmo *et al.*, 1988) y *Brachiaria brizantha* (Enríquez, 1992a,b).

La fertilización nitrogenada es la manera más efectiva de incrementar substancialmente la producción de semillas de pastos, cuando la humedad y otros nutrientes no son limitantes

(Crowder y Chheda, 1982). Sin embargo, no todos los zacates responden en la misma forma a la fertilización nitrogenada (Rogler *et al.*, 1977). La magnitud de la respuesta varía dependiendo de la fertilidad del suelo, forma de fertilización y momento de aplicación, y disponibilidad de humedad (Crowder y Chheda, 1982).

Boonman (1978) señala que la respuesta del nitrógeno está relacionada con la distancia entre surcos. Al respecto, se encontró que en *Setaria anceps* el nitrógeno produjo un efecto positivo. La producción de semilla y el número de espigas/m² fue mucho mayor en surcos a 30 cm comparado con surcos a 90 cm. En surcos a mayor distancia la respuesta a la aplicación adicional de nitrógeno es muy poca, y la respuesta de niveles altos de nitrógeno es mayor en surcos a 30 centímetros.

Jones (1979) señala que la respuesta a la fertilización nitrogenada en rendimiento, está en dependencia del suministro de nitrógeno del suelo y de las diferencias en las tensiones de sequía, siendo lo que origina variación en la eficiencia con que el nitrógeno es utilizado por la planta. Este mismo autor menciona que en suelos de alta fertilidad *Andropogon gayanus* no responde a la aplicación de dosis altas de nitrógeno, especialmente cuando la precipitación es inferior a 600 mm por año.

Una adecuada nutrición de nitrógeno en las gramíneas, es de vital importancia para generar altas producciones de materia seca, mantener su calidad en términos de niveles de proteína (Mc Ilroy, 1972), y promover una elevada producción de semilla (Humphreys, 1975).

El nitrógeno contribuye al incremento de tallos fértiles (Humphreys, 1967), al número de panículas (Gómez *et al.*, 1978; Bilbao *et al.*, 1979b), longitud de panícula y número de semillas por panícula (Bilbao *et al.*, 1979b).

Los incrementos en el rendimiento de semilla debido a la fertilización nitrogenada son inducidos por un gran número de rebrotes y por el incremento en la longitud o ramificación de las inflorescencias (Crowder y Chheda, 1982).

El nitrógeno no solamente aumenta el número de tallos totales en la planta, sino que además favorece notablemente su transición del estado vegetativo al reproductivo. Por ejemplo, gramíneas como guinea, buffel, paspalum y otras, bajo un nivel satisfactorio de nitrógeno aceleran su desarrollo reproductivo y con precocidad entran a la etapa de su ontogénesis, es decir, aceleran la maduración de las semillas, produciendo por unidad de área mayor número de tallos fértiles (Pérez y Dudar, 1983).

El rendimiento de semilla está relacionado directamente con el número de panículas totales (Mejía *et al.*, 1978). Por lo que una de las vías para incrementar la producción de semilla consiste en influir sobre este indicador, el nitrógeno es uno de los factores que más inciden en el incremento de tallos reproductivos, por lo tanto es lógica la aplicación de este nutriente para elevar la producción (Pérez y Pérez, 1992a).

Algunos autores han planteado que el nitrógeno influye negativamente sobre el proceso reproductivo favoreciendo el crecimiento vegetativo. Al respecto, en el Instituto de Ciencia

Animal, Febles y Padilla (citados por Pérez y Dudar, 1983), al comparar dosis de 0, 200 y 400 kg de N/ha/año para la producción de semilla de pasto guinea, encontraron que la dosis mayor aumentó el número de panículas, sin embargo, el mejor rendimiento se logró con 200 kg de N (hasta 100 kg de semilla llena por hectárea), lo que confirma que el nitrógeno a veces favorece el desarrollo vegetativo y no el reproductivo. Humphreys (citado por Do Carmo *et al.*, 1988) señala que este efecto negativo del nitrógeno puede deberse también a la aplicación de niveles tóxicos, a la deficiencia de otros nutrientes y al estrés por sequía o quema. Sin embargo, existe una gran cantidad de investigadores que demuestran el efecto favorable del nitrógeno sobre la producción de semilla lo cual ha sido reportado, entre otros, por Chadhokar y Humphreys (1973) y Mejía *et al.*, (1978).

La dosificación del nitrógeno también es importante para lograr altas producciones de semilla (Pérez y Febles, 1988). Si se aplica parte del nitrógeno al comienzo de la etapa vegetativa y otra parte en el desarrollo, pueden ajustarse más los niveles a las necesidades del cultivo; se insiste en las aplicaciones en las fases vegetativas para garantizar la proliferación de los tallos reproductivos, pero existen respuestas positivas con fertilizaciones en la fase reproductiva (Humphreys y Riveros, 1986).

Boonman (1972c) señala que el nitrógeno se debe de aplicar en una sola aplicación al inicio, pues las aplicaciones posteriores o tardías de N solamente sirven para que emerjan panículas tardías e ineficientes, afectando la producción de semilla por panícula. Así también, el crecimiento del pasto y el número de panículas sufren una reducción moderada. En un experimento sobre la aplicación fraccionada de N, en *Setaria sphacelata* cv. Nandi el nivel de

68/0 kg de N aplicado al inicio rindió más que el nivel de 34/34 y que el nivel 68/68, respectivamente.

De la información presentada se puede concluir que, el nitrógeno es uno de los factores que posee mayor influencia sobre la producción de semillas, ya que influye sobre los componentes del rendimiento, como son la cantidad de tallos reproductivos y la longitud de la inflorescencia. Sin embargo, la eficiencia de la fertilización nitrogenada dependerá de varios factores, como el tipo de suelo, su riqueza mineral, el clima, la humedad y el tipo de planta.

2.5.2. Importancia del fósforo

El fósforo es un nutriente básico de vital importancia en la nutrición de los pastos por su participación directa en una serie de procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis y respiración, así como en el crecimiento y desarrollo. Este nutriente es el que generalmente limita los rendimientos en muchos suelos tropicales, debido a que presentan bajas cantidades de fósforo asimilable y una alta capacidad de fijación (Mesa y Hernández, 1989).

Rains y Guster (1957) señalan que la fertilización fosfórica promueve la producción de materia seca y contenido de fósforo en algunos zacates, así como la producción de semilla, sin afectar la calidad de éstas.

Sin embargo, las investigaciones realizadas han demostrado que este nutriente es más importante para la producción de semillas de leguminosas que para la producción de semilla de gramíneas (Humphreys, 1979; Febles, 1981).

Carambula (1981) señala, mientras que en las leguminosas el fósforo adquiere el valor máximo, resultando el elemento clave para alcanzar mejor comportamiento de esta familia, en las gramíneas resulta esencial para obtener una mayor respuesta al nitrógeno, especialmente cuando este se encuentra en dosis elevadas.

En algunas pruebas regionales sobre producción y manejo de forrajes en suelos ácidos e infértiles de Colombia, Alarcón (1978) observó que algunos pastos como *Melinis minutiflora* no respondieron a la fertilización fosfórica, y otros como *Panicum maximum* necesitaron cantidades elevadas. Según Mesa y Hernández (1989) esta respuesta puede estar relacionada con el nivel crítico, pues se ha comprobado que las especies y/o variedades difieren en este sentido.

Entre los factores que influyen en la eficiencia de utilización del fósforo se encuentran: el suelo, la especie, la fuente, la frecuencia y método de aplicación. Respecto al suelo, se plantea que el contenido de fósforo asimilable y su capacidad de fijación son los factores más importantes para precisar la respuesta de los pastos al fertilizante fosfórico. Las especies difieren en su respuesta al fósforo, así como en su habilidad para usar formas menos solubles (Mesa y Hernández, 1989).

El fósforo aplicado al suelo sufre toda una serie de transformaciones que dependen del tipo de fertilizante usado y del suelo. Estas transformaciones dependen además de las propiedades electroquímicas de los óxidos de Fe y Al. Estas reacciones dan lugar a compuestos muy estables, pero que a la vez son de difícil solubilidad para las plantas. Del fósforo aplicado al suelo con los fertilizantes menos del 20% es utilizado en el primer año por los cultivos, el restante es fijado y se vuelve asimilable lentamente durante los años siguientes (Mesa y Hernández, 1989).

Si bien el fósforo no alcanza la importancia clave que ejerce el nitrógeno en la producción de semillas como lo constatan la mayoría de los investigadores, su aplicación debe hacerse, sino necesaria, en suelos deficientes de este nutriente, ya que la respuesta al fertilizante fosfórico está en dependencia de la especie de planta, tipo de suelo, fuente de fertilizante y método de aplicación.

2.6. Efecto de la fertilización sobre la producción de semilla en pasto Buffel

2.6.1. Efecto del nitrógeno

En pasto Buffel se ha encontrado un efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla. Al respecto, Brzostowski y Owen (1966) señalan que la producción de semilla se incrementa con la aplicación de nitrógeno.

El nitrógeno contribuye al incremento del número de panículas y a la formación de la semilla en *Cenchrus ciliaris* (Humphreys, 1967). Este mismo autor encontró una respuesta casi lineal

en la producción de semilla en esta misma especie, desde 8 hasta 500 kg de semilla con la aplicación de 670 kg de N/ha. Asimismo, Cameron y Mullaly (1969) encontraron un efecto significativo de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla en Buffel.

En Tanzania, *Cenchrus ciliaris* produjo razonablemente rendimientos entre 150 y 210 kg de semilla/ha sin la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Brzostowski y Owen, 1966). En Queensland, Australia, Humphreys y Davidson (1967) obtuvieron únicamente 8 kg de semilla/ha sin riego y sin fertilización, pero con la aplicación de 84, 168, 336 y 672 kg de N/ha el rendimiento de semilla se aumentó a 47, 168, 260 y 504 kg/ha, respectivamente, y la aplicación dividida de las tasas más grandes dieron aún rendimientos más altos.

Gómez *et al.*, (1978) encontraron en *Cenchrus ciliaris* una producción de 450 kg de semilla con la aplicación de 600 kg de N/ha. Estos mismos autores mencionan que el nitrógeno no influyó significativamente sobre el largo de las panículas, sin embargo, el número de panículas/m² se incrementó con las aplicaciones de nitrógeno. Así también, señalan que en Cuba, la mayor producción de semilla se obtuvo con una frecuencia de cortes de 60 días y dosis de 200 y 400 kg de N/ha/año, para las variedades Biloela y Formidable, respectivamente.

Humphreys (1978) menciona que a medida que se aumenta la dosis de aplicación de fertilizante nitrogenado se obtiene un brusco incremento del rendimiento, seguido por una disminución en la respuesta a medida que se va llegando al rendimiento máximo.

Bilbao *et al.*, (1979a) estudiaron el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla en Buffel durante dos años. Aplicando dosis de 0, 180 y 360 kg de N/ha/año, divididas en 6 aplicaciones al año, es decir, 0, 30 y 60 kg de N/ha/cosecha, encontraron que la producción de semilla se incrementó linealmente con la aplicación de nitrógeno; la mayor producción (288.44 kg/ha/año) ocurrió en el primer año cuando se emplearon 360 kg de N, y cosechando a los 60 días. Con una eficiencia de utilización del N de 0.43 kg de semilla/kg de nitrógeno.

Asimismo, Bilbao *et al.* (1979b) encontraron un efecto positivo del nitrógeno sobre el número de panículas/ha, longitud de panícula y número de semillas por panícula, siendo superior este efecto en el primer año cuando se aplicaron 360 kg de N/ha/año y cosechando a los 60 días.

Cavazos y Cordero (1990) encontraron una respuesta lineal en la producción de semilla con las dosis de 0, 200 y 400 kg de N/ha con rendimientos de 111.71, 236.97 y 300.63 kg/ha, respectivamente, bajo condiciones de riego. Estos mismos autores bajo condiciones de temporal encontraron una respuesta positiva, pero inferior a la antes citada, con rendimientos de 70.150, 97.043 y 94.155 kg de semilla/ha para los niveles de 0, 200 y 400 kg de N, respectivamente. Sin embargo, no encontraron efecto del nitrógeno sobre la longitud de la inflorescencia de *Cenchrus ciliaris* var. American, en ambas condiciones.

Cabanillas *et al.*, (1992) encontraron que el nitrógeno incrementó el rendimiento de semilla del pasto Buffel. Al aplicar dosis de 0, 30 y 60 kg de N/ha encontraron una producción de 26,

96 y 105 kg de semilla/ha, respectivamente, promedio de dos cosechas. Estos mismos autores reportan que en la primer cosecha el N no afectó el rendimiento de semilla.

Pérez y Pérez (1992b) estudiaron el efecto del nitrógeno (0, 180, 240 y 360 kg de N/ha/año) y algunos componentes del rendimiento sobre la producción de semilla de pasto Buffel. Fraccionaron el nitrógeno en seis partes, una para cada corte. Realizaron cuatro cosechas en el primer año y tres en el segundo. Encontraron que el efecto de la fertilización fue más notable en el segundo año sobre todo con la dosis de 360 kg (60 kg de N/cosecha), aunque no se presentaron diferencias significativas. El mayor efecto directo sobre la semilla total lo produjo en primer lugar la variable tallos reproductivos totales y en segundo lugar la longitud de la inflorescencia.

Por otro lado, existen evidencias de que las fuentes de nitrógeno no tienen un efecto significativo sobre la producción de semilla (Pérez y Febles, 1988). Esto fue corroborado por Pérez *et al.*, (1987) con investigaciones realizadas en Cuba, quienes al comparar el efecto del nitrato de amonio, la urea y el sulfato de amonio en *Cenchrus ciliaris* no encontraron diferencias significativas entre las fuentes, aunque el nitrato de amonio tendió a mostrar rendimientos superiores. Por lo que dichos autores recomiendan la aplicación indistinta de cualquier fertilizante nitrogenado, preferentemente el nitrato o la urea.

Bilbao *et al.*, (1979a) al estudiar el momento de aplicación del nitrógeno sobre la producción de semilla de *Cenchrus ciliaris* no encontraron diferencias significativas, por lo que sugieren aplicar el nitrógeno lo más rápidamente posible al inicio después del corte o cosecha.

Si bien, existen reportes que señalan la ausencia de efecto del N sobre la producción de semilla y sus componentes en pasto Buffel, la información disponible, en su mayoría, constata con el efecto benéfico del nitrógeno sobre la producción de semilla y sus componentes, aunque este efecto está ligado al tipo de suelo, dosis de fertilizante, método y momento de aplicación, así como la edad del cultivo.

2.6.2. Efecto del fósforo

El fósforo es el nutriente más importante en el rendimiento de las raíces y en la tasa de crecimiento del Buffel (Asare, citado por Hernández y Simón, 1980). Humphreys (1967) señala a este pasto como fosfórico, lo cual parece estar confirmado por los resultados obtenidos por Andrew y Robins (1971), quienes encontraron una alta concentración de fósforo en esta especie, así como el nivel crítico más alto (0.26% de P) al compararlo con otras especies, valor muy alto, lo que significa que requiere mayor disponibilidad de fósforo para alcanzar máximos rendimientos (Mesa y Hernández, 1989).

Christie (1975) demostró que la ausencia de fósforo fue el factor principal que limitó el crecimiento de los brotes en un suelo rojo arenoso en Queensland, Australia, y que la adición incrementó el crecimiento de los brotes, el desarrollo de las raíces, así como la resistencia a la sequía.

Boonman (1978) menciona que el fósforo tiene efecto solamente en el establecimiento. Asimismo, Paull y Lee (1978) señalan que el establecimiento del pasto Buffel es rápido en suelos

con alta disponibilidad de fosfatos y las plántulas soportan en mayor grado la sequía que en los suelos bajos en fósforo.

Ayerza (1981) menciona que la adición de fósforo en Buffel produjo rendimientos de semilla de 82.5, 90.95, 173.12 y 257.51 kg/ha para los niveles de 0, 40, 80 y 120 kg de P_2O_5 /ha, respectivamente.

En estudios realizados en Cuba se ha encontrado que los mejores rendimientos de semilla de Buffel se han obtenido empleando niveles bajos de fertilización fosfórica (Febles, 1981).

Hernández y Cárdenas (1982) encontraron que el fósforo no logró incrementos significativos del rendimiento de forraje en pasto Buffel; y que el momento de aplicación tampoco influyó en los rendimientos. Estos mismos autores mencionan que la respuesta a las aplicaciones de fósforo está muy relacionada con el contenido de este elemento en el suelo.

Walker (citado por Hernández y Cárdenas, 1982) encontró que cuando el fósforo se incorporó al subsuelo con una grada ligera, se incrementó el rendimiento del pasto Buffel a diferencia de cuando se aplicó al voleo, dado que en ese caso no hubo respuesta. El autor atribuyó este último efecto al hecho que el P no se encontraba disponible para las raíces profundas.

En Cuba, en un suelo con 24 mg de P_2O_5 /kg de suelo, se obtuvieron los rendimientos más elevados de semilla de pasto Buffel en el primer y segundo año con 50 kg de P_2O_5 , cuando se compararon con 100 y 150 kg/ha de este elemento (Pérez *et al.*, 1985; Pérez y Febles, 1988).

Ozane (citado por Mesa y Hernández, 1989) plantea que cuando el fósforo es aplicado al voleo, este es fijado en los 2-3 cm del suelo y las especies que poseen un sistema radical más profundo presentan menor habilidad para la proliferación de las raíces en las capas superficiales donde se encuentra el fósforo y por lo tanto necesitan mayores aplicaciones de este elemento.

Mesa y Hernández (1989) en cuanto a las fuentes empleadas, señalan que el superfosfato triple y el simple han sido los más aplicados a los pastos debido a su solubilidad y fácil asimilación; sin embargo, el uso de la roca fosfórica parece ser una buena opción, tanto desde el punto de vista económico como agronómico. Por otro lado, mencionan que varios autores coinciden en señalar que el fertilizante fosfórico puede ser aplicado de una sola vez para varios años, lo cual ahorra maquinaria y mano de obra, con lo que se reduce marcadamente el costo de aplicación y se alarga el efecto residual, aunque se ha observado que aplicaciones anuales han tenido un efecto positivo.

Cavazos y Cordero (1990) encontraron la mejor respuesta con 100 y 200 kg de P_2O_5 /ha, con una producción de 342.87 y 229.61 kg de semilla, respectivamente, bajo condiciones de riego. Estos mismos autores no encontraron efecto alguno del fósforo sobre la producción de semilla, bajo condiciones de temporal. La longitud de inflorescencia tampoco fue afectada.

De la información disponible se concluye que el pasto Buffel no requiere grandes cantidades de fósforo. Si bien algunos autores han encontrado respuesta a este nutriente sobre la producción de semilla otros reportan un efecto nulo, sin embargo, esta respuesta estará en función del tipo de suelo, dosis y modo de aplicación, y las condiciones climáticas, sobre todo la humedad.

2.6.3. Efecto de la interacción N*P

Garza (1978) probando diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en pasto Buffel encontró el mejor rendimiento de semilla con la dosis de 120 kg de N y 0 kg de P/ha, respectivamente, bajo condiciones de temporal.

Singh *et al.* (citados por Ayerza, 1981) trabajando en zonas de 300 mm de precipitación anual en la India, incrementaron el rendimiento de semilla de Buffel en un 56% con la aplicación de fertilizantes utilizando la fórmula 30-30-30 kg/ha/año.

Cavazos y Cordero (1990) encontraron un efecto positivo de la interacción N*P sobre la producción de semilla de Buffel, tanto bajo condiciones de riego como de temporal. Bajo condiciones de riego obtuvieron una producción máxima de 338.37 kg de semilla con la dosis 400-200, y bajo temporal obtuvieron 118.705 kg con la dosis de 400-100. Estos mismos autores señalan que no encontraron ningún efecto de la interacción sobre la longitud de panícula en ambas condiciones.

Eguiarte *et al.*, (1992), encontraron una producción de semilla de 193 kg/ha para la var. Molopo y 144.5 kg para la var. American al fertilizar con 100-50-00 kg de N-P-K, respectivamente, previo al rebrote después del pastoreo.

Si bien, la fertilización fósforica no es tan importante en la producción de semillas de gramíneas como lo señalan varios investigadores, ésta puede ser importante para alcanzar un

mejor comportamiento del nitrógeno. Por otro lado, es importante agregar o incorporar fósforo para devolver al suelo parte del fósforo que los cultivos extraen de él.

2.7. Efecto de la fertilización sobre la producción de semilla en pasto Llanero

2.7.1. Efecto del nitrógeno

Haggar (citado por Bogdan, 1977) encontró que en Nigeria el pasto Llanero tuvo un rendimiento de semilla de 25.1 kg/ha sin fertilizar, y 38.7, 57.7 y 74.4 kg/ha cuando se fertilizó con 56, 112 y 224 kg de N/ha, respectivamente.

En Shika, Nigeria, las aplicaciones de 168 kg de N/ha incrementaron el número de inflorescencias por floración. Asimismo, la aplicación de 224 kg de N/ha incrementó la altura de la inflorescencia de 1.7 a 2.3 m; el número de inflorescencias de 13 a 36/m²; la longitud de la inflorescencia de 46 a 63 cm e incrementó el rendimiento de semilla sin limpiar de 25 a 75 kg/ha (Bogdan, 1977).

En la India, Mishra y Chatterjee (citados por Bogdan, 1977) encontraron rendimientos de 90 kg de semilla por hectárea cuando se fertilizó con 27.8 kg de N/ha, y 69 kg de semilla sin fertilización.

En Colombia, el pasto Llanero manifestó poco requerimiento de nitrógeno, pero se obtienen respuestas significativas cuando al fertilizar con este nutriente, se aplica riego superior a 600 mm por año (González y Gerardo, 1982).

Según Peralta *et al.*, (1987), esta especie responde bien a la fertilización por lo que se puede llevar un programa de fertilización con 100 kg de N/ha, distribuidos en el período de lluvias en cuatro aplicaciones anuales.

Jones (1979) señala que se ha encontrado que en suelos de alta fertilidad *Andropogon gayanus* no responde a la aplicación de dosis altas de nitrógeno, especialmente cuando la precipitación es inferior a 600 mm por año. La respuesta de la fertilización nitrogenada en su rendimiento, está en dependencia del suministro de nitrógeno del suelo y de las diferencias en las tensiones de sequía, siendo estos los que originan variación en la eficiencia con que el nitrógeno es utilizado por la planta.

Argel (1983) señala que se debe fertilizar de acuerdo a las condiciones del suelo, la edad y estado del cultivo. El nitrógeno se debe de aplicar al comienzo de cada ciclo vegetativo, aunque también se puede aplicar fraccionado en dosis de 50 a 70 kg/ha/ciclo de cosecha.

Farfá *et al.*, (1988) encontraron que la aplicación de nitrógeno no influyó en forma significativa en la producción de materia seca de *Andropogon gayanus*, lo cual está relacionado con sus requerimientos de este nutriente, a su reserva en el suelo y con el efecto negativo del déficit de agua en la absorción por la planta. Estos mismos autores encontraron que el porcentaje de tallos en esta especie fue bajo y no fue afectado por el nitrógeno, probablemente debido a que el período seco ocasionó una respuesta fisiológica que enmascaró dicho efecto.

Rojas *et al.*, (1990) mencionan que el pasto Llanero es una especie que posee una elevada productividad en los suelos ácidos y alcalinos, además tiene bajos requerimientos de nitrógeno y fósforo.

Basulto y Ayala (1991) evaluando fechas de precorte y dosis de nitrógeno en pasto Llanero, encontraron que el N no tuvo efecto sobre la producción de semilla cruda y número de tallos/m². La mejor fecha de precorte fue la del 15 de agosto.

Jiménez y Peralta (1991) estudiaron el efecto de la fecha de precorte y la respuesta de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Llanero. No encontraron efectos significativos de la fertilización. La mayor producción (201 kg de semilla/ha) se encontró con el precorte realizado el primero de septiembre y aplicando 40 kg de N/ha.

La aplicación del nitrógeno en pasto Llanero según lo reportado en la literatura tiene efectos positivos sobre la producción de semilla, sobre todo cuando no hay deficiencia de humedad. La respuesta de la fertilización nitrogenada está en dependencia del suministro del N por parte del suelo y la humedad del suelo, así como por la dosis, modo y método de aplicación.

2.7.2. Efecto del fósforo

En suelos de Shika, Nigeria, cuando se aplicó más de 67 kg de P₂O₅/ha no tuvo efecto en la producción de semilla (Bogdan, 1977).

Haggar (citado por Bogdan, 1977) encontró que el fósforo produjo poco efecto sobre la producción de semilla de *Andropogon gayanus* y únicamente con 224 kg de N/ha en interacción con fósforo se observó un rendimiento máximo de 85.6 kg/ha.

Haggar (citado por Febles y Navarro, 1986) menciona que en el caso de *Andropogon gayanus*, la aplicación de fósforo, exclusivamente, no afectó los rendimientos de semilla. Sin embargo, con 200 kg de nitrógeno y 30 kg de fósforo se obtuvieron 77.2 kg de semilla.

Salinas (citado por Pérez y Febles, 1988) expone que en el caso de *Andropogon gayanus* en Nigeria fueron suficientes 34 kg de P_2O_5 /ha, mientras que para *Brachiaria decumbens* en los Llanos Orientales de Colombia las respuestas fueron bajas.

En suelos infértiles de Colombia, el pasto Llanero responde a la fertilización fosfórica hasta niveles de 400 kg de P_2O_5 /ha, pero sin fertilización con P supera a *Brachiaria decumbens*, *Hiparrhenia rufa* y *Panicum maximum*, lo que demuestra poca exigencia a la fertilización fosfórica (Muller, citado por Jones, 1979).

El pasto Llanero es poco exigente a la fertilidad de los suelos; sin embargo, en la fase de establecimiento responde bien a la fertilización. Durante esta etapa, y particularmente en suelos pobres (menos de 7 ppm de P), se requiere una aplicación mínima de 50 kg de N y 50 kg de P/ha. Una vez establecida la pradera aplicar de 30 a 40 kg de P/ha/año (Peralta *et al.*, 1987).

Entre las gramíneas el *Andropogon gayanus* presenta los valores más bajos de fósforo (valor crítico de 0.11%), es menos exigente a los fertilizantes fosfóricos y se recomienda para suelos de baja fertilidad (Mesa y Hernández, 1989).

La mayoría de los reportes señalan que aplicación de fósforo en pasto Llanero no es tan importante, siendo esta especie una de las menos demandante de este nutriente. Sin embargo, a pesar de que el efecto del P sobre la producción de semilla sea muy poco o casi nulo, el agregado de éste puede ser importante para tener un mejor comportamiento del nitrógeno. Su respuesta dependerá de la fertilidad del suelo y de las condiciones ambientales, sobre todo la humedad.

2.8. Efecto de la fertilización en otras especies

Grof (1969) encontró que la aplicación de nitrógeno incrementó significativamente el número de tallos reproductivos y el rendimiento de semilla de *Brachiaria mutica*.

Chadhokar y Humphreys (1973) estudiando la influencia del nivel de nitrógeno sobre la producción de semilla de *Paspalum plicatulum* encontraron un máximo rendimiento de semilla con 100 kg de N/ha y con dosis más altas éste declinó, y en el tercer año la respuesta aumentó casi linealmente hasta 400 kg de N/ha. Estos autores señalan que no hubo respuesta en la densidad de tallos durante el primer y segundo año, pero sí para el tercero. Lo mismo ocurrió para el número de semillas por panícula.

Boonman (1978) menciona que la emergencia inicial de las espigas en *Setaria anceps* se produce al mismo tiempo con un nivel de 0 kg de N que con niveles de N superiores, sin embargo, se observa un aumento en el número de espigas. Este mismo autor menciona que el nitrógeno aumenta la longitud de espiga casi un tercio de lo normal y se cree que las espigas largas tienen una floración más prolongada.

En pasto Guinea, Mejía *et al.*, (1978) observaron efectos positivos del nitrógeno sobre el número de tallos reproductivos y la producción de semilla, a la vez que encontraron clara relación entre los componentes del rendimiento en la producción de semilla.

Febles (1981) menciona que el nitrógeno es uno de los factores que posee mayor influencia sobre la producción de semillas en *Panicum maximum*, ya que no solamente en algunos pastos tropicales adelanta la floración sino que influye sobre los componentes del rendimiento; como es la cantidad de tallos reproductivos por área.

Bilbao y Matías (citados por Mesa y Lamela, 1981) estudiaron el efecto de la fertilización nitrogenada en pasto Rhodes, y empleando dosis de 0, 140 y 280 kg de N/ha, fraccionado en partes iguales según el tratamiento en 2 aplicaciones en verano y 3 en el período de secas, encontraron que el mejor nivel fue el de 280 kg de N/ha con un rendimiento de 225 kg de semilla total por hectárea con un 44% de semilla fértil.

Do Carmo *et al.*, (1988) encontraron que la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto positivo en el rendimiento de semilla cruda en *Brachiaria decumbens*. El mayor beneficio de la aplicación

de nitrógeno sobre el rendimiento de semilla cruda se alcanzó con la dosis de 70 kg de N/ha (293.8 kg de semilla). Con la aplicación de dosis superiores estos rendimientos disminuyeron.

Enríquez (1992a) al evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el rendimiento de semilla de *Brachiaria decumbens*, encontró que no hubo respuesta de la fertilización nitrogenada y fosfórica en aumentar el rendimiento de semilla de esta especie.

Pérez y Pérez (1992a) empleando dosis de 0, 180, 240 y 300 kg de N/ha/año, fraccionado en cuatro aplicaciones similares, es decir, 0, 45, 60 y 90 kg/ha/corte en *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, encontraron que el componente que mayor efecto tuvo sobre la producción de semilla total y pura fue el de tallos reproductivos totales. Estos mismos autores recomiendan no aplicar nitrógeno en siembras nuevas en suelos fértiles, y aplicar 240 y 300 kg de N/ha/año en el segundo y tercer año, respectivamente.

Para *Chloris gayana* var. Pioneer, Sánchez (1976) reportó un efecto positivo de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla cuando se aplicaron 100 kg de P/ha/año con una producción de 487.7 kg/ha comparado con el testigo con una producción de 334.4 kg/ha. Este autor señala que con 25 kg de N y la aplicación de 100 kg de P/ha/año la producción fue mucho mayor con un rendimiento de 853.3 kg de semilla por hectárea. El nitrógeno se aplicó después de cada corte. El rendimiento reportado fue el promedio de tres cosechas anuales.

Enríquez (1992b) estudiando el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el

rendimiento de semilla de *Brachiaria dictyoneura*, encontró un efecto positivo de la fertilización nitrogenada con o sin aplicación de fósforo y potasio sobre la densidad de tallos florales. Sin embargo, reporta que el tratamiento más consistente en aumentar el número de tallos florales, rendimiento de semilla cruda y pura fue el de 200-100-100 kg de N-P-K, respectivamente.

Asimismo, Enríquez (1992c) encontró una respuesta positiva de la producción de semilla del pasto Insurgente *Bhachiaria brizantha* a la fertilización con N y P. Reportó que el mayor rendimiento de semilla fue para el tratamiento 400-200-0 kg de N, P y K/ha, respectivamente. Este autor también encontró un efecto positivo del nitrógeno en relación a la densidad de tallos florales, señalando que la mayor densidad de tallos se registró con el tratamiento de 300-50-0 kg de N, P y K, respectivamente.

Hernández y Cárdenas (1981) estudiando el efecto del fósforo en hierba guinea cv. Likoni, encontraron que no tuvo efecto en aumentar el rendimiento de forraje y el diámetro de macollas, pero sí en cuanto al contenido de fósforo en la planta. Señalan que el contenido de fósforo en el suelo satisfizo las necesidades del pasto por lo menos al inicio (en los dos primeros años de explotación).

La información afirma que la fertilización con nitrógeno y fósforo tiene efectos positivos sobre el rendimiento de semilla y algunos de sus componentes. Este efecto se presenta en mayor o menor medida de acuerdo a la especie forrajera, fertilidad del suelo, dosis aplicadas, método y momento de aplicación, edad del cultivo y la humedad del suelo.

2.9. Efecto de la fertilización sobre la germinación de la semilla

Cameron y Mullaly (1969) observaron en *Cenchrus ciliaris* y *Brachiaria mutica*, respectivamente, que la germinación de las semillas no estaba relacionada con el nivel de nitrógeno.

En *Setaria anceps* y *Chloris gayana*, Boonman (1972a,b) notó una asociación negativa del nitrógeno sobre la germinación. Sin embargo, este mismo autor señala que en el sudeste de Queensland, Australia, se han encontrado efectos positivos.

Chadhokar y Humphreys (1973) mencionan que la fertilización incrementa la germinación de las semillas de *Paspalum plicatulum* de 13% con 0 kg de N a 40% con 400 kg de N/ha.

Boonman (1978) señala que algunas veces altas aplicaciones de nitrógeno reducen tanto el porcentaje de pureza de la semilla como el de germinación.

Bilbao *et al.*, (1979a) encontraron que la fertilización nitrogenada no tuvo influencia en la germinación de las semillas de pasto Buffel, aunque se presentaron ligeros aumentos para los niveles de 180 y 360 kg de N/ha/año (con 4.5 y 4.2%, respectivamente), y cosechando a los 60 días después del corte. Estos mismos autores mencionan que es más determinante en la calidad de la semilla el momento de cosecha y el almacenamiento de ésta.

Caní (citado por Do Carmo *et al.*, 1988) encontró un aumento del porcentaje de germinación de las semillas de *Brachiaria decumbens* con la aplicación de 112 kg/ha de sulfato de amonio.

En esta misma especie Do Carmo *et al.*, (1988), encontraron que el mayor porcentaje de germinación de las semillas fue para la dosis de 35 kg de N/ha (66.3%) y que se observa que la germinación disminuye con la aplicación de altas dosis de nitrógeno.

Cavazos y Cordero (1990) encontraron un efecto positivo del nitrógeno sobre la germinación de la semilla de Buffel var. American. Bajo condiciones de riego encontraron que el mayor efecto fue para la dosis de 400 kg de N/ha con un 45.23%, y bajo condiciones de temporal fue para los niveles de 200 y 400 kg de N/ha con 40.46 y 42.38% de germinación, respectivamente.

En cuanto al fósforo Cavazos y Cordero (1990) encontraron un efecto positivo de este nutriente sobre la germinación de las semillas del pasto Buffel var. American. Ellos reportan que el nivel de 200 kg de P_2O_5 /ha fue el que mayor efecto tuvo, tanto en condiciones de riego como de temporal, con un 47.39 y 45.35%, respectivamente. Estos mismos autores también encontraron un efecto positivo de la interacción N*P sobre la germinación de la semilla de Buffel. Reportan que el mayor efecto se obtuvo con los niveles de 400-100 y 400-200 kg de N-P, con 50.43 y 54.68%, respectivamente, bajo condiciones de riego. Reportaron también que bajo condiciones de temporal el mayor efecto se obtuvo con los niveles de 200-200, 400-100 y 400-200 kg/ha/año, con un porcentaje de germinación de 49.32, 47.74 y 51.08, respectivamente.

Al evaluar el efecto de fecha de precorte y fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Llanero, Jiménez y Peralta (1991) encontraron que estos factores no afectaron la germinación de la semilla. Ellos encontraron un porcentaje de germinación de 23, 20, 16 y 20 para los niveles de 0, 40, 80 y 120 kg de de N/ha/año, respectivamente.

Cabanillas *et al.*, (1992), encontraron que el nitrógeno no afectó el porcentaje de germinación de las semillas del pasto Buffel.

Se constatan contradicciones en los resultados reportados, si bien son frecuentes los reportes de efectos positivos también lo son de efectos negativos o ausencia de efectos. Ello implica que los procesos a través de los cuales la fertilización afecta la germinación de las semillas son muy complejos. Como consecuencia de lo anterior el efecto final estará en función de la dosis, momento de aplicación, disponibilidad de humedad, momento de cosecha de la semilla y período de almacenamiento. La razón para ello debe buscarse en los procesos fisiológicos involucrados en la formación de la semilla.

III. HIPOTESIS

1. El rendimiento de semilla, la germinación de las mismas y los componentes del rendimiento en los pastos Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth.) son afectados por la fertilización nitrogenada y fosfórica.
2. El rendimiento de semilla, la germinación de las mismas y los componentes del rendimiento en los pastos Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth.) son afectados por la interacción nitrógeno*fósforo.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización de los experimentos

Los experimentos se realizaron en el Centro Para la Producción de Semillas Forrajeras Tropicales de la Mixteca Poblana "Tehuiztzingo", localizado en Tehuiztzingo, Puebla, km 207 de la Carretera Panamericana México-Oaxaca. Las coordenadas geográficas son 18° 19.9' de latitud norte y 98° 16.6' longitud oeste, a una altitud de 1080 msnm.

4.2. Clima

El clima de dicho Centro de acuerdo a la clasificación climática de Koppen modificada por García (1981) es del tipo $Aw''_0(w)(i'')g$, que corresponde al cálido subhúmedo, con lluvias en verano y con poca oscilación térmica. La temperatura media anual es de 24.2 °C, cociente precipitación/temperatura de 36.6, siendo enero el mes más frío y junio el más caliente. La precipitación total anual es de 826 mm repartidos principalmente de junio a octubre. Las condiciones climáticas durante la fase experimental se presentan en la figura 1.

4.3. Suelo

Los suelos de la región corresponden a vertisoles, originados de areniscas, calizas y rocas ígneas básicas. Son migajones arcillosos o arcilloarenosos con predominancia de arcilla. Son de ligera a moderadamente alcalinos, con alta capacidad de intercambio catiónico y están saturados

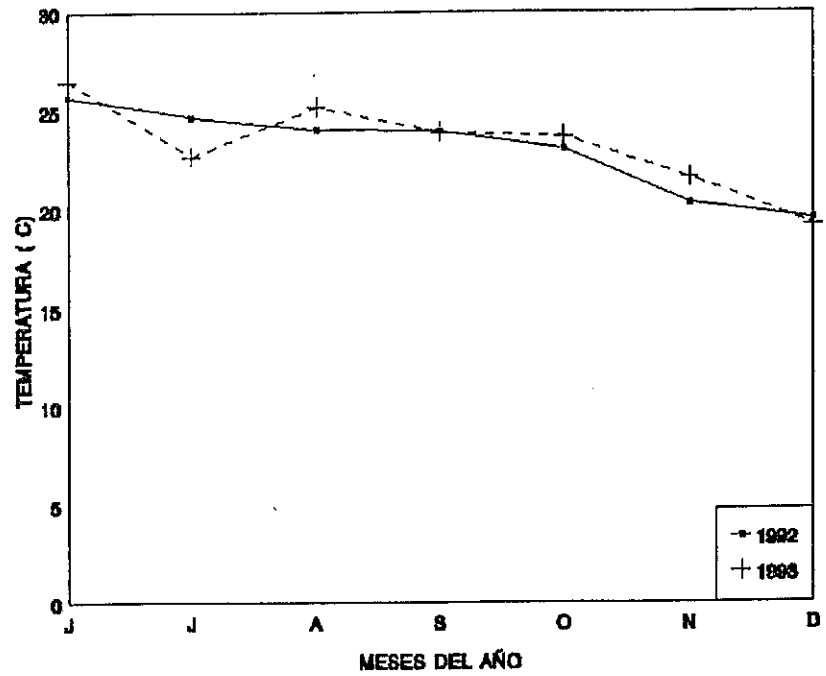


Fig. 1. Condiciones de temperatura durante la fase experimental

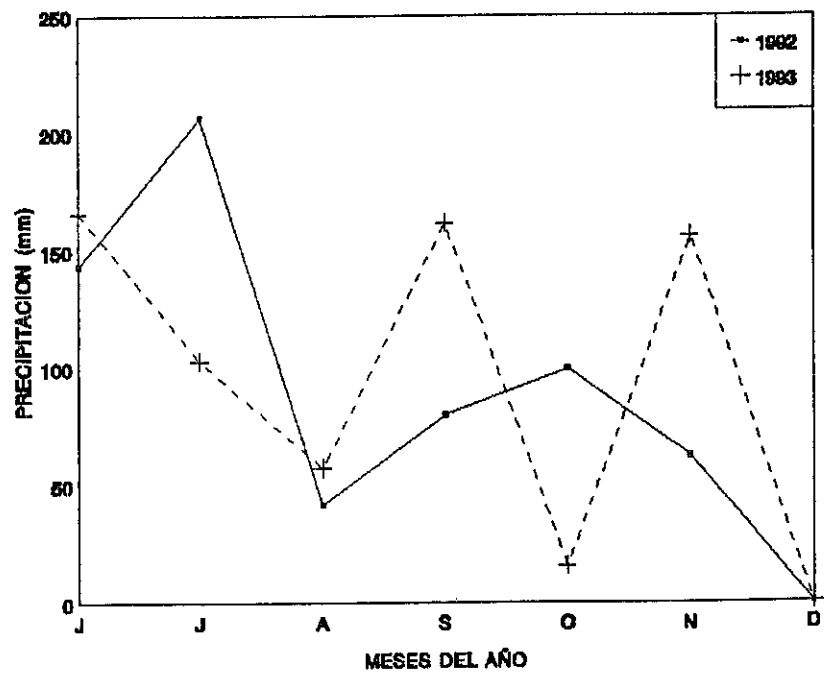


Fig. 2. Condiciones de precipitación durante la fase experimental

con cantidades altas de calcio, de altas a muy altas de magnesio y bajas a moderadamente de potasio (INEGI, 1987).

Los tipos de suelo donde se llevaron a cabo los experimentos corresponden a la clasificación textural franco-arcillo-arenoso, de reacción alcalina, moderadamente profundos. Las características físico-químicas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físico-químicas de los suelos del área experimental

Indicador	Contenido		Método utilizado
	Buffel	Llanero	
pH	7.7	8.0	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	0.9	1.1	Walkley y Blach
Nitrógeno total (%)	0.055	0.118	Kjeldahl
Pósforo (ppm)	5	6	Olsen
Potasio (ppm)	212	153	*
Textura	Franco-arcillo-arenoso		Hidrómetro de Bouyocuos

*Extracto en acetato de amonio 1N pH 7.0 (relación 1:5) y determinado por espectrofotometría de emisión de flama.

4.4. Diseño experimental y tratamientos

Se realizaron dos experimentos de campo, con un diseño de tratamientos factorial, los cuales se establecieron en el terreno bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se probaron en cada una de las especies, por separado, cuatro niveles de

nitrógeno; 17, 33, 50 y 67 kg de N/ha/cosecha y tres niveles de fósforo; 50, 100 y 150 kg de P_2O_5 /ha/año. Cabe aclarar que las dosis de nitrógeno empleadas corresponden a la decisión original de aplicar dosis de 100, 200, 300 y 400 kg de N/ha/año, y la realización de seis cosechas de semilla al año en pasto Buffel y tres en Llanero. Asimismo, no se incluyó un testigo como tratamiento para no interferir con la producción de semilla del Centro, ya que ese fue el acuerdo para la realización de los experimentos en ese lugar. El arreglo factorial dio como resultado 12 tratamientos (Cuadro 2), los cuales se distribuyeron en forma aleatoria en cada una de las dos especies involucradas. Las parcelas experimentales consistieron de cuatro surcos de 0.90 m de ancho y 14 m de largo, es decir, 50.4 m² por parcela, y una área total de 2419.2 m² para cada especie.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en los pastos Buffel y Llanero

Tratamiento	Nitrógeno (Kg/ha/cosecha)	Fósforo Kg de P_2O_5 /ha/año
1	17	50
2	17	100
3	17	150
4	33	50
5	33	100
6	33	150
7	50	50
8	50	100
9	50	150
10	67	50
11	67	100
12	67	150

4.5. Manejo de los experimentos

Los experimentos se llevaron a cabo en praderas ya establecidas. La pradera de Buffel var. Biloela se estableció en junio de 1991 en surcos separados a 90 cm, con 5 kg de semilla/ha matcado cada 60 cm bajo condiciones de temporal y sin riego de auxilio. La pradera de Llanero se estableció en la misma fecha y forma con 10 kg de semilla/ha.

La fase de campo duró dos años, de 1992 a 1993. Durante este período se realizaron dos cosechas de semilla, una por año, bajo condiciones de temporal. Para la primera cosecha se realizó un corte de uniformidad el 29 de julio de 1992 en Buffel, y el 2 de agosto del mismo año en Llanero. La aplicación de los tratamientos se realizó el 3 de agosto de 1992 en Buffel y el 5 de agosto del mismo año en Llanero. Para la segunda cosecha el corte de uniformidad se efectuó el 22 de agosto de 1993 y la fertilización se aplicó el 26 de agosto del mismo año, tanto en pasto Buffel como en Llanero.

Como fuente de nitrógeno se utilizó urea (46% de nitrógeno), la cual se aplicó al inicio después de cada corte de uniformidad, y como fuente de fósforo se aplicó superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5) únicamente al inicio de los experimentos.

El momento de cosecha se determinó mediante observación fenológica de las panículas. La primera cosecha de semilla en pasto Buffel se realizó el 3 de octubre de 1992 y en Llanero el 4 de diciembre del mismo año. La segunda cosecha en pasto Buffel se llevó a cabo el 25 de octubre de 1993 y en Llanero el 18 de noviembre del mismo año.

Las áreas experimentales después de la primera cosecha de semilla y el corte del forraje remanente quedaron sin manejo alguno y fue hasta agosto de 1993 que se realizó el corte del forraje (corte de uniformidad) que había crecido con las primeras lluvias.

Al inicio de los experimentos se tomó una muestra compuesta de suelo, la cual se analizó en el laboratorio del Departamento de Suelos de la UACH, con la finalidad de conocer sus características físico-químicas. En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en dicho análisis.

4.6. Determinaciones

En las dos especies estudiadas, se determinó el número de tallos vegetativos, reproductivos y totales (vegetativos + reproductivos)/m², la longitud de panícula, el número de semillas por panícula, el peso de la semilla contenida en diez panículas, la producción de semilla/ha y el porcentaje de germinación de la semilla cosechada.

Para la determinación de el número de tallos se tomaron al azar cinco matas fijas en cada una de las parcelas, en tanto que para determinar la longitud de panícula, el número de semillas por panícula y peso de la semilla contenida en diez panículas, se tomaron diez panículas al azar en los dos surcos centrales de cada parcela. Para la determinación de la producción de semilla se cosecharon tres metros lineales de cada uno de los dos surcos centrales de cada parcela, cosechando todas las inflorescencias maduras existentes; en pasto Buffel aquellas en que la semilla se desprendía fácilmente al pasar la panícula entre los dedos de la mano con una cierta

presión. En pasto Llanero, a diferencia de Buffel, se cortaron todas las inflorescencias a una altura que permitió capturar todas las espiguillas. Se hicieron manojos y se metieron en bolsas de nylon durante cuatro días para simular el proceso de transpiración o "sudado". Después de este período se procedió a la trilla, sacudiendo las inflorescencias. La semilla obtenida en ambas especies se secó al sol durante 48 horas, se pesó y, finalmente, se estimó el rendimiento por hectárea.

Las pruebas de germinación de la semilla cosechada se realizaron de acuerdo a las reglas del ISTA (1976). Se utilizaron cajas de petri, y toallas de papel como material absorbente. La prueba duró 21 días, realizándose 4 conteos, a una temperatura de 30 °C. En pasto Buffel; la prueba de germinación para la primera cosecha se llevó a cabo a los 17 meses después de cosechada la semilla y en la segunda a los cuatro meses. En pasto Llanero; la prueba de germinación en la primera cosecha se llevó a cabo a los 15 meses, y en la segunda a los tres y medio meses.

4.7. Análisis y modelo estadístico

Se realizó análisis de varianza y pruebas de medias según Tukey usando un nivel de significancia del 5%. Asimismo, análisis de regresión para el cálculo de la respuesta a la fertilización. El modelo estadístico se presenta a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + B_k + (N*P)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta observada en la k -ésima repetición del nivel j del factor P (fósforo) y el nivel i , del factor N (nitrógeno).

μ = Media general.

N_i = Nivel de nitrógeno. ($i=1,2,3,4$)

P_j = Nivel de fósforo. ($j=1,2,3$)

B_k = Bloque. ($k=1,2,3,4$)

$(N*P)_{ij}$ = Interacción entre el i -ésimo nivel de N y el j -ésimo nivel de P.

E_{ijk} = Error experimental. ($E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Resultados en pasto Buffel

5.1.1. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha

La fertilización nitrogenada no afectó ($P > .05$) el rendimiento de semilla (Cuadro 3). Los resultados obtenidos difieren con lo reportado por otros autores (Brzostowski y Owen, 1966; Humphreys y Davidson, 1967; Bilbao *et al.*, 1979a; Cabanillas *et al.*, 1992), quienes encontraron que el nitrógeno incrementó positivamente la producción de semilla. Aunque sí coinciden con lo reportado por Pérez y Pérez (1992b) quienes no encontraron efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla durante el primer año, pero para el segundo año el efecto fue más notable, sobre todo con la dosis mayor de nitrógeno (60 kg de N/ha/cosecha). El rendimiento máximo de semilla (27.5 kg/ha) obtenido en este estudio fue muy bajo en comparación con el obtenido por Bilbao *et al.*, (1979a), quienes reportaron un rendimiento promedio de 49 kg/ha/cosecha. Según Jones (1979) la respuesta del rendimiento a la fertilización nitrogenada, está en función del suministro de nitrógeno del suelo y las diferencias en las tensiones de sequía. Al respecto, es probable que el suministro de nitrógeno por parte del suelo no pudo afectar la respuesta, ya que por el contenido de N (0.055%) del suelo según Moreno (1978), corresponde a un suelo pobre en este nutriente. La posible causa

que ocasionó que no hubiera respuesta del rendimiento de semilla al nitrógeno fue quizá a la poca precipitación (122 mm) registrada durante agosto y septiembre de 1992, la cual imposibilitó que el nitrógeno estuviera disponible para la planta, toda vez que el agua es requerida por las plantas para la producción de hidratos de carbono y como vehículo para el traslado de los elementos minerales. Por otro lado, la urea se hidroliza rápidamente y dada su aplicación al voleo pudo perderse parte de ella por volatilización. Otra posible causa de la no respuesta pudo deberse a que antes de la cosecha de la semilla se presentó una fuerte lluvia, la cual ocasionó una caída considerable de semillas, provocando con ello error en la estimación del rendimiento de semilla.

Cuadro 3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha

Niveles de fertilización (kg de N/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17	26.672 a
33	26.313 a
50	26.966 a
67	27.492 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

En cuanto a los componentes del rendimiento, la aplicación de N tuvo influencia ($P < .01$) solamente sobre la longitud de la panícula, sin efecto ($P > .05$) sobre el número de tallos vegetativos, reproductivos y totales/m², número de semillas por panícula y el peso promedio de semilla de diez panículas (Cuadro 4).

Bilbao *et al.*, (1979b) encontraron una respuesta similar sobre la longitud de panícula. Sin embargo, Gómez *et al.*, (1978) no encontraron efecto del nitrógeno sobre este componente, al igual que Cavazos y Cordero, (1990). A pesar de no haberse encontrado efecto del N sobre el número de tallos vegetativos, reproductivos y totales, se observó una ligera tendencia hacia un mayor número de éstos con la aplicación de 33 kg de N/ha/cosecha. Algunos autores (Bilbao *et al.*, 1979a; Humphreys, 1979; Enríquez, 1992a) han señalado que el nitrógeno influye sobre el número de tallos, sobre todo los tallos reproductivos. Bilbao *et al.*, (1979b) encontraron un efecto positivo del N sobre el número de semillas por panícula en pasto Buffel. Asimismo, en otras especies de pastos como *Paspalum plicatulum*, Chadhokar y Humphreys (1973) encontraron un efecto positivo del N sobre este componente, pero hasta el tercer año. La falta de respuesta del N sobre los componentes del rendimiento se podría explicar al efecto de la sequía presentada durante esta época, sobre todo antes del espigamiento, siendo esto la causa principal que ocasionó que el nitrógeno no fuera asimilado por la planta, ya que según Boonman (1978) y Jones (1979) la escasez de humedad es la causa de la falta de respuesta a la fertilización sobre el rendimiento de semilla. Otra causa pudo estar relacionada al pH alcalino del suelo, pues se menciona en la literatura que cuando las formas amoniacales del nitrógeno se aplican a la superficie de los suelos con valores de pH mayores a 7, habrá pérdidas por volatilización.

Cuadro 4. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha

Nivel de N (kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17	194.44 a	100.83 a	295.27 a	8.178 c	127.692 a	2.037 a
33	189.72 a	103.52 a	293.24 a	8.788 b	115.675 a	2.028 a
50	218.14 a	144.07 a	362.22 a	9.117 ab	126.133 a	2.266 a
67	215.46 a	121.11 a	336.57 a	9.342 a	134.133 a	2.446 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Si bien la longitud de panícula fue el único componente que se incrementó significativamente con la aplicación de N, posiblemente sus semillas no alcanzaron a llenarse o a madurar debido al estrés por la falta de humedad, no influyendo en el rendimiento de semilla. En los demás salvo en semillas/panícula hubo un efecto a nivel de tendencia, sin embargo, esa tendencia no se traduce en tendencia en el rendimiento. Ahora, al multiplicar tallos reprod./m²*peso de semilla de 10 panículas se podría estimar el "rendimiento" a partir de componentes, con esos datos (17 N=205 kg/ha; 33 N=210 kg/ha; 50 N=326 kg/ha y 67 N=296 kg/ha) se vería una tendencia de respuesta hasta el nivel de 50 kg de N, pero por sobre todo destaca una estimación del rendimiento 10 veces superior al obtenido en la cosecha, lo que indicaría que la tendencia a mayor número y peso de semilla, efecto del N, no se manifiesta en semilla madura cosechada siendo éste un muy bajo porcentaje de la semilla presente.

5.1.2. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha

La aplicación de fósforo no tuvo influencia ($P > .05$) sobre el rendimiento de semilla (Cuadro 5), ni sobre los componentes del rendimiento (Cuadro 6). Estos resultados difieren con lo reportado por Ayerza (1981) quien señala que la producción de semilla aumentó conforme se incrementaron los niveles de fósforo. Cavazos y Cordero (1990) encontraron en Buffel que la aplicación de 100 kg de P_2O_5 /ha dio el máximo rendimiento de semilla con 241.87 kg/ha con riego, sin riego no existió respuesta ni a nivel de 200 kg de P_2O_5 /ha. Hernández y Cárdenas (1982) reportaron que el fósforo no logró incrementar el rendimiento de forraje de Buffel, y además señalaron que la falta de respuesta al fertilizante fosfórico está muy relacionado con el contenido de este nutriente en el suelo. Sin embargo, esto no pudo ser la causa de la no respuesta en el presente estudio ya que, según la clasificación dada para el método Olsen, los suelos donde se llevó a cabo este experimento con un contenido de 5 ppm de fósforo, se consideran bajos en este nutriente.

Cuadro 5. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha

Niveles de fósforo (kg/ha/año)	Producción de semilla (kg/ha)
50	22.846 a
100	27.866 a
150	29.868 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Humphreys (1967) señala a este pasto como de altos requerimientos en P, lo cual se confirma con lo reportado por Andrew y Robins (1971) y Hernández y Cárdenas (1982), quienes encontraron una alta concentración de P en esta especie, así como el nivel crítico más alto (0.26%). Christie (1975) demostró que la ausencia de P fue el factor principal que limitó el crecimiento de los brotes y también señaló que la adición de fósforo incrementó el crecimiento de los brotes, el desarrollo de las raíces, así como la resistencia a la sequía. Mesa y Hernández (1989) reportaron que el contenido de P asimilable en el suelo y su capacidad de fijación son las causas más importantes que precisan la respuesta de los pastos al fertilizante fosfórico. En este estudio se consideró que la falta de respuesta al fósforo se debió a que este nutriente aún no se encontraba disponible para las raíces de la planta, toda vez que el P es un elemento relativamente inmóvil en el suelo y aunado a ello una aplicación superficial, se necesitaría de mayor tiempo para esperar una respuesta favorable. En este sentido, se ha planteado en la literatura que menos del 20% del P aplicado con los fertilizantes es utilizado en el primer año por los cultivos y el restante es fijado, volviéndose asimilable lentamente durante los años siguientes. Ozane (citado por Mesa y Hernández, 1989) plantea que cuando el fósforo es aplicado al voleo, este es fijado en los 2-3 cm del suelo y las especies que poseen un sistema radical más profundo presentan una menor habilidad para la proliferación de las raíces en las capas superficiales donde se encuentra el fósforo y por tanto necesitan mayores aplicaciones de este elemento. La escasa lluvia registrada durante este ciclo (122 mm) también pudo haber sido causa de la no respuesta, puesto que el nivel de humedad del suelo también tiene un pronunciado efecto sobre la toma de nutrientes por parte de la planta. Tisdale y Nelson (1982) mencionan que la absorción de cationes y aniones aumenta en tanto que la tensión de humedad del suelo

disminuye. Además, las raíces interceptan más iones nutrientes cuando crecen en un suelo humedo que cuando crecen en uno seco, a causa de que su desarrollo es más extenso.

Cuadro 6. Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha

Nivel de fósforo (Kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
50	207.63 a	121.87 a	329.51 a	8.791 a	126.60 a	2.177 a
100	197.15 a	108.18 a	305.34 a	9.034 a	124.92 a	2.257 a
150	208.54 a	122.08 a	330.62 a	8.743 a	126.20 a	2.149 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.1.3. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha

La interacción N*P no tuvo influencia ($P > .05$) sobre el rendimiento de semilla (Cuadro 7). En los componentes del rendimiento solamente la hubo ($P < .01$) sobre la longitud de la panícula (Cuadro 8). Resultados similares fueron reportados por otros autores (Garza, 1978; Eguiarte *et al.*, 1991) para la producción de semilla. Aunque, algunos otros (Cavazos y Cordero, 1990; Eguiarte *et al.*, 1992) encontraron una respuesta positiva al fósforo sobre la producción de semilla. Cavazos y Cordero (1990) no encontraron efecto de la interacción sobre la longitud de la panícula, tanto en condiciones de riego como de temporal.

Cuadro 7. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Bilocla en la primera cosecha

Niveles de fertilización (Kg de N-P/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17-50	27.493 a
17-100	23.828 a
17-150	28.430 a
33-50	19.419 a
33-100	29.937 a
33-150	29.583 a
50-50	22.704 a
50-100	25.893 a
50-150	32.304 a
67-50	21.506 a
67-100	31.813 a
67-150	29.159 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

En la literatura se menciona que hay respuesta positiva a fósforo, sobre todo cuando el nitrógeno se encuentra en dosis altas, y que los rendimientos de semilla son afectados desfavorablemente cuando se aplican dosis altas de fósforo sin ser acompañadas de las correspondientes de nitrógeno. Sin embargo, en este estudio la falta de respuesta pudo ser debido a que el fósforo al ser relativamente inmóvil en el suelo, además de que se aplicó superficialmente (al voleo) y aunado a ello la falta de humedad las raíces de la planta no pudieron tomarlo.

Cuadro 8. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la primera cosecha

Nivel de N-P (kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17-50	182.77 a	108.61 a	291.38 a	7.96 b	130.45 a	2.118 a
17-100	207.50 a	105.00 a	312.50 a	8.59 ab	125.20 a	1.995 a
17-150	193.05 a	88.88 a	281.94 a	7.99 b	127.43 a	1.999 a
33-50	187.77 a	122.22 a	310.00 a	8.70 ab	118.93 a	2.041 a
33-100	176.11 a	105.55 a	281.66 a	8.90 ab	111.63 a	2.004 a
33-150	205.27 a	82.77 a	288.05 a	8.76 ab	116.48 a	2.038 a
50-50	217.50 a	145.27 a	362.77 a	9.17 ab	122.18 a	2.164 a
50-100	225.00 a	122.22 a	347.22 a	9.26 a	128.30 a	2.470 a
50-150	211.94 a	164.72 a	376.66 a	8.91 ab	127.93 a	2.165 a
67-50	242.50 a	111.38 a	353.88 a	9.32 a	134.88 a	2.387 a
67-100	180.00 a	99.99 a	280.00 a	9.38 a	134.55 a	2.559 a
67-150	223.88 a	151.94 a	375.83 a	9.31 a	132.98 a	2.394 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.1.4. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha

El rendimiento de semilla en la segunda cosecha varió ($P < 0.01$) entre los niveles de N (Cuadro 9). El rendimiento máximo de semilla fue de 60.03 kg/ha con el nivel de 50 kg de N/ha/cosecha. Resultados similares obtuvieron Bilbao *et al.*, 1979a; Cavazos y Cordero, 1990; Cabanillas *et al.*, 1992 y Pérez y Pérez, 1992b. Estos resultados encontrados en este estudio confirman lo señalado por Brzostowski y Owen, (1966); Humphreys y Davidson, (1967);

Chadhokar y Humphreys, (1973); Do Carmo *et al.*, (1988); Enríquez, (1992a,b) y Pérez y Pérez, (1992b) de que existe una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla en pastos tropicales.

Cuadro 9. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha

Niveles de nitrógeno (kg/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17	19.290 b
33	45.979 a
50	60.031 a
67	48.920 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$)

Lo anterior concuerda con Febles y Padilla (citados por Pérez y Dudar, 1983) quienes encontraron en pasto Guinea que la dosis de 400 kg de N/ha/año presentó el mayor número de panículas, sin embargo, la mayor producción de semilla se obtuvo con 200 kg de N/ha/año. Al respecto, Humphreys (1978) señala que a medida que se aumenta la dosis de nitrógeno se tiene un aumento brusco en el rendimiento de semilla, seguido de una disminución en la respuesta a medida que se llega al rendimiento máximo.

La aplicación de N tuvo influencia ($P < .01$) sobre el número de tallos reproductivos, tallos totales, longitud de panícula, número de semillas por panícula, así también ($P < .05$) sobre el

peso de la semilla de diez panículas, sin efecto ($P > .05$) sobre el número de tallos vegetativos (Cuadro 10).

El número de tallos reproductivos aumentó de 40 a 101 con los niveles de 17 y 67 kg de N, respectivamente. Varios autores (Humphreys, 1967; Pérez y Dudar, 1983; Pérez y Pérez, 1992a) reportaron que el nitrógeno aumentó el número de tallos reproductivos. Enríquez (1992a,b) encontró resultados similares en *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria dictyoneura*, respectivamente. El número de tallos totales aumentó de 204 a 308 con la aplicación de 17 y 67 kg de N, respectivamente. Pérez y Pérez (1992a,b) reportaron que la variable tallos reproductivos fue la que más influyó en el rendimiento de semilla en pasto Buffel y en segundo lugar la variable tallos totales.

Cuadro 10. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha

Nivel de N (kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17	164.35 a	39.91 c	204.25 b	7.35 c	99.167 c	1.515 b
33	166.30 a	66.38 bc	232.68 b	8.14 b	110.38 bc	1.862 a
50	151.76 a	78.24 ab	230.00 b	8.68 a	118.84 ab	2.074 a
67	207.68 a	100.74 a	308.42 a	8.95 a	122.74 a	2.009 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

La longitud de panícula se incrementó de 7.3 cm con el nivel mínimo de N (17 kg/ha) a 8.9 cm con en nivel máximo (67 kg de N/ha). Bilbao *et al.*, (1979b), reportaron resultados similares, pero para el primer año de explotación, para el segundo año no encontraron diferencias entre tratamientos, pero sí las hubo respecto a la no fertilización. Cavazos y Cordero (1990) no encontraron respuesta del nitrógeno sobre la longitud de la panícula en Buffel var. American. Boonman (1978) señala que el nitrógeno aumenta la longitud de panícula casi un tercio de lo normal y se cree que las espigas largas tienen una floración más prolongada. Pérez y Pérez (1992b) mencionan que después de los tallos reproductivos totales, la longitud de panícula es la variable que más efecto directo tiene sobre el rendimiento de semilla total.

El número de semillas por panícula aumentó entre los niveles de N. La mayor respuesta se produjo con el nivel de 67 kg de N/ha, con un valor de 122.7 semillas por panícula. Bilbao *et al.*, (1979b) reportaron resultados similares. Al respecto, Chailakhgin (citado por Bilbao *et al.*, 1979b), señaló que el incremento del número de semillas por panícula puede deberse a que las plantas de día corto necesitan una intensificación del metabolismo del nitrógeno para la formación de las flores en relación con las que no se fertilizan. Sin embargo, Chadhokar y Humphreys (1973) encontraron en *Paspalum notatum* que el nitrógeno no tuvo efecto sobre el número de semillas por racimo durante el primer año.

El peso de la semilla de diez panículas fue mayor con el nivel de 50 kg de N/ha con un valor de 2.07 g, no siendo diferente al obtenido con los niveles de 33 y 67 kg de N/ha. Chadhokar y Humphreys (1973) encontraron un efecto similar en *Paspalum plicatulum* durante el segundo año de explotación.

En general la aplicación de N en todos los componentes tuvo respuesta (tallos vegetativos no es componente), reflejándose ésta en un incremento del rendimiento de semilla. En algunos casos la respuesta fue hasta 33 kg de N y en otros se extiende hasta 67 kg de N. El incremento del rendimiento de semilla puede explicarse en base al aumento del número de tallos reproductivos, pues con esto se tiene un mayor número de panículas y éstas al ser de mayor tamaño tienen un mayor número de semillas y con un mayor peso, todo ello influyendo en el rendimiento total de semilla. En el rendimiento estimado a través de los componentes (tallos reprod./m²*peso de semilla/panícula) esto se traduce en una respuesta lineal de aproximadamente 2.8 kg de semilla/ha por kg de N aplicado. Tal como se observó en la primera cosecha esta estimación difiere marcadamente de la semilla cosechada, en el caso de la presente cosecha esto indicaría que la proporción de semilla cosechada frente a semilla presente (en promedio 33%) tendió a ser menor con mayor dosis de N, posiblemente debido a que las panículas de mayor tamaño como lo señala Boonman (1978) tienen una floración más prolongada indicativo de que muchas semillas al momento de la cosecha se encuentran inmaduras. Por otro lado, Humphreys (citado por Do Carmo *et al.*, 1978) señala que este efecto negativo del nitrógeno puede deberse también a la aplicación de niveles tóxicos, a la deficiencia de otros nutrientes y al estrés por sequía.

5.1.5. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha

La aplicación de fósforo no incrementó ($P > .05$) el rendimiento de semilla (Cuadro 11), y no tuvo influencia ($P > .05$) sobre los componentes del rendimiento (Cuadro 12). Ayerza (1981)

y, Cavazos y Cordero (1990) encontraron un efecto positivo de la aplicación de fósforo sobre la producción de semilla.

Cuadro 11. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha

Niveles de fósforo (kg/ha/año)	Producción de semilla (kg/ha)
50	37.736 a
100	44.790 a
150	47.916 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por varios investigadores, quienes han señalado una falta de respuesta a la aplicación de fósforo, a pesar de que Buffel sea una especie que requiere de más fósforo que otras, como lo señala Humphreys (1967). El rendimiento promedio de semilla (26.8 kg/ha) obtenido en la primera cosecha fue menor al obtenido en ésta última que fue de 43.1 kg, esta diferencia en rendimiento de semilla pudo deberse al poco tiempo que existió desde la aplicación del fósforo a la cosecha de la semilla, en la primera cosecha, ya que el P al ser un elemento relativamente inmóvil en el suelo, necesita de mayor tiempo para ser disponible. Ozane (citado por Mesa y Hernández, 1989) señala que el fósforo es fijado en su mayor parte al inicio, volviéndose asimilable durante los años posteriores. Sin embargo, en estos suelos donde el pH es de 7.7-8.0, posiblemente la baja solubilidad, aunado a ello una aplicación superficial del P fue lo que no permitió observar una respuesta. Tisdale y Nelson (1982) señalan

que el fósforo contenido en los fertilizantes fosforados contienen fosfato monocalcico el cual se transforma en el suelo a fosfato dicalcico, y que en un suelo con pH alcalino éstos reaccionan produciendo fosfato tricalcico, el cual es insoluble por lo que las plantas no lo pueden tomar. Esto podría ser parte de la explicación de la falta de respuesta al fertilizante fosfórico en este estudio.

Cuadro 12. Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha

Nivel de P (kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
50	157.84 a	73.19 a	231.04 a	8.244 a	111.33 a	1.830 a
100	175.96 a	72.29 a	248.26 a	8.222 a	112.41 a	1.805 a
150	183.75 a	68.47 a	252.22 a	8.375 a	114.61 a	1.959 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.1.6. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha

La interacción N*P tuvo influencia ($P < .01$) sobre el rendimiento de semilla (Cuadro 13), número de tallos reproductivos, longitud de panícula, número de semillas por panícula y el peso de semilla de diez panículas (Cuadro 14).

Cuadro 13. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Buffel var. Biloela en la segunda cosecha

Niveles de fertilización (kg de N-P/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17-50	20.370 b
17-100	22.685 b
17-150	14.815 b
33-50	40.741 ab
33-100	45.370 ab
33-150	50.926 ab
50-50	40.926 ab
50-100	57.407 ab
50-150	81.944 a
67-50	49.074 ab
67-100	53.904 ab
67-150	43.981 ab

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

En rendimiento de semilla se presentó interacción significativa entre los niveles mayores de N respecto a 17 kg de N, en el caso de 50 kg de N con 150 kg de P con un rendimiento de 81.9 kg de semilla. Sólo se obtuvo tendencia de respuesta a P con la dosis de 50 kg de N. Singh *et al.* (citados por Ayerza, 1981) incrementaron el rendimiento de semilla de Buffel en un 56% con la aplicación de fertilizantes, utilizando la fórmula 30-30-30 kg/ha/año. Cavazos y Cordero (1990) encontraron un efecto positivo de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla, siendo el tratamiento más consistente el de 400-100 kg de N-P/ha/año con un rendimiento de 118.7 kg de semilla/ha, aunque reportaron que la longitud de panícula no fue influenciada por

dicha interacción. Se ha señalado que se obtienen respuestas favorables a fósforo cuando el nitrógeno se encuentra en dosis altas, y coincidentemente se ha señalado también que el fósforo resulta esencial para obtener una mayor respuesta al nitrógeno, especialmente cuando éste se encuentra en dosis elevadas.

Cuadro 14. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Buffel var Biloela en la segunda cosecha

Nivel de N-P (kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17-50	150.8 a	55.55 ab	206.3 a	7.62 de	107.8 ab	1.685 bc
17-100	178.3 a	31.94 b	210.2 a	7.27 d	95.8 b	1.364 c
17-150	163.8 a	32.22 b	196.1 a	7.15 d	93.9 b	1.496 bc
33-50	153.0 a	75.55 ab	228.6 a	8.21 bc	107.5 ab	1.821 abc
33-100	155.8 a	69.44 ab	225.2 a	7.77 de	109.3 ab	1.807 abc
33-150	190.0 a	54.16 ab	244.1 a	8.45 abc	114.4 ab	1.957 ab
50-50	146.1 a	68.61 ab	214.7 a	8.21 bc	113.1 ab	1.832 abc
50-100	143.3 a	77.49 ab	220.8 a	8.80 ab	116.6 ab	2.019 ab
50-150	165.8 a	88.61 ab	254.4 a	9.02 ab	126.8 a	2.370 a
67-50	181.4 a	93.05 ab	274.4 a	8.92 ab	117.0 ab	1.982 ab
67-100	226.3 a	110.27 a	336.6 a	9.12 a	128.0 a	2.033 ab
67-150	215.2 a	98.88 ab	314.2 a	8.87 ab	123.3 a	2.013 ab

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Respecto a los componentes del rendimiento, al presentarse una mayor longitud de panícula, se podría esperarse un mayor número de semillas por unidad de superficie y un mayor peso de las semillas, aunado a ello un mayor número de tallos reproductivos (mayor número de

inflorescencias disponibles). Todo ello se ve reflejado en un mayor rendimiento de semilla. Por otro lado se observó a nivel de tendencia que con niveles bajos de N (17 y 33), el P tendió a disminuir el número de tallos reproductivos/m² y con los niveles altos (50 y 67) tendió a aumentarlos, algo similar aunque menos claro sucedió con la longitud de la panícula, semillas/panícula y peso de semilla de 10 panículas, en todo caso se pudiera argumentar la clara limitación del N a niveles bajos que impide la respuesta a fósforo.

5.1.7. Efecto del nitrógeno sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas

La fertilización nitrogenada tuvo influencia ($P < .05$) sobre la germinación de las semillas; este efecto se observó tanto en la primera cosecha como en la segunda. Para la primera cosecha el mayor porcentaje de germinación se presentó con el nivel de 33 kg de N/ha, con un valor de 37.6%; aunque, no fue diferente del obtenido con el nivel de 50 kg de N, que fue de 29.6% (Cuadro 15). Para la segunda cosecha, el mayor porcentaje de germinación fue para los niveles de 67 y 33 kg de N/ha, con valores de 12.5% y 9.6%, respectivamente (Cuadro 15). La germinación en la primera cosecha fue mucho mayor que en la segunda, 30.5% vs 8.8%, respectivamente.

Algunos autores (Bilbao *et al.*, 1979a; Cavazos y Cordero, 1990) han señalado un efecto positivo del nitrógeno sobre la germinación de las semillas de pasto Buffel. Aunque algunos otros (Cameron y Mullaly, 1969; Boonman, 1978; Cabanillas *et al.*, 1992) han encontrado un efecto negativo de la fertilización nitrogenada sobre la germinación. En otras especies, por

ejemplo, en *Setaria anceps* y *Chloris gayana*, Boonman (1972a,b) reportó una asociación negativa del nitrógeno sobre la germinación de las semillas. Por otro lado, Chadhokar y Humphreys (1973) reportaron un efecto positivo del nitrógeno sobre la germinación de las semillas de *Paspalum notatum*, lo mismo hicieron Do Carmo *et al.*, (1988) para *Brachiaria decumbens*.

Cuadro 15. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la germinación de la semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera y segunda cosechas

Niveles de nitrógeno (kg/ha)	% de germinación	
	Primera cosecha (a 17 meses)	Segunda cosecha (a 4 meses)
17	28.0 b	4.9 c
33	37.6 a	9.9 ab
50	29.6 ab	7.9 bc
67	26.8 b	12.5 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

A pesar de que la fertilización nitrogenada tuvo influencia sobre la germinación de las semillas como se muestra en el Cuadro 15, parece ser que el tiempo de almacenamiento también es factor determinante de la germinación de la semilla, ya que se encontró gran diferencia en los valores de germinación al respecto. El tiempo de almacenamiento fue de 17 meses en la primera cosecha y de cuatro meses en la segunda, con un valor promedio de germinación de 30.5% y 8.8%, respectivamente. Esta diferencia puede atribuirse a los efectos de dormancia inicial como lo señala Bilbao *et al.*, (1979a), pues es conocido que muchas semillas de gramíneas tropicales recién cosechadas, aunque se encuentren con las mejores condiciones para

germinar, no lo hacen debido a este factor depresivo. Cabe señalar que en la segunda cosecha no se dio mayor tiempo de almacenamiento de la semilla debido a los plazos previstos para concluir la investigación. Bilbao *et al.* (1978) encontraron un porcentaje de germinación de 30.39% a los 15 meses de almacenada la semilla, valor muy semejante al obtenido en este estudio para la segunda cosecha. Por otro lado, Matías y Bilbao (1985) encontraron que la mayor germinación tendió a presentarse a los seis meses (5.08%) y posteriormente tendió a disminuir. Sin embargo, sus valores fueron muy bajos y no encontraron diferencias significativas en los distintos meses.

5.1.8. Efecto del fósforo sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas

El empleo de la fertilización fosfórica no ocasionó incrementos ($P > .05$) en la germinación en ninguna de las dos cosechas (Cuadro 16). Sin embargo, Cavazos y Cordero (1990) encontraron un efecto positivo tanto en condiciones de riego como de temporal. La falta de respuesta en el presente trabajo pudo deberse a que el fósforo no se encontraba disponible, debido a su poca solubilidad, por tanto las raíces de la planta no pudieron tomarlo.

La prueba de germinación de la primera cosecha se llevó a cabo a los 17 meses después de cosechada la semilla y a los cuatro meses en la segunda, encontrándose gran diferencia en el porcentaje de germinación promedio (30.5 vs 8.8%, respectivamente). Aunque no se analizó el efecto del tiempo de almacenamiento de la semilla sobre la germinación de las mismas, estos

resultados coinciden con los encontrados por Bilbao *et al.*, (1978), y Bilbao *et al.*, (1979a) en esta misma especie.

Cuadro 16. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera y segunda cosechas

Niveles de fósforo (kg/ha/año)	% de germinación	
	Primera cosecha (a 17 meses)	Segunda cosecha (a 4 meses)
50	30.33 a	8.81 a
100	31.25 a	9.43 a
150	30.08 a	8.18 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.1.9. Efecto de la interacción N*P sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas

La interacción N*P tuvo efecto ($P < .01$) sobre la germinación de las semillas solamente en la segunda cosecha (Cuadro 17), sin efecto ($P > .05$) en la primera (Cuadro 17). En la segunda cosecha, el mayor valor de germinación (14.5%) se registró con el nivel de 67-100 kg de N-P/ha. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Cavazos y Cordero (1990) en esta misma especie, quienes encontraron un efecto positivo de la interacción N*P sobre la germinación, tanto bajo condiciones de riego como de temporal.

Se ha señalado que parecería que la respuesta a fósforo depende de la relación N/P del suelo, y que una buena disponibilidad del primero parece ser esencial para alcanzar rendimientos mayores como consecuencia del agregado del segundo. Esta afirmación también puede ser válida para germinación, sin embargo, en el presente trabajo la falta de respuesta de la interacción N*P sobre la germinación, en la primera cosecha, pudo deberse a que el fósforo al ser poco soluble y dada su aplicación superficial no se encontraba disponible para la planta, ya que para que las raíces lo tomen deben estar cercanas al fertilizante, aunado a ello la falta de humedad del suelo, fue lo que ocasionó que no hubiera una respuesta positiva.

Cuadro 17. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Buffel var. Biloela en la primera y segunda cosechas

Niveles de fertilización (kg de N-P/ha)	Primera cosecha	Segunda cosecha
	% de germinación (a los 17 meses)	% de germinación (a los 4 meses)
17-50	30.66 a	6.00 ab
17-100	30.33 a	4.50 b
17-150	23.00 a	4.25 b
33-50	37.00 a	10.25 ab
33-100	35.66 a	11.25 ab
33-150	40.33 a	8.25 ab
50-50	31.66 a	7.25 ab
50-100	30.66 a	7.50 ab
50-150	26.66 a	9.00 ab
67-50	22.00 a	11.75 ab
67-100	28.33 a	14.50 a
67-150	30.33 a	11.25 ab

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.1.10. Respuesta a la fertilización en la primera y segunda cosechas

5.1.10.1. Primera cosecha

En el cuadro 18 se presentan los valores de respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización, calculadas mediante regresión.

Los valores de rendimiento de semilla fueron de -0.10078, 0.02026 y 0.00119 kg de semilla/kg de N, P y N*P, respectivamente. Valores muy bajos, sobre todo el de nitrógeno que presentó una respuesta negativa, contrastando con lo reportado por Bilbao *et al.*, (1979a), quienes encontraron una respuesta positiva con una eficiencia de 0.43 kg de semilla/kg de N. Por otro lado, Cavazos y Cordero (1990) reportaron una eficiencia de 0.041, 0.064 y 0.00018 kg de semilla/kg de N, P y N*P, respectivamente.

Los valores de germinación de la semilla cosechada fueron de -0.05100, -0.10166 y 0.00039 unidades porcentuales/kg de N, P y N*P, respectivamente. Estos valores negativos indican que la adición de N y P disminuyeron la germinación de las semillas.

En cuanto a los componentes del rendimiento la mejor respuesta a la fertilización fue para longitud de panícula con valores de 0.02537, 0.00059 y -0.00002 cm/kg de N, P y N*P, respectivamente, con un $r^2=0.41$, sin embargo este efecto no se tradujo en rendimiento de semilla.

Se esperaba que al incrementarse la longitud de la panícula, las semillas por panícula y el peso de la semilla contenida en diez panículas, por la adición de nitrógeno, el rendimiento de semilla también se incrementara, sin embargo, sucedió lo contrario. La posible explicación tal vez sea que, si bien hubo aumento en la longitud de las panículas y por consiguiente un mayor número de semillas por panícula y por tanto mayor peso de semilla de diez panículas, estas no alcanzaron a llenarse. Por otro lado, el número de tallos vegetativos se vio favorecido tanto por el N como por el P reduciéndose el número de tallos reproductivos afectándose el rendimiento total de semilla.

Cuadro 18. Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Buffel durante la primera cosecha

Variable	Nitrógeno	Fósforo	N*P	Intercepto	R ²	Sig.
Rend. semilla	-0.10078	0.02026	0.00119	24.04	0.08	NS
Germinación	-0.05100	-0.10166	0.00039	43.55	0.09	NS
Tallos veget.	1.21465	0.28709	-0.00666	152.85	0.05	NS
Tallos reprod.	-0.83760	-0.59844	0.01442	151.97	0.12	NS
Tallos totales	0.37188	-0.31514	0.00780	305.16	0.09	NS
Long. de paníc.	0.02537	0.00059	-0.00002	7.84	0.41	**
Semillas/paníc.	0.11412	-0.03272	0.00068	121.54	0.03	NS
Peso 10 paníc.	0.00654	-0.00123	0.00002	1.94	0.14	NS

** Significativo ($P < 0.01$)

NS=No significativo ($P > .05$)

Las respuestas negativas pueden ser explicadas en base a la falta de humedad, ya que en este ciclo se presentó poca precipitación, principalmente durante los meses de agosto y septiembre de 1992 de aproximadamente 122 mm, aunado a ello una aplicación superficial del fertilizante fue lo que ocasionó que el nitrógeno y fósforo no fueran asimilados por la planta. Parte del nitrógeno aplicado, en forma de urea, pudo perderse por volatilización y el que sí fue disuelto en la solución del suelo quizá no fue asimilado por las raíces por falta de humedad, toda vez que según Tisdale y Nelson (1982) el agua es un factor clave en los tres mecanismos de asimilación de nutrientes: desarrollo extenso de raíces, transpiración y difusión. Asimismo, el fósforo al ser un elemento relativamente inmóvil en el suelo y al no moverse con el agua del suelo, aunado a esto el tiempo tan corto que existió desde su aplicación a la cosecha de la semilla ocasionó respuestas negativas.

5.1.10.2. Segunda cosecha

En el cuadro 19 se presentan las respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización, calculadas mediante regresión.

Para rendimiento de semilla las respuestas fueron positivas con una eficiencia de 0.427, 0.02476 y 0.00185 kg de semilla/kg de N, P y N*P, respectivamente. Resultados muy semejantes reportaron Bilbao *et al.*, (1979a) y Cavazos y Cordero (1990). Sin embargo, estos valores pueden considerarse bajos en relación al rendimiento estimado a través de los componentes (tallos reprod./m²*peso de semilla/panícula) que se traduce en una respuesta lineal de aproximadamente 2.8 kg de semilla/kg de N aplicado.

El aumento del rendimiento de semilla se consideró que se debió al efecto positivo que tuvo el N sobre los componentes del rendimiento como fueron longitud de la panícula, semillas por panícula, peso de semilla contenida en diez panículas y el número de tallos sobre todo los reproductivos, que tuvieron r^2 elevados. La respuesta positiva del rendimiento de semilla puede atribuirse debido a que al incrementarse el número de tallos reproductivos se tiene un mayor número de panículas y si la longitud es mayor se espera que se tengan mayor número de semillas por unidad de superficie, asimismo a un mayor tamaño de las panículas se espera tener semillas más grandes y por tanto con un mayor peso. Todo ello fue lo que influyó en la eficiencia positiva del nitrógeno en cuanto a rendimiento de semilla.

Los valores de germinación fueron de 0.079808, -0.02371 y 0.00043 unidades porcentuales/kg de N, P y N*P aplicado, respectivamente. Cavazos y Cordero (1990) encontraron una eficiencia de 0.023, 0.078 y 0.000098 unidades porcentuales/kg de N, P y P*N, respectivamente en pasto Buffel var. American. Sin embargo, estos valores pueden considerarse bajos.

Los resultados encontrados en el presente trabajo confirman lo reportado en la literatura de que el nitrógeno aumenta el rendimiento de semilla, ya que influye sobre los componentes del rendimiento. Además, se menciona también que el fósforo no es tan importante en la producción de semillas de gramíneas, sin embargo, su incorporación parece esencial para alcanzar una mejor respuesta al nitrógeno.

Cuadro 19. Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Buffel durante la segunda cosecha

Variable	Nitrógeno	Fósforo	N*P	Intercepto	R ²	Sig.
Rend. semilla	0.427487	0.02476	0.00185	15.39	0.25	**
Germinación	0.079808	-0.02371	0.00043	6.06	0.28	**
Tallos veget.	0.424583	0.14436	0.00273	128.87	0.10	NS
Tallos reprod.	0.380026	-0.37263	0.00781	60.00	0.45	**
Tallos totales	0.821428	-0.22206	0.01048	188.22	0.29	**
Long. de paníc.	0.021447	-0.00321	0.00010	7.26	0.69	**
Semillas/paníc.	0.076118	-0.13286	0.00396	106.33	0.48	**
Peso 10 paníc.	0.003840	-0.00131	0.00006	1.57	0.37	**

** Significativo ($P < .01$)

NS=No significativo ($P > .05$)

5.2. Resultados en pasto Llanero

5.2.1. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha

No se encontraron diferencias ($P > .05$) en el rendimiento de semilla entre los niveles de fertilización nitrogenada (Cuadro 20), aunque se observó una ligera tendencia a incrementarse el rendimiento con el nivel de 33 kg de N/ha. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Humphreys (1967) y Cavazos y Cordero (1990), quienes encontraron una respuesta lineal de la producción de semilla a la aplicación de nitrógeno. González y Gerardo (1982) señalan que *Andropogon gayanus* manifestó poco requerimiento de N; pero se tienen respuestas significativas cuando al fertilizar con nitrógeno se aplica riego superior a 600 mm/año. Peralta *et al.*, (1987) mencionan que el pasto Llanero es poco exigente a la fertilidad de los suelos, aunque en la fase de establecimiento responde bien a la fertilización. Faría *et al.*, (1988), encontraron que la aplicación de nitrógeno no influyó en forma significativa en la producción de materia seca en esta especie. Basulto y Ayala (1991) no encontraron respuesta de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla. Jiménez y Peralta (1991) señalaron que la fertilización con nitrógeno mostró aumento en el rendimiento de semilla, sin embargo, su efecto no fue muy claro. Jones (1979) señaló que la falta de respuesta de esta especie a la aplicación del nitrógeno está relacionado con sus requerimientos de este nutriente, a su reserva en el suelo y con el efecto negativo del déficit de agua en la absorción por la planta del nitrógeno aplicado al suelo.

En este estudio se consideró que la falta de respuesta de esta especie a la fertilización nitrogenada se debió a la falta de humedad, ya que durante el período que duró esta cosecha (agosto-noviembre) la precipitación registrada fue de 283 mm. Si bien es cierto que el pasto Llanero es poco exigente a la fertilización nitrogenada, como lo señalan varios investigadores, también es cierto que el suelo donde se llevó a cabo este estudio, con un contenido de N total de 0.118% y de acuerdo a la clasificación hecha por Moreno (1978), es considerado pobre de ahí que se descartó la posibilidad de que el nitrógeno contenido en el suelo haya sido suficiente para cubrir los requerimientos de este nutriente en esta especie.

Cuadro 20. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la primera cosecha

Niveles de nitrógeno (kg/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17	80.518 a
33	132.203 a
50	103.226 a
67	116.907 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

No se encontraron diferencias ($P > .05$) al aplicar los diferentes niveles de nitrógeno, en el número de tallos vegetativos, reproductivos y totales (veget. + reprod.), número de semillas por panícula y el peso de la semilla de diez panículas, a excepción de la longitud de la panícula donde sí las hubo ($P < .01$), donde las adiciones de 33 y 50 kg de N/ha coincidieron en

presentar la mayor longitud de panícula con un promedio de 63.5 cm (Cuadro 21). Sin embargo, este efecto no influyó en el rendimiento de semilla. González y Gerardo (1982) reportaron que la aplicación de nitrógeno incrementó el número y longitud de inflorescencias y el rendimiento de semilla. Los resultados encontrados en este estudio difieren con lo reportado por Pérez y Febles (1987) quienes señalan que el nitrógeno es uno de los elementos que posee mayor influencia sobre la producción de semilla, ya que adelanta la floración e influye en los componentes del rendimiento, como es la cantidad de tallos reproductivos/área. Faría *et al.*, (1988) y Basulto y Ayala, (1991) encontraron que el número de tallos de *Andropogon gayanus* no fue afectado por la aplicación de nitrógeno. Se consideró que la falta de respuesta al nitrógeno sobre los componentes del rendimiento en este estudio se debió a la poca precipitación registrada en esta cosecha (283 mm), ocasionándose con ello que este nutriente no estuviera disponible para la planta. Puesto que la absorción de nutrientes se vé directamente afectada por el nivel de humedad del suelo. Además de que la urea se hidroliza rápidamente, por lo que pudo perderse gran parte de ella por volatilización, dado que cuando se aplicó el suelo estaba seco. Por otro lado, en condiciones de suelo seco al evaporarse el agua, el N sube hacia la superficie perdiéndose también por volatilización.

Cuadro 21. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la primera cosecha

Nivel de N kg/ha	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17	39.46 a	26.13 a	65.60 a	54.408 b	288.59 a	7.688 a
33	37.85 a	34.19 a	72.04 a	59.325 ab	335.23 a	8.506 a
50	35.62 a	32.60 a	68.22 a	61.267 a	341.62 a	9.008 a
67	36.72 a	37.68 a	74.41 a	63.575 a	311.78 a	8.602 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.2.2. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha

La aplicación de fósforo no tuvo efecto ($P > .05$) sobre el rendimiento de semilla ni sobre los componentes del rendimiento (tallos vegetativos, tallos reproductivos, tallos totales (veget. + reprod.), longitud de panícula, número de semillas por panícula y peso promedio de la semilla de diez panículas (Cuadros 22 y 23). Bogdan (1977) señaló que el fósforo produjo un efecto sobre la producción de semilla cuando se aplicaron 67 kg de P_2O_5 /ha. Hagggar (citado por Bogdan, 1977), encontró que el fósforo produjo poco efecto sobre la producción de semilla, y solamente obtuvo respuesta con 224 kg de N/ha en interacción con fósforo.

Cuadro 22. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la primera cosecha

Niveles de fósforo (kg/ha/año)	Producción de semilla (kg/ha)
50	82.537 a
100	139.925 a
150	102.240 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Cuadro 23. Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la primera cosecha

Nivel de P kg/ha	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
50	36.64 a	32.10 a	68.75 a	57.744 a	297.34 a	7.829 a
100	38.12 a	38.08 a	76.21 a	61.063 a	342.76 a	8.802 a
150	37.47 a	27.77 a	65.25 a	60.125 a	317.82 a	8.722 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por algunos investigadores (Muller, citado por Jones, 1979; González y Gerardo, 1982; Mesa y Hernández, 1989), quienes han señalado que el pasto Llanero es poco exigente al fósforo. Por ejemplo, en suelos infértiles de Colombia hubo respuesta hasta niveles muy altos de fósforo (400 kg de P/ha), también se encontró que sin fertilización el pasto Llanero superó en producción a otras especies como son *Brachiaria*

decumbens, *Hiparrhenia rufa* y *Panicum maximum*, lo que demuestra su poca exigencia a la fertilización fosfórica. La falta de respuesta al fósforo en rendimiento de semilla y sus componentes en el presente trabajo pudo deberse a que el fósforo no se encontraba disponible para las raíces de la planta dada su aplicación superficial. Además, se ha señalado que únicamente el 20-30% del fertilizante es aprovechado del total aplicado, aunado a ello el poco tiempo transcurrido desde su aplicación a la cosecha y la falta de humedad presentada en este ciclo (283 mm), fue lo que ocasionó que este nutriente no tuviera respuesta, toda vez que la absorción de nutrientes se ve directamente afectada por el nivel de humedad del suelo. Aunque por el contenido de P (6 ppm), según el método Olsen este suelo se clasifica como medio, sin embargo, la falta de respuesta se atribuyó a lo dicho anteriormente.

5.2.3. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la primera cosecha

La interacción N*P tuvo efecto ($P < .01$) únicamente sobre la longitud de panícula, sin efecto ($P > .05$) sobre tallos vegetativos, tallos reproductivos, tallos totales (veget. + reprod.), número de semillas por panícula, peso de la semilla de diez panículas y rendimiento de semilla (Cuadros 24 y 25)). Sánchez (1976) encontró en *Chloris gayana* que la respuesta en rendimiento a la aplicación de 25 kg de N fue de 842.2 kg de semilla y la respuesta fue mayor cuando aparte de esta cantidad de N se aplicaron 100 kg de P/ha/año. Enríquez (1992a) encontró que no hubo respuesta de la fertilización nitrogenada y fosfórica en aumentar el rendimiento de semilla. Carambula (1981) señala que la relación nitrógeno/fósforo tiene gran importancia sobre el

rendimiento, y que una buena disponibilidad del primero parece ser esencial para alcanzar rendimientos mayores como consecuencia del agregado del segundo. Si bien, en el presente estudio hubo un incremento en la longitud de la panícula este efecto no se vio reflejado en el rendimiento total de semilla, posiblemente a que muchas de las semillas no alcanzaron su madurez, además de que quizá en su mayoría se encontraban vacías.

Cuadro 24. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la primera cosecha

Niveles de fertilización (kg de N-P/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17-50	49.833 a
17-100	138.722 a
17-150	52.981 a
33-50	101.481 a
33-100	195.278 a
33-150	99.815 a
50-50	98.704 a
50-100	117.889 a
50-150	93.296 a
67-50	80.074 a
67-100	107.796 a
67-150	162.815 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Cuadro 25. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la primera cosecha

Nivel de N-P (kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17-50	39.12 a	29.97 a	69.09 a	55.67 ab	320.67 a	8.06 a
17-100	43.17 a	27.84 a	71.01 a	57.10 ab	321.47 a	8.78 a
17-150	36.11 a	20.58 a	56.69 a	50.45 b	223.63 a	6.21 a
33-50	35.66 a	32.82 a	68.49 a	59.65 ab	298.45 a	7.76 a
33-100	41.28 a	41.92 a	83.21 a	56.60 ab	375.53 a	8.81 a
33-150	36.59 a	27.84 a	64.43 a	61.72 ab	331.72 a	8.94 a
50-50	36.67 a	36.11 a	72.78 a	56.47 ab	314.47 a	8.64 a
50-100	29.29 a	32.17 a	61.46 a	65.95 a	372.80 a	9.26 a
50-150	40.88 a	29.53 a	70.41 a	61.37 ab	337.60 a	9.10 a
67-50	35.10 a	29.53 a	64.63 a	59.17 ab	255.75 a	6.84 a
67-100	38.75 a	50.39 a	89.15 a	64.60 a	301.25 a	8.33 a
67-150	36.31 a	33.14 a	69.45 a	66.95 a	278.32 a	10.62 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.2.4. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha

La aplicación de N tuvo efecto ($P < .05$) sobre el rendimiento de semilla. Este varió de 128.2 kg/ha para el nivel más alto de nitrógeno (67 kg de N/ha) a 60.2 kg para el nivel más bajo (17 kg de N/ha), (Cuadro 26). Estos resultados coinciden con lo reportado por varios investigadores (Brzostowski y Owen, 1966; Boonman, 1972a; Enríquez, 1992a,b; entre otros), quienes han señalado que el nitrógeno contribuye al incremento de la producción de semilla. Sin embargo,

en esta especie en particular, algunos autores han encontrado poca o nula respuesta al nitrógeno en producción de semilla. Al respecto, Basulto y Ayala (1991) no encontraron efecto a la fertilización nitrogenada en producción de semilla. Jiménez y Peralta (1991) señalaron que si bien la fertilización con nitrógeno mostró aumento en el rendimiento de semilla, su efecto no fue muy claro.

En este estudio, el rendimiento de semilla mostró ser máximo a partir del nivel de 33 kg de N/ha (Cuadro 26), indicativo de la relativa baja demanda por este mineral por parte del pasto Llanero.

Cuadro 26. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la segunda cosecha

Niveles de nitrógeno (kg/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17	60.185 b
33	94.370 ab
50	104.485 ab
67	128.166 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

La aplicación de N tuvo influencia ($P < .01$) solamente sobre el número de tallos vegetativos y reproductivos. Sin efecto ($P > .05$) sobre el número de tallos totales (veget. + reprod.), la longitud de la panícula y el peso de la semilla de diez panículas (Cuadro 27). El número de tallos reproductivos mostró ser máximo a partir del nivel de 33 kg de N/ha, coincidiendo con

el rendimiento de semilla, siendo esto indicativo de la baja demanda hacia este mineral por parte de esta especie. González y Gerardo (1982) señalaron que la aplicación de nitrógeno incrementó el número de inflorescencias por floración, longitud de la inflorescencia y el rendimiento de semilla sin trillar de 25 a 75 kg/ha.

La respuesta favorable al nitrógeno en esta cosecha a diferencia de la primera donde no la hubo pudo ser a que en esta última siempre existió una buena disponibilidad de humedad por lo que el N fue mejor asimilado.

Cuadro 27. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la segunda cosecha

Nivel de N kg/ha	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17	46.61 a	22.33 b	68.85 a	63.717 a	189.36 a	5.972 a
33	36.12 b	38.54 a	74.66 a	66.717 a	214.98 a	6.409 a
50	31.24 b	39.88 a	71.12 a	68.592 a	216.52 a	6.434 a
67	37.10 b	43.68 a	80.78 a	68.567 a	208.39 a	6.118 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, (P > .05).

5.2.5. Efecto del fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha

No se encontraron diferencias ($P > .05$) entre los niveles de fertilización fosfórica en la producción de semilla. Aunque la adición de 100 kg de P_2O_5 /ha, mostró una mayor tendencia

de aumento en el rendimiento de semilla con un promedio de 109.4 kg/ha (Cuadro 28). El número de tallos vegetativos, reproductivos y totales (veget. + reprod.), longitud de panícula, número de semillas por panícula y el peso promedio de la semilla de diez panículas no variaron ($P > .05$) con la fertilización fosfórica (Cuadro 29), a pesar de que este elemento participa en forma activa en las funciones reproductivas, estructurales y energéticas según lo señala Mesa y Hernández (1989). Estos resultados comprueban lo expuesto por varios investigadores (Muller, citado por Jones, 1979; González y Gerardo, 1982; Mesa y Hernández, 1989; entre otros) de que Llanero es poco demandante de fósforo. Mesa y Hernández (1989), señalaron que entre las gramíneas el *Andropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha* presentan los valores críticos de fósforo más bajos (0.11% y 0.11%, respectivamente), son menos exigentes de fertilizantes fosfóricos y se recomiendan para suelos de baja fertilidad, a diferencia de *Cenchrus ciliaris* que presentó un valor crítico de 0.26%, por lo que requiere más cantidad de fósforo para obtener una mayor producción.

La falta de respuesta pudo estar asociada al pH del suelo ($\text{pH} = 8$), según la clasificación de Moreno (1978) este suelo se considera como medianamente alcalino. Al respecto Tisdale y Nelson (1982) señalan que al aplicar fertilizantes fosfóricos en suelos alcalinos no reaccionan, por tanto las plantas no lo toman ya que la reacción produce fosfato tricálcico el cual es insoluble.

Cuadro 28. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la segunda cosecha

Niveles de fósforo (kg/ha/año)	Producción de semilla (kg/ha)
50	94.038 a
100	109.433 a
150	86.922 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Cuadro 29. Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto Llanero en la segunda cosecha

Nivel de P kg/ha	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
50	36.60 a	34.86 a	71.47 a	68.313 a	211.78 a	6.365 a
100	35.74 a	39.64 a	75.38 a	68.411 a	211.65 a	6.365 a
150	40.89 a	33.82 a	74.71 a	63.475 a	198.51 a	5.920 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.2.6. Efecto de la interacción N*P sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en la segunda cosecha

La interacción N*P no mostró efecto ($P > .05$) sobre el rendimiento de semilla (Cuadro 30), solamente se encontró efecto ($P < .01$) para tallos vegetativos y reproductivos. El tratamiento 67-

100 kg de N-P fue el que presentó el mayor número de tallos reproductivos con un valor promedio de 49.7 tallos/m² (Cuadro 31), tratamiento que mostró también el valor más alto de rendimiento de semilla con un promedio de 147 kg/ha.

Cuadro 30. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de semilla de pasto Llanero en la segunda cosecha

Niveles de fertilización (Kg de N-P/ha)	Producción de semilla (kg/ha)
17-50	65.741 a
17-100	68.250 a
17-150	45.833 a
33-50	94.685 a
33-100	99.537 a
33-150	88.888 a
50-50	121.296 a
50-100	122.222 a
50-150	69.907 a
67-50	94.444 a
67-100	147.000 a
67-150	143.056 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$)

Se menciona en la literatura que parece ser que la respuesta a fósforo depende de la relación N/P del suelo y que una buena disponibilidad del primero parece ser esencial para alcanzar rendimientos mayores como consecuencia de la aplicación del segundo. Si bien el número de tallos reproductivos se incrementó debido a la interacción N*P este incremento no fue significativo para el rendimiento de semilla, aunque si hubo un incremento a nivel de tendencia

esto podría ser explicado debido a que al tener un mayor número de tallos reproductivos se aumenta el número de panículas disponibles y por consiguiente un mayor rendimiento de semilla.

Cuadro 31. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre los componentes del rendimiento de pasto
Llanero en la segunda cosecha

Nivel de N-P (kg/ha)	Tallos veget. (No./m ²)	Tallos reprod. (No./m ²)	Tallos totales (No./m ²)	Longitud de panícula (cm)	Semillas por panícula	Peso semilla de diez panículas (g)
17-50	53.44 a	27.7 ab	81.17 a	64.87 a	210.73 a	6.332 a
17-100	39.88 abc	21.0 ab	60.95 a	64.67 a	192.35 a	5.908 a
17-150	46.22 ab	18.2 b	64.43 a	59.70 a	165.00 a	5.676 a
33-50	32.25 bc	38.0 ab	70.29 a	69.67 a	232.03 a	7.012 a
33-100	40.84 abc	45.1 ab	85.94 a	63.87 a	202.13 a	6.004 a
33-150	35.26 bc	32.5 ab	67.76 a	66.60 a	210.80 a	6.212 a
50-50	33.02 bc	36.8 ab	69.85 a	71.67 a	219.98 a	6.641 a
50-100	24.47 c	42.7 ab	67.76 a	71.87 a	232.80 a	7.081 a
50-150	36.23 bc	40.1 ab	76.35 a	62.22 a	196.80 a	5.581 a
67-50	27.68 c	36.8 ab	64.56 a	67.03 a	184.40 a	5.477 a
67-100	37.75 abc	49.7 a	87.46 a	73.30 a	219.33 a	6.667 a
67-150	45.86 ab	44.4 ab	90.31 a	65.37 a	221.45 a	6.210 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.2.7. Efecto del nitrógeno sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas

Se encontró efecto ($P < .05$) de la fertilización con N sobre la germinación de las semillas, tanto en la primera cosecha como en la segunda. En la primera cosecha la respuesta fue mayor

hacia los niveles de 17 y 33 kg de N/ha con un valor promedio de germinación de 19.0% (Cuadro 32). En la segunda cosecha el efecto nuevamente fue más claro a favor de los niveles mínimos de fertilización, sobre todo con el de 17 kg de N, con un valor de 6.3% (Cuadro 32). Jiménez y Peralta (1991) encontraron para esta misma especie un efecto similar de la fertilización nitrogenada. Algunos autores (Boonman, 1972a,b; Boonman, 1978) han reportado en algunos casos que la fertilización nitrogenada puede disminuir la germinación.

Cuadro 32. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la germinación de la semilla de pasto Llanero en la primera y segunda cosechas

Niveles de nitrógeno (kg/ha)	Primera cosecha (a 15 meses)	Segunda cosecha (a 3.5 meses)
	----- % de germinación	
17	19.44 a	6.33 a
33	19.66 a	5.25 ab
50	13.88 b	4.83 ab
67	18.44 ab	3.75 b

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

Si bien la fertilización nitrogenada tuvo influencia sobre la germinación de las semillas parece ser que el tiempo de almacenamiento también lo fue, ya que se observó diferencia en los valores de germinación cuando en la primera cosecha se realizó la prueba a los 15 meses de cosechada la semilla y a los 3.5 meses en la segunda con valores promedio de 17.8% y 5.0, respectivamente. Sin embargo, a pesar de que estos resultados fueron simplemente observativos,

puesto que no se analizó el efecto del tiempo de almacenamiento, concuerdan con lo reportado en la literatura de que las semillas almacenadas alcanzan su completa maduración a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento. Yañez y Funes (1989) señalan que el período para romper latencia o dormancia en el *Andropogon* es de 5 a 6 meses y se alcanzan los valores máximos de germinación y viabilidad a los 10 meses de almacenamiento en condiciones naturales. González y Torriente (1985) reportaron un valor de germinación de 22.25 % a los dos meses. Aunque Guerra *et al.*, (1990) encontraron que la mayor germinación (37.87%) se tuvo a los 12 meses y la menor (11.12%) a los 4 meses.

5.2.8. Efecto del fósforo sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas

La fertilización fosfórica tuvo influencia ($P < .05$) en la germinación de las semillas solamente en la primera cosecha, sin efecto ($P > .05$) en la segunda (Cuadro 33). En la primera cosecha, la adición de 50 y 150 kg de P/ha coincidieron en presentar el mayor porcentaje de germinación con un promedio de 20.5 y 19.3%, respectivamente. En la segunda cosecha aunque no hubo efecto, se encontró un ligero aumento de la germinación, a nivel de tendencia, en favor de los niveles más bajos de este nutriente.

Cuadro 33. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Llanero en la primera y segunda cosechas

Niveles de fósforo (kg/ha/año)	Primera cosecha (a 15 meses)	Segunda cosecha (a 3.5 meses)
	% de germinación	
50	20.50 a	5.31 a
100	13.75 b	5.43 a
150	19.33 a	4.37 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > .05$).

5.2.9. Efecto de la interacción N*P sobre la germinación de la semilla en la primera y segunda cosechas

La interacción N*P tuvo efecto ($P < .01$) sobre la germinación de la semilla en la primera cosecha, sin efecto ($P > .05$) en la segunda (Cuadro 34). En la primera cosecha, la adición de 17-50, 33-50 y 67-150 kg de N-P/ha coincidieron en presentar los mayores valores de germinación con un promedio de 22.6, 23.3 y 22.3%, respectivamente.

El tiempo de almacenamiento también fue un factor importante de la germinación. Para la primera cosecha la prueba de germinación se realizó a los 15 meses después de cosechada la semilla, dando un valor promedio de 17.8%, y en la segunda cosecha se llevó a cabo a los 3.5 meses con un valor promedio de 5.0%. Esta diferencia puede atribuirse a los efectos de una dormancia inicial como lo señalan Bilbao *et al.*, (1979a), pues es conocido que muchas semillas

de pastos recién cosechadas, aunque se encuentren con las mejores condiciones para germinación, no lo hacen debido a este factor depresivo.

Cuadro 34. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la germinación de la semilla de pasto Llanero en la primera y segunda cosechas

Nivel de fertilización (kg de N-P/ha)	Primera cosecha (a 15 meses)	Segunda cosecha (a 3.5 meses)
	% de germinación	
17-50	22.66 a	5.75 a
17-100	14.33 ab	7.75 a
17-150	21.33 ab	5.50 a
33-50	23.33 a	6.00 a
33-100	15.00 ab	5.50 a
33-150	20.66 ab	4.25 a
50-50	19.00 ab	7.00 a
50-100	9.66 b	3.00 a
50-150	13.00 ab	4.50 a
67-50	17.00 ab	2.50 a
67-100	16.00 ab	5.50 a
67-150	22.33 a	3.25 a

Medias con letra igual en la misma columna no son diferentes, ($P > 0.05$).

5.2.10. Respuesta a la fertilización en la primera y segunda cosechas

5.2.10.1. Primera cosecha

En el cuadro 35 se presentan los valores de las respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización, calculados mediante regresión.

En esta cosecha la fertilización tanto nitrogenada como fosfórica tuvieron un efecto negativo para todas las variables en estudio. Sin embargo, se obtuvieron respuestas positivas para todas las variables respecto a la interacción N*P.

Las razones de las respuestas negativas posiblemente fue a que el fertilizante aplicado no fue asimilado por las raíces de la planta dada la escasez de humedad presentada en este ciclo (283 mm de junio-noviembre), sobre todo cuando comenzaba el espigamiento, aunado a ello la aplicación superficial del fertilizante (al voleo). Puesto que con la aplicación del nitrógeno se esperaba que se incrementara el rendimiento de semilla y sus componentes toda vez que su solubilidad es más rápida, sin embargo, dada la escasez de humedad no sucedió así. En cuanto al fósforo, dado que éste es un elemento casi inmóvil, asimismo el tiempo tan corto transcurrido desde la aplicación a la cosecha las respuestas fueron negativas. En la literatura se menciona que cuando se aplica el fósforo superficialmente este es fijado en los 2-3 cm del suelo y únicamente un 20% del total aplicado es disponible para las plantas. Las respuestas positivas de la interacción N*P quizá se debieron más al nitrógeno y fósforo contenido en el suelo que al aplicado con la fertilización.

Cuadro 35. Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Llanero durante la primera cosecha

Variable	Nitrógeno	Fósforo	N*P	Intercepto	R ²	Sig.
Rend. semilla	-0.951181	-0.39596	0.01420	128.24	0.06	NS
Germinación	-0.025444	-0.05333	0.00016	25.88	0.03	NS
Tallos veget.	-0.156468	-0.03100	0.00094	43.11	0.01	NS
Tallos reprod.	-0.025942	-0.13594	0.00223	37.99	0.09	NS
Tallos totales	-0.189666	-0.16968	0.00323	81.38	0.04	NS
Long. de paníc.	-0.073767	-0.08032	0.00249	60.34	0.29	**
Semillas/paníc.	-3.428457	-1.41059	0.03869	441.96	0.16	*
Peso 10 paníc.	-0.077337	-0.03137	0.00096	10.78	0.15	NS

* Significativo (P < .05)

** Significativo (P < .01)

NS=No significativo (P > .05)

5.2.10.2. Segunda cosecha

En el cuadro 36 se presentan las respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización, calculadas mediante regresión.

Los valores de rendimiento de semilla fueron de 0.312598, -0.47431 y 0.00965 kg de semilla/kg de N, P y N*P, respectivamente. Estos valores indican que la fertilización con nitrógeno incrementa el rendimiento de semilla de tal manera que por cada kilogramo de N adicional existe un incremento de 0.312 kg de semilla.

Para la germinación de la semilla los valores fueron de -0.063048, -0.01530 y 0.00014 unidades porcentuales/kg de N, P y N*P, respectivamente, Estos valores indican que la fertilización tanto de N como de P no tuvieron ningún efecto de incremento de la germinación de las semillas, contrastando con lo reportado por varios autores (Chadhokar y Humphreys, 1973; Cavazos y Cordero, 1990; Jiménez y Peralta, 1991) de que la fertilización, sobre todo la nitrogenada, incrementa la germinación de las semillas.

En cuanto a los componentes del rendimiento solamente se tuvo respuesta positiva al nitrógeno para longitud de panícula (0.083702 cm/kg de N) y sobre el número de tallos reproductivos (0.029293 tallos/m²/kg de N), considerándose que el efecto benéfico del nitrógeno en aumentar el rendimiento de semilla consistió en el incremento de dichos componentes (longitud de panícula y número de tallos reproductivos). Al respecto, varios investigadores (Humphreys, 1967; Gómez *et al.*, 1978; Bilbao *et al.*, 1979b) han señalado que la aplicación de N contribuye al incremento del rendimiento de semilla ya que influye en el aumento de tallos reproductivos y la longitud de la panícula.

Las respuestas negativas del fósforo para todas las variables en estudio hacen suponer que este nutriente como tal no es tan importante, sin embargo, su incorporación permite obtener un mejor comportamiento del nitrógeno lo que se ve reflejado en las respuestas positivas de la interacción.

Cuadro 36. Respuestas del rendimiento de semilla, germinación y componentes del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosfórica en pasto Llanero durante la segunda cosecha

Variable	Nitrógeno	Fósforo	N*P	Intercepto	R ²	Sig.
Rend. semilla	0.312598	-0.47431	0.00965	90.86	0.24	**
Germinación	-0.063048	-0.01530	0.00014	8.61	0.16	*
Tallos veget.	-0.652696	-0.14806	0.00457	60.68	0.25	**
Tallos reprod.	0.029293	-0.16079	0.00360	35.93	0.28	**
Tallos totales	-0.624611	-0.30879	0.00817	96.67	0.18	*
Long. de paníc.	0.083702	-0.05896	0.00025	68.08	0.14	NS
Semillas/paníc	-1.133703	-0.74983	0.01478	267.91	0.09	NS
Peso 10 paníc.	-0.021044	-0.01433	0.00023	7.55	0.02	NS

* Significativo (P < .05)

** Significativo (P < .01)

NS= No significativo (P > .05)

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de los resultados obtenidos se concluyó que bajo las condiciones en que se desarrollaron estos experimentos:

La fertilización con nitrógeno influyó en la producción de semilla de los pastos Buffel y Llanero durante la segunda cosecha, debido a que produjo un efecto positivo sobre algunos componentes del rendimiento, entre ellos el número de tallos reproductivos, la longitud de la panícula y el peso de las semillas. Con una eficiencia de utilización de 0.427 y 0.312 kg de semilla/kg de N aplicado, para pasto Buffel y Llanero, respectivamente. De acuerdo a las relaciones actuales entre costo del insumo y precio del producto estos resultados hacen atractiva, desde el punto de vista económico, la fertilización con N al menos hasta el mayor nivel empleado en el presente estudio.

La fertilización fósforica no tuvo influencia sobre la producción de semilla de los pastos Buffel y Llanero. Así también, no influyó sobre los componentes del rendimiento en estas dos especies. En cambio se presentó una tendencia de respuesta a fósforo en los mayores niveles de N, lo que indicaría que la fertilización con fósforo pudiese ser atractiva siempre y cuando se apliquen altos niveles de N.

El nitrógeno tuvo influencia sobre la germinación de las semillas de los pastos Buffel y Llanero, sin embargo, ésta fue muy poca. Asimismo, el empleo de la fertilización fosfórica no tuvo influencia sobre la germinación de la semilla en ambas especies. En cambio se observó que el tiempo de almacenamiento fue un factor relevante de la germinación.

VII. LITERATURA CITADA

- ALARCON, M. E. 1978. Pruebas regionales sobre producción y manejo de forrajes en suelos ácidos e infértiles de Colombia. En: Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. 1978. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT. Cali, Colombia. pp 463.
- ANDERSON, E. R. 1974. The reaction of seven *Cenchrus ciliaris* L. cultivars to flooding. Tropical Grassland 8:33.
- ANDREW, C. S. and ROBINS, M. F. 1971. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. Australian Journal Agricultural Research. 22(5):693-706.
- ANONIMO. 1993. Pasto llanero, alto potencial para el trópico. Revista Cebu. 18(44) 22-33. México.
- ARGEL, P. J. 1983. Como producir semilla de *Andropogon gayanus*. Pastos Tropicales. Boletín informativo. 5(2):1-8. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia.
- AYERZA, H. R. 1981. El buffel grass: utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 139 pág.
- BASULTO, G. J. y AYALA, S. A. 1991. Efecto del precorte y la aplicación de nitrógeno en la producción de semilla de *Andropogon gayanus*. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamps. pp 309.
- BILBAO, B., FEBLES, G. y MATIAS, C. 1979a. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en la semilla de *Cenchrus ciliaris* L. cv. Biloela. I. Producción y calidad de la semilla. Pastos y Forrajes. 2(2):239-254. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- BILBAO, B., FEBLES, G. y MATIAS, C. 1979b. Fertilización nitrogenada y momentos de cosecha en la semilla de *Cenchrus ciliaris* L. cv. Biloela. II. Algunos componentes en la producción de semilla. Pastos y Forrajes. 2(3):421-434. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- BILBAO, B., GOMEZ, M., MATIAS, C. y SANTANA, G. 1978. Efecto del método, tiempo de secado y almacenamiento sobre la germinación de la semilla de *Cenchrus ciliaris* (L.) cv. Biloela. Pastos y Forrajes. 1:381-395. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.

- BOGDAN, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. Logman Group Limited. London. 475 pág.
- BOONMAN, J. G. 1972a. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. III. The effect of nitrogen and row width on seed crops of *Setaria sphacelata* cv. Nandi. Netherlands Journal of Agricultural Science. 20:22-34.
- BOONMAN, J. G. 1972b. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. IV. The effect of fertilizer and planting density on *Chloris gayana* cv. Mbarara. Netherlands Journal of Agricultural Science. 20:218-224.
- BOONMAN, J. G. 1972c. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. V. The effect of time of nitrogen top-dressing on seed crops of *Setaria sphacelata* cv. Nandi. Netherlands Journal of Agricultural Science. 20:225-231.
- BOONMAN, J. G. 1978. Producción de semillas de pastos tropicales en Africa, con referencia especial en Kenya. En: Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. (Eds.). 1978. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT. Cali, Colombia. pp 385-402.
- BOONMAN, J. G. 1979. Producción de semilla de pastos tropicales en Africa, con referencia especial en Kenya. En: Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. (Eds.). 1979. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT. Cali, Colombia. pp 413-423.
- BRZOSTOWSKI, H. W. and OWEN, M. A. 1966. Production and germination capacity of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) seeds. Tropical Agriculture. (Trin.) 43(1):1-10.
- CABANILLAS, C. R., ZAPATA, M. M., SILVA, O. M., IBARRA, D. G. y LIZARRAGA del C. G. 1992. Evaluación del rendimiento de forraje y semilla de buffel bajo condiciones de riego y fertilización. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, Chih. pp 55.
- CAMERON, D. F. and MULLALLY, J. D. 1969. Effect of nitrogen fertilization and limited irrigation on seed production of Molopo buffel grass. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science. 26:41-47.
- CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 518 pág.
- CAVAZOS, R. O. y CORDERO, O. H. G. 1990. Producción de semilla y forraje del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) var. American fertilizado con nitrógeno y fósforo, en Ajuchitlán, Gro. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 32 pág.

- CHADHOKAR, P. A. and HUMPHREYS, L. R. 1973. Influence of time and level of urea application on seed production of *Paspalum plicatulum* at Mt. Cotton, south-eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry. 13:275-283.
- CHRISTIE, E. K. 1975. A study of phosphorus nutrition and water supply on the early growth and survival of buffel grass grown on a sandy red earth from south-west Queensland. Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry. 15(1):239.
- COMBELLAS, J. y GONZALEZ, J. E. 1972. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 2. *Cenchrus ciliaris* L. cv. Biloela. Agronomía Tropical. 22(1):623.
- CROWDER, L. M. and CHHEDA, H. R. 1982. Tropical Grassland Husbandry. Logman Group Limited. London. 500 pág.
- DO CARMO, M. A., DO NASCIMENTO, D. Jr. y MANTORANI, E. A. 1988. Efecto de la fertilización nitrogenada y la época de cosecha en la producción y calidad de semilla de *Brachiaria decumbens*. Pasturas Tropicales. 10(2):19-22. CIAT. Cali, Colombia.
- EEPFH (ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES "INDIO HATUEY"). 1989. Instructivo para la explotación del *Andropogon gayanus* cv. CIAT 621. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Instituto Superior Agroindustrial "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba. 6 pág.
- EGUIARTE, V. J., GONZALEZ, S. A. y MARTINEZ, P. R. 1991. Comportamiento del zacate buffel bajo un programa de fertilización. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamps. pp 292.
- EGUIARTE, V. J., GONZALEZ, S. A., FAJARDO, P. J. y HERNANDEZ, V. R. 1992. Comparación de la producción de semilla de buffel var. American vs Molopo en terrenos secos. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, chih. pp 7.
- ENRIQUEZ, Q. J. F. 1992a. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el rendimiento de semilla del pasto señal (*Brachiaria decumbens* Stapf.) en suelo acrisol órtico y clima Awo. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, Chih. pp 27.
- ENRIQUEZ, Q. J. F. 1992b. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el rendimiento de semilla del pasto *Brachiaria dictyoneura* (Fig. and Not.) Stapf, en suelo acrisol órtico y clima Awo. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, Chih. pp 28.

- ENRIQUEZ, Q. J. F. 1992c. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el rendimiento de semilla del pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) en suelo acrisol órtico y clima Awo. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, Chih. pp 29.
- FARIA, M. J., ARRIOJA, I., CHACON, E., BERROTERAN, J. y CHACIN, F. 1988. Efecto del corte y de la aplicación de nitrógeno en el crecimiento de *Andropogon gayanus*. Pasturas Tropicales-Boletín. 9(3):2-8.
- FEBLES, G. 1981. Estudios sobre la calidad y la producción en hierba guinea común (*Panicum maximum* Jacq.) ICA. La Habana, Cuba. Tesis en opción de grado de candidato a Dr. en Ciencias. 145 pág.
- FEBLES, G. y NAVARRO, G. 1986. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas. En: ICA, 1989. Los pastos de Cuba. Tomo I. Producción. Ediciones del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. pp 469-533.
- FERGUSON, J. E. 1979. Sistemas de producción de semillas de pastos en América Latina. En: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (Eds.) 1979. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT. Cali, Colombia. pp 413-424.
- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, UNAM. México. 252 pág.
- GARZA, D. F. 1978. Diferentes niveles de fertilización en zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L., bajo condiciones de temporal en Marín, N. L. (Monterrey, N. L.). Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista, U.A.N.L. Facultad de Agronomía. 54 pág.
- GILLET, M. A. 1984. Las gramíneas forrajeras; Descripción, funcionamiento, aplicaciones al cultivo de la hierba. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 355 pág.
- GOMEZ, L., PARETAS, J. J. y ARRIETA, R. 1978. Efecto de la frecuencia de corte y el nitrógeno sobre la producción de semilla de cuatro gramíneas tropicales. II. Buffel cvs. Biloela y Formidable. Pastos y Forrajes. 1(2):287-291. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- GONZALEZ, Y. y GERARDO, J. 1982. *Andropogon gayanus*. Pastos y Forrajes. 5(2):107-128. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- GONZALEZ, Y. y TORRIENTE, O. 1985. Efecto del almacenamiento sobre la germinación de semilla de *Andropogon gayanus* cv. 621. Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.

- GROF, B. 1969. Viability of para grass (*Brachiaria mutica*) seed and the effect of fertilizer nitrogen on seed yield. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science. 26:2271-276.
- GUERRA, H. M., LEZO, M.T. y JIMENEZ, M.A. 1990. Evaluación de tiempos de almacenamiento y tipos de envase sobre la germinación de la semilla del pasto llanero (*Andropogon gayanus* Kunth.). Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.
- HERNANDEZ, M. y CARDENAS, M. 1981. Influencia del nivel y frecuencia de aplicación del fósforo en el comportamiento de la hierba guinea cv. Likoni. Pastos y Forrajes. 5:73. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- HERNANDEZ, M. y CARDENAS, M. 1982. Respuesta del buffel (*Cenchrus ciliaris*) cv Biloela a las aplicaciones de fósforo. Pastos y Forrajes. 5:201-209. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- HERNANDEZ, M. y SIMON, L. 1980. Hierba buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Pastos y Forrajes. 3(1):1-24. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- HUMPHREYS, L. R. 1967. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) in Australia. Tropical Grasslands. 1(2):126.
- HUMPHREYS, L. R. 1975. Tropical pasture seed production. Rome. FAO. 115 pág.
- HUMPHREYS, L. R. 1978. Tropical pasture seed production. FAO. Plant production and protection. Paper No. 8. Rome, Italy. 143 pág.
- HUMPHREYS, L. R. 1979. Tropical pasture seed production. FAO. Plant prot. Paper 8. Rome, Italy. 143 pág.
- HUMPHREYS, L. R. 1980. A guide to better pastures for the tropics and subtropics. Wright Stephenson and Co. New South Wales, Australia.
- HUMPHREYS, L. R. and DAVIDSON, D. E. 1967. Some aspects of pasture seed production. Tropical Grasslands. 1(1):84-87. Australia.
- HUMPHREYS, L. R. and RIVEROS, F. 1986. Tropical pasture seed production. FAO. 2ª ed. Rome, Italy. 203 pág.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1980. Pasto carimagua 1. Programa de Pastos y Forrajes. Boletín técnico, No. 52. Bogotá, Colombia. 15 pág.

- INEGI. 1987. Síntesis geográfica. Nomenclátor y anexo cartográfico del Estado de Puebla. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.
- ISTA. 1976. Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- JIMENEZ, G. R. y PERALTA, M. A. 1991. Determinar la fecha de corte precosecha y el efecto de la fertilización con nitrógeno en la producción de semilla de "Llanero" *Andropogon gayanus*. En: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamps. pp 299.
- JIMENEZ, M. A. 1984. Escarificación, inoculación y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Departamento de Zootecnia, UACh. México.
- JIMENEZ, M. A. 1991. Centro para la Producción de Semillas de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras Tropicales en la Mixteca Poblana "Tehuiztzingo", Pue. Proyecto. Chapingo, Méx. 19 pág.
- JIMENEZ, M. A. 1992. Semillas forrajeras: Medio siglo de rezago en la producción nacional. Agronegocios en México. No. 8:24-33.
- JONES, C. A. 1979. The potential of *Andropogon gayanus* Kunth in the oxisol and ultisol savannas of tropical America. Herbage Abstracts. 49(1):1-8.
- MATIAS, C. y BILBAO, B. 1985. Influencia del almacenamiento en la germinación de las semillas de algunos pastos tropicales. II. Almacenamiento al ambiente. Pastos y Forrajes. 8:53-63. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- McILROY, R. S. 1972. An introduction to tropical grasslands husbandry. Oxford University Press. 55 pág.
- McILROY, R. J. 1976. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Ed. Limusa. México. pp 60-61.
- MEJIA, P. V., ROMERO, M. C. y LOTERO, C. J. 1978. Efecto de la fertilización y época de corte de las panículas sobre la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq). Revista ICA. 13(3):503-510. CIAT. Colombia.
- MESA, A. R. y HERNANDEZ, M. 1989. Fertilización fosfórica en pastos tropicales. Pastos y Forrajes. 12(1):1-14. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.

- MESA, A. y LAMELA, L. 1981. Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.). Pastos y Forrajes. 4(1):1-22. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- MORENO, R. 1978. Clasificación del pH del suelo, contenido de sales y nutrimentos asimilables. INIA-SARH. México, D.F.
- PAULL, C. J. and LEE, G. R. 1978. Buffel grass in Queensland. Queensland Agricultural Journal. 104(1):57-75. Australia.
- PELAG, L. 1971. Germination; internal and external factors. Australian seed research conference. Canberra, Australia.
- PERALTA, M. A. 1991. Producción de semillas de especies forrajeras tropicales en México. En: Memoria del Seminario Internacional de Evaluación de Praderas Tropicales. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. pp 21-39.
- PERALTA, M. A., RAMOS, S. A., ENRIQUEZ, F. J., LOPEZ, J., CIGARROA, A., PALOMO, J. y CORDOVA, A. 1987. Pasto llanero, una alternativa para el trópico de México. Cebú. 13(11):89-96.
- PEREZ, A. y DUDAR, Y. 1983. Producción de semilla botánica. En: Remy *et al.*, 1983 (Eds.). Agrotecnia de pastos y forrajes. Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba. pp 33-84.
- PEREZ, A. y FEBLES, G. 1987. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. EEPFIIH. Perico, Matanzas, Cuba. pp 27-35.
- PEREZ, A. y FEBLES, G. 1988. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. En: Fomento y Explotación de Pastos Tropicales. Compendio de conferencias, ICA. pp 27-46. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- PEREZ, A., HERNANDEZ, C., MATIAS, C. y REYES, I. 1985. Influencia de diferentes dosis de fósforo sobre la producción de semillas de buffel cv. Biloela. Pastos y Forrajes. 8(3):389-398. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- PEREZ, A., MATIAS, C. y REYES, I. 1987. Influencia de diferentes fuentes nitrogenadas en la producción de semilla de hierba buffel cv. Biloela. Pastos y Forrajes. 10(1):141-146. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.

- PEREZ, A. y PEREZ, G. 1992a. Efecto de los componentes del rendimiento y el nitrógeno sobre la producción de semilla de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Pastos y Forrajes. 15:109-115. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- PEREZ, A. y PEREZ, G. 1992b. Efecto del nitrógeno sobre los componentes del rendimiento y la producción de semilla de guinea CIII 3 y buffel CII 2. Pastos y Forrajes. 15:225-232. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico, Matanzas, Cuba.
- RAINS, A. B. and GUSTER, W. H. 1957. Factors affecting the production of seed in Rhodes grass. Rep. Dep. Agr. N. Nitrogen Pt. II.
- ROGLER, G. A., RAMPTON, H. H. y ATKINS, M. D. 1977. La producción de semillas de zacates. En: U.S.D.A. 1977. Semillas. CECOSA. México. pp 303-317.
- ROJAS, J. M., RAMIREZ, N. J. A., ORDUÑA, L. G. y JIMENEZ, M. A. 1990. Producción de semilla de pasto "Llanero" *Andropogon gayanus* Kunth. en México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- SANCHEZ, R. G. 1976. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en Ajuchitlán, Gro. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia, UACh. Chapingo, Méx. 66 pág.
- TISDALE, S. L. y NELSON, W. L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. UTEHA. México. 760 pág.
- YAÑEZ, S. y FUNES, F. 1989. Manual práctico para la producción de semillas de pastos en Cuba. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba.