

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

**EFECTO DE LA DOSIS Y EL MOMENTO DE APLICACION DEL NITROGENO
SOBRE LA PRODUCCION Y CALIDAD DE SEMILLA DE PASTO GAMBA
(*Andropogon gayanus* Kunth).**

Por

**Alvaro Torres Pérez
Martín Mena Urbina**

**MANAGUA, NICARAGUA
1995**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

**EFEECTO DE LA DOSIS Y EL MOMENTO DE APLICACION DEL NITROGENO
SOBRE LA PRODUCCION Y CALIDAD DE SEMILLA DE PASTO GAMBA
(*Andropogon gayanus* Kunth).**

**Tesis sometida a la consideración del Comité Académico de la Facultad de Ciencia
Animal de la Universidad Nacional Agraria, para optar al grado de:**

INGENIERO AGRONOMO

Por

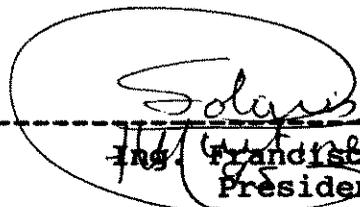
**Alvaro Torres Pérez
Martin Mena Urbina**

**MANAGUA, NICARAGUA
1995**

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

MIEMBROS DEL
TRIBUNAL:



Ing. Francisco Solaris
Presidente



Ing. Miguel Matus
Secretario

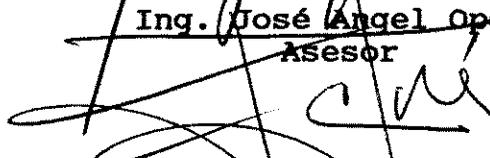


Ing. Arkángel Abaunza
Vocal

TUTORES:



Ing. José Ángel Oporta
Asesor



Ing. Domingo Carballo
Profesor Consejero

SUSTENTANTES:



Alvaro Torres Pérez
Estudiante



Martín Mena Urbina
Estudiante

DEDICATORIA

A Dios por ayudarme a concluir este esfuerzo.

A mis padres: Ruffo Torres Silva y Lorena Pérez Rueda, juntos han sido la fuente de luz que ha iluminado el largo camino de mi educación y formación como individuo.

Alvaro Antonio Torres Pérez.

DEDICATORIA

A Dios, guía espiritual de mi vida.

A mi esposa y mi madre: Mariana Mayela González y Marlene Urbina, por estar a mi lado en todo momento

A la memoria de mi padre y de mi abuelo: Alejandro Mena (q.e.p.d.) y José Simón Peralta (q.e.p.d.)

A la Lic. María José Chévez, ejemplo de superación profesional que me motivó constantemente para culminar este trabajo

A mis maestros durante estos años de ejercicio profesional: José A. Oporta, Tito Fariñas, Faustino Alguera y Rafael Estrada

A María José y Martín, Haydée Mercedes y Alberto, Martha Osorio, que me han honrado con su interés por este esfuerzo.

Martín Alejandro Mena Urbina.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero José Angel Oporta, asesor principal, por su decidido apoyo y por su excelente conducción y calidad técnica en la realización de este trabajo.

A los Ings. Domingo Carballo, Miguel Matus y Pasteur Parrales, por sus acertadas sugerencias y orientaciones finales acerca del trabajo de tesis.

Al Ing. Jorge Rodríguez, por su estímulo y colaboración, que fueron elementos muy valiosos en la elaboración del documento de tesis.

A los Ings. Nadir Reyes y Roldán Corrales, Decano y Vice-Decano de la FACCA respectivamente, por la confianza que depositaron en nuestro trabajo.

Al Ing. Luis Urbina Abaunza, por el apoyo y la asesoría brindada en la realización de los análisis de calidad de la semilla y por sus atinadas sugerencias durante el desarrollo de este trabajo.

Al Lic. Tito Fariñas por su estímulo y sugerencias durante la redacción del trabajo de tesis.

Al Sr. Rafael Estrada por sus enseñanzas y decidido apoyo en las arduas labores de campo.

A Maritza Espinales Cardoza, Kathy Sánchez y Mireya Méndez, bibliotecarias de la UNA, por su admirable paciencia y cooperación en la consecución de material bibliográfico.

Agradecemos sinceramente a nuestros familiares, amigos y todas aquellas personas que, directa e indirectamente, hicieron posible nuestra formación profesional y nos ayudaron a concluir este trabajo de tesis.

CONTENIDO

	Página
INDICE.....	vi
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xii
LISTA DE CUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
LISTA DE ANEXOS.....	xvii
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. REVISION DE LITERATURA.....	6
3.1. Importancia de la producción de semilla de especies forrajeras.....	6
3.2. Ubicación taxonómica y distribución geográfica del pasto gamba.....	7
3.2.1. Ubicación taxonómica.....	7
3.2.2. Descripción botánica.....	7
3.2.3. Distribución geográfica.....	8
3.3. Producción de semilla de pasto gamba.....	10
3.3.1. Período de floración.....	10
3.3.2. Prácticas culturales para el manejo de semilleros.....	11
3.3.2.1. Corte de uniformidad.....	12
3.3.2.2. Fertilización.....	13
3.3.2.3. Control de malezas.....	14
3.3.2.4. Usos alternativos del semillero....	14
3.4. Métodos de cosecha de la semilla.....	15
3.4.1. Cosecha manual.....	16
3.4.2. Recolección del suelo.....	16

	Página
3.4.3. Golpeadora o batidora.....	17
3.4.4. Cosecha parcialmente mecanizada.....	17
3.4.5. Cosecha mecanizada.....	18
3.5. Etapas o actividades del método de cosecha manual..	18
3.6. Beneficio de la semilla.....	20
3.6.1. Secado.....	21
3.6.2. Prelimpieza o desbrozado.....	21
3.6.3. Remoción de las aristas.....	22
3.6.4. Limpieza y clasificación.....	22
3.7. Almacenamiento.....	23
3.8. Análisis de calidad de la semilla de pasto gamba.....	23
3.8.1. Tipos de análisis.....	24
3.8.1.1. Prueba de Pureza.....	24
3.8.1.2. Pruebas de viabilidad y germinación.....	26
3.8.1.3. Cálculo de índices compuestos.....	28
3.8.2. Utilización de los resultados de los análisis.....	29
3.8.2.1. Utilización directa.....	29
3.8.2.2. Utilización integrada en programas de control de calidad.....	29
3.8.2.3. Uso de Semilla Pura Germinable (SPG) o valor agronómico en el cálculo de densidades de siembra de gramíneas brozosas.....	30
3.9. Efecto de la aplicación de nitrógeno en la producción de semilla de gramíneas forrajeras.....	31
4. MATERIALES Y METODOS.....	35

	Página
4.1. Localización del ensayo.....	35
4.1.1. Ubicación geográfica.....	35
4.1.2. Clima.....	35
4.1.3. Suelo.....	36
4.2. Manejo del ensayo.....	36
4.2.1. Manejo de las parcelas durante el ensayo....	36
4.2.2. Manejo del semillero antes de la cosecha....	36
4.2.3. Cosecha de la semilla.....	37
4.3. Variables y su forma de medición.....	38
4.3.1. Componentes estructurales del rendimiento... 38	
4.3.1.1. Número promedio de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (NTRT).....	39
4.3.1.2. Longitud de Panículas (LP).....	39
4.3.1.3. Número de Racimos por Inflorescencia (NRI).....	39
4.3.1.4. Tamaño y Peso de los Racimos (TR y PR).....	39
4.3.2. Cobertura.....	40
4.3.3. Rendimiento de Semilla Cruda (SCH).....	40
4.3.4. Calidad de la semilla.....	40
4.3.4.1. Prueba de Pureza (SP).....	40
4.3.4.2. Prueba de Germinación (GER).....	40
4.3.4.3. Valor Cultural (VC).....	41
4.4. Análisis estadístico.....	41
4.5. Análisis económico.....	43
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	44

	Página
5.1. Componentes estructurales del rendimiento.....	44
5.1.1. Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (NTRT).....	44
5.1.2. Longitud de Panículas (LP).....	49
5.1.3. Número de Racimos por Inflorescencia (NRI), Tamaño de los Racimos (TR) y Peso de los Racimos (PR).....	53
5.2. Rendimiento de Semilla Cruda (SCH) y Semilla Pura (RSP) por Hectárea.....	54
5.3. Calidad de la semilla.....	60
5.3.1. Semilla Pura (SP).....	60
5.3.2. Porcentaje de Germinación (GER).....	61
5.3.3. Valor Cultural (VC).....	63
5.4. Análisis económico.....	65
6. CONCLUSIONES.....	68
7. RECOMENDACIONES.....	70
8. BIBLIOGRAFIA.....	71
ANEXOS.....	83

TORRES, A.A.; MENA, M.A. 1995. Efecto de la dosis y el momento de aplicación del nitrógeno sobre la producción y calidad de semilla de pasto gamba (Andropogon gyanus Kunth). Tesis Ing. Agron. UNA. Managua, Nicaragua. 89p.

Palabras claves: pasto, Andropogon gyanus, semilla, fertilización, nitrógeno, momentos de aplicación, componentes estructurales del rendimiento, producción, calidad.

Efecto de la dosis y el momento de aplicación del nitrógeno sobre la producción y calidad de semilla de pasto gamba (Andropogon gyanus Kunth).

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar en términos biológicos y económicos, el efecto de la dosis y el momento de aplicación de nitrógeno, sobre la producción y calidad de semillas de Andropogon gyanus CIAT 621.

El estudio se llevo a cabo en la finca "Santa Rosa", ubicada al Oeste de la ciudad de Managua.

El análisis de calidad de semilla se realizó empleándose la metodología utilizada por el CIAT, para el análisis de calidad de semillas brozosas.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, para un arreglo bifactorial de cuatro dosis y tres momentos de aplicación de nitrógeno. Se incluyó un tratamiento testigo, sin fertilización, para un total de 13 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento.

Los resultados evidencian que las dosis de nitrógeno y los momentos de aplicación, tuvieron efecto estadísticamente significativo ($P < 0.01$) sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea y el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea. El incremento en el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea, estuvo asociado con el incremento del Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea ($r = 0.82$) ($P < 0.01$). Los mayores valores para el Número de Tallos Reproductivos por Hectárea (1,343.3 miles de tallos reproductivos/ha) y para el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea (482.62 kg/ha), se obtuvieron con la dosis de 75 kg N/ha, aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad. No así, para la Longitud de Panículas, en donde los efectos de las dosis de nitrógeno fueron no significativas, y significativos ($P < 0.05$), para los tratamientos (dosis de nitrógeno x momento de aplicación), y los momentos de aplicación del fertilizante.

En el caso de los otros componentes estructurales del rendimiento, no hubo diferencia de efecto de las dosis de nitrógeno, ni de los momentos de aplicación sobre las variables: Número de Racimos por Inflorescencia, Tamaño de Racimos y Peso de Racimos.

Para el análisis estadístico de las variables de calidad de semilla, se realizó la prueba de "Z", para la diferencia de

proporciones. El porcentaje de Semilla Pura presentó su máximo valor con la dosis de 25 kg N/ha, aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad (55.43%), presentando diferencias no significativas ($P>0.05$), respecto de la dosis de 75 kg N/ha, aplicados a los 20 días después del corte de uniformidad (55.31%).

Para el porcentaje de Germinación, el valor más alto resultó cuando se aplicaron 100 kg N/ha, a los 40 días después del corte de uniformidad (46%), presentando diferencias no significativas ($P>0.05$), con la dosis de 25 kg N/ha, aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad (45%).

El Valor Cultural presentó una tendencia similar a las dos variables anteriores, (Semilla Pura y Germinación). Este resultado se debió a que el Valor Cultural es un índice compuesto producto de ambas variables. Su mayor valor se obtuvo con la dosis de 25 kg N/ha, aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad (25%), siendo estadísticamente igual ($P>0.05$), cuando se aplicaron 75 kg N/ha, 20 días después del corte de uniformidad (23.78%). Este comportamiento irregular, en el efecto del nitrógeno sobre los parámetros de calidad de la semilla (Semilla Pura, Germinación y Valor Cultural), coincide con lo reportado por Ferguson (1991), quien afirma que los efectos del nitrógeno en la calidad de la semilla son variables, pero normalmente no tiene efecto. Otros autores; Cameron y Mullaly (1969) y Grof (1969), citados por Humphreys (1975), reportan que no encontraron una relación consistente entre la calidad de la semilla y el nivel de nitrógeno, en la producción de semilla de pastos tropicales.

De todos los tratamientos evaluados, el mayor beneficio monetario se obtuvo con la dosis de 75 kg N/ha aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad (US \$ 1,111.10/ha). No obstante, la dosis de 25 kg N/ha aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad fué el tratamiento con el que se obtuvo el mayor margen de ingreso bruto (96.5% del ingreso total), en comparación con el resto de tratamientos en que se aplicó nitrógeno.

TORRES, A.A.; MENA, M.A. 1995. Effect of nitrogen levels and moments of application of nitrogen fertilizer on seed quality and production, of gamba grass (Andropogon gayanus Kunth). Thesis Agron. Eng. UNA. Managua, Nicaragua. 89p.

Key words: Grass, Andropogon gayanus, seed, fertilization, nitrogen, moments of application, structural yield components, production, quality.

Effect of nitrogen levels and moments of application of nitrogen fertilizer on seed quality and production, of gamba grass (Andropogon gayanus Kunth).

SUMMARY

The objective of the present research was to evaluate, both biologically and economically, the effect of the nitrogen level and the moment of application of the nitrogen fertilizer, on seed quality and production of gamba grass (Andropogon gayanus CIAT 621).

The study was carried, in "Santa Rosa" farm, located at east side of Managua city.

The methodology used for the seed quality test was the one used by CIAT, for the quality analysis, of rubbish seeds.

A randomized complete blocks design was conducted, setting a bifactorial arrangement of four levels of nitrogen and three moments of application of the fertilizer. A control treatment was included (without fertilizer), making a total of 13 treatments and three repetitions for treatment.

The results demonstrated that, the levels of nitrogen and the moments of application were statistically significant at a level of ($P < 0.01$), over the Total Number of Reproductive Stems per Hectare and the Raw Seed Yield per Hectare. The Raw Seed Yield increase, was directly associated with the Total Number of Reproductive Stems per Hectare increases ($r = 0.82$) ($P < 0.01$). The highest responses, for the Total Number of Reproductive Stems per Hectare (1,343.3 thousands of reproductive stems/ha) and for the Raw Seed Yield per Hectare (482.62 kg/ha), were obtained with the level of 75 kg N/ha, applied 40 days after the stems uniformization harvest. Not so, for the Panicles Length, where the nitrogen levels were non significant ($P > 0.05$), and significant ($P < 0.05$), for the moments of application of the fertilizer.

Regarding to the other structural yield components: Racemes Number per Panicle, Racemes size and Racemes Weight, there was non significant differences ($P > 0.05$) of effect, neither for the nitrogen levels, nor for the moments of application of the fertilizer, over the variables.

In order to make the statistical analysis, for the seed quality parameters, a "Z" test for proportions differences was made. The Pure Seed percentage, presented its maximum value with the level of 25 kg N/ha, applied 40 days after the stems uniformization harvest (55.43%), presenting non significant

differences ($P>0.05$), regarding to the level of 75 kg N/ha, applicated 20 days after the stems uniformization harvest (55.31%).

For the percentage of Germination, the highest value was obtained applicating 100 kg N/ha, 40 days after the stems uniformization harvest (46%), presenting non significant differences ($P>0.05$), with the level of 25 kg N/ha, applicated 40 days after the stems uniformization harvest (45%).

Cultural Value showed similar trend than, the previous variables, (Pure Seed and Germination). This result, ought to have happen, because Cultural Value is a compound index, wich results by multiplying Pure Seed times Germination. Its highest value was obtained when 25 Kg N/ha were applicated 40 days after the stems uniformization harvest (25%), likewise presenting non significant differences ($P>0.05$), applicating 75 kg N/ha, 20 days after the stems uniformization harvest (23.78%). The irregular behavior, of the effect of nitrogen on the seed quality parameters (Pure Seed, Germination and Cultural Value), corresponds to that reported by Ferguson (1991), who affirms that the effects of nitrogen on seed quality are variable, but normally do not exist. Other researchers; Cameron and Mullaly (1969) and Grof (1969), quoted by Humphreys (1975), reported that they couldn't find a consistent relation between seed quality and the nitrogen level, on tropical pastures seed production.

Of all evaluated treatments, the bigger cash profits were obtained with the level of 75 kg N/ha applicated 40 days after the stems uniformization harvest (US \$1,111.10/ha). However, with the level of 25 kg N/ha applicated 40 days after the stems uniformization harvest, was obtained the bigger percentage of gross income (96.5% of total income), compared to the rest of treatments with nitrogen application.

LISTA DE CUADROS.

Cuadro.		Página.
1	Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.....	45
2	Análisis de varianza de los efectos simples y de la interacción de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.....	45
3	Resultados de la prueba de Tukey para los efectos simples de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (NTRT).....	47
4	Resultados de la prueba de Tukey para los efectos de los tratamientos sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (NTRT).....	49
5	Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la Longitud de Panículas.....	49
6	Análisis de varianza de los efectos simples de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la Longitud de Panículas.....	50
7	Resultados de la prueba de Tukey para los efectos simples de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la Longitud de Panículas (LP).....	51
8	Prueba de Tukey para los efectos de tratamientos sobre la Longitud de Panículas (LP).....	52
9	Resultados resumidos de los análisis de varianza para los componentes estructurales del rendimiento: Número de Racimos por Inflorescencia, Tamaño de los Racimos, y Peso de los Racimos.....	53
10	Análisis de varianza de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea.....	54
11	Análisis de varianza de los efectos simples de los factores dosis y momentos de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea.....	55

Continúa.....

12	Análisis de varianza de los efectos simples de los factores dosis y momentos de aplicación de nitrógeno sobre el Rendimiento de Semilla Pura por Hectárea.....	55
13	Resultados de la prueba de Tukey para las variables Rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea (SCH) y Rendimiento de Semilla Pura por Hectárea (RSP)....	57
14	Prueba de Tukey para las medias de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea (SCH).....	59
15	Resultados de la prueba de "Z" para la diferencia de proporciones para la variable Semilla Pura (SP).....	60
16	Resultados de la prueba de "Z" para la diferencia de proporciones de la variable porcentaje de Germinación (GER).....	62
17	Resultados de la prueba de "Z" para la diferencia de proporciones de la variable Valor Cultural (VC).....	64
18	Análisis de presupuestos parciales.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura.		Página.
1	Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.....	47
2	Rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea.....	58
3	Porcentaje de Pureza.....	61
4	Porcentaje de Germinación.....	63
5	Valor Cultural de la semilla.....	65
6	Precipitación y temperatura media mensual. Año 1990.....	84

LISTA DE ANEXOS.

Anexo		Página.
1	Precipitación y temperatura media mensual durante el año 1990. Estación meteorológica Aeropuerto "A. C. Sandino", Managua	83
2	Análisis químico de suelo.....	85
3	Análisis físico de suelo.....	85
4	Valores de los componentes estructurales del rendimiento de semilla de <u>Andropogon gayanus</u>	85
5	Número de racimos por inflorescencia.....	86
6	Tamaño de los racimos.....	86
7	Peso de los racimos.....	87
8	Producción de semilla cruda.....	87
9	Resultado de las variables de calidad de la semilla.....	88
10	Plano de campo.....	89

1. INTRODUCCION.

A finales de la década de los 70's se iniciaron en Nicaragua las actividades de evaluación de germoplasmas forrajeros a través de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), establecida por el Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y las Instituciones Nacionales de varios países de Latinoamérica (Oporta, 1993).

Uno de los materiales forrajeros introducidos en Nicaragua fue la accesión Andropogon gayanus CIAT 621. Esta gramínea forrajera se conoce en Africa Occidental por su habilidad para sobrevivir a sequías de varios meses ya que retiene sus hojas verdes durante buena parte de la estación seca, y comienzan a rebrotar al inicio de las lluvias (Bowden, 1963; Bogdan, 1977; Rose-Innes, 1977, citados por Keller-Grein y Shultze-Kraft, 1989). Además posee una capacidad de crecimiento restringido durante el período seco. Contrario a esta especie, durante la estación seca, el resto de los pastos utilizados actualmente en el país detienen su crecimiento y se lignifican rápidamente¹.

Un buen número de productores y técnicos del país, están plenamente convencidos de las habilidades antes mencionadas para el pasto gamba. Debido a tales características, se ha convertido en una de las mejores alternativas forrajeras para las zonas secas y semi-húmedas del país.

¹OPORTA, J.A. 1995. (Comunicación personal).

En las regiones Pacífico y Central del país, existen grandes extensiones dedicadas a la actividad ganadera, predominando en ellas, especies de pastos nativas y naturalizadas. La mayoría de estas especies se lignifican rápidamente y detienen su crecimiento durante los meses de la época seca. Aunque en dichas zonas, el pasto gamba ha sido difundido ampliamente en los últimos cinco años, aquellas aún presentan un gran potencial para su propagación.

En estas zonas actualmente la producción de semilla de Andropogon gayanus CIAT 621 es una práctica realizada por los productores, con el principal propósito de mejorar sus pasturas mediante el aumento de la disponibilidad de semilla, para incrementar las áreas de pastoreo en sus fincas. Un considerable número de estos productores, obtienen cierto excedente de esta semilla el cual es destinado para la venta en el mercado local.

En el año 1990, la productividad promedio estimada de semilla cruda de pasto gamba, en áreas del Pacífico norte, Pacífico sur y Atlántico sur de Nicaragua, fué de 112 kg/ha. En estas áreas, la mayoría de los productores que se dedicaron a la actividad de producir semilla de pastos, no realizaron ninguna práctica cultural para el manejo del semillero, limitándose únicamente a efectuar un manejo adecuado de la cosecha y la semilla. La productividad de semilla cruda obtenida en estas regiones, resulta ser relativamente baja, cuando se compara con la productividad promedio de semilla cruda de pasto gamba de 243 kg/ha, obtenida en el mismo año en áreas del Pacífico central de Nicaragua, en las cuales se efectuaron prácticas para el manejo de semilleros, como: Corte de uniformidad y fertilización nitrogenada, así como las prácticas

recomendadas para la cosecha y manejo de la semilla².

Por otro lado, debido a la falta de instituciones y leyes que regulen la calidad de la semilla de pastos en Nicaragua, no se conoce con exactitud la calidad de la semilla de pasto gamba producida en el país, generando cierta incertidumbre acerca del estado de aquella³.

Para obtener una buena producción y calidad de semillas es importante la realización de prácticas adecuadas de manejo de las áreas destinadas para este propósito y de la semilla propia antes y después de la cosecha (Ferguson, 1991a).

Una de las prácticas agro-técnicas que contribuye a mejorar los rendimientos de semilla de pastos tropicales es la fertilización; al respecto, diversos autores coinciden en señalar que el nitrógeno es el elemento que limita en mayor proporción la producción de semilla de Andropogon gayanus y de los pastos tropicales en general (Paretas *et al.*, 1972; Gómez *et al.*, 1978; Brzostowski y Owen, 1966; Bilbao *et al.*, 1980).

Todo lo antes mencionado ofrece indicios para esperar que, la aplicación de fertilizante nitrogenado en las áreas de producción de semilla propia o semilla comercial, incremente grandemente la productividad de semilla de buena calidad de Andropogon gayanus.

²Oporta, J.A. 1993. Comunicación personal.

³Urbina, L.M. 1993. Comunicación personal.

Esto traería beneficios atractivos a los productores del país al disponer de mayores cantidades de semilla para incrementar las áreas de pastos dentro de sus fincas cada año y así empastar más rápidamente la totalidad de sus áreas de pastoreo. También esta práctica les favorecería en términos económicos, al aumentar la productividad y la producción de semilla de pasto gamba para fines comerciales, dentro del contexto del mercado interno de semilla y ante una eventual exportación, hacia un mercado potencial existente en el área Centroamericana.

Sin embargo, en Nicaragua se han realizado muy pocos trabajos que brinden información acerca del efecto de la dosis y el momento de aplicación del nitrógeno sobre la productividad y calidad de semilla de Andropogon gayanus CIAT 621.

Este estudio pretende generar información básica acerca de los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la productividad y calidad de semilla de Andropogon gayanus CIAT 621, que permita tener una idea de la producción potencial de semilla de esta especie.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo persiguió los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre los componentes estructurales del rendimiento de semilla (número de tallos reproductivos, longitud de panículas, tamaño, número y peso de los racimos) de Andropogon gavanus CIAT 621.
- Determinar la(s) mejor(es) combinación(es) de dosis y momento de aplicación de nitrógeno que tiene(n) efecto sobre el rendimiento de semilla cruda de Andropogon gavanus CIAT 621.
- Evaluar el efecto de la dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la calidad de semilla (% de pureza y % de germinación) de Andropogon gavanus CIAT 621.
- Evaluar en términos económicos el efecto de la dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de semilla de Andropogon gavanus CIAT 621.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. Importancia de la producción de semilla de especies forrajeras.

Las especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras tienen un papel clave, no solamente en la producción animal sino, en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Para que un productor se beneficie de estos potenciales usos es necesario en gran parte, que exista un suministro de semilla (como semilla botánica y/o material vegetal) accesible y continuo (Ferguson, 1991).

Uno de los factores que limita el desarrollo de los pastos en las condiciones tropicales es la disponibilidad de semillas. Se ha reconocido constantemente la necesidad de desarrollar una política impulsora de la producción y beneficio de la semilla. Esta debe crear las bases para una comercialización en cantidades suficientes con la calidad adecuada y satisfacer las necesidades a los productores y encargados del desarrollo pecuario en los países de América Latina (Pérez y Febles, 1988).

Por otro lado, se ha demostrado que el costo de siembra al emplear semilla botánica resulta más barato que con semilla agrícola (material vegetativo) (Padilla *et al.*, 1979, citados por Pérez y Febles, 1988).

Existen varios mecanismos para obtener la semilla necesaria por un ganadero o por un programa de evaluación de pasturas:

Donación, compra (mercado local o importación), producción propia, producción en compañía y producción por contrato (Ferguson, 1991a).

3.2. Ubicación taxonómica y distribución geográfica del pasto gamba.

3.2.1. Ubicación taxonómica.

La especie Andropogon gayanus Kunth pertenece a la tribu Andropogoneae situada dentro de la sub-familia Panicoideae de las gramíneas (Keller-Grein y Schultze-Kraft, 1989; Machado y Menéndez, 1979). Actualmente hay cuatro variedades botánicas reconocidas de Andropogon gayanus, cuyas características distintivas se basan especialmente en la pilosidad de las espiguillas: var. gayanus, var. tridentatus, var. polycladus, var. bisquamulatus (Clayton, 1972).

En 1973, el CIAT recibió una muestra de semilla de Andropogon gayanus var. bisquamulatus de la estación de investigación de Shika, en Nigeria. Esta línea (accesión CIAT 621) demostró ser muy exitosa y fué liberada posteriormente en varios países de América tropical (Ferguson et al., 1985).

3.2.2. Descripción botánica.

Andropogon gayanus es una gramínea perenne, erecta, macollada de porte alto, pudiendo llegar a alcanzar hasta dos metros de altura. A causa de los entrenudos cortos de sus rizomas y de su ramificación intravaginal, forma macollas hasta de un metro de

diámetro (Gonzalez y Gerardo, 1982; Keller-Grein y Schultze-Kraft, 1989).

Las láminas foliares son lineales-lanceoladas, agudas, y generalmente se adelgazan hacia la nervadura central, prominente en su base, formando un pseudopecíolo; son pubescentes en ambos lados. Generalmente la vaina presenta pilosidad densa en la base (Keller-Grein y Schultze-Kraft, 1989).

La inflorescencia consta de racimos pálidos en pares que forman una panícula falsa espatada. Los entrenudos y pedicelos del raquis son claviformes y ciliados a lo largo de ambos márgenes. Los racimos contienen aproximadamente 17 pares de espiguillas. Cada par de espiguillas está conformado por una espiguilla sésil y una pedicelada (González y Gerardo, 1982; Keller-Grein y Schultze-Kraft, 1989).

3.2.3. Distribución geográfica.

El Andropogon gayanus, conocido como pasto gamba o Sadabahar (India), es una especie africana de considerable importancia económica en Africa Occidental (Bowden, 1964a; de Leew y Brinckman, 1974); desde su introducción en Australia se ha mostrado como promisorio (Graham 1951; Reid y Miller, 1970).

Se conoce que en ensayos agronómicos es de fácil establecimiento, altamente productivo, palatable al ganado, compatible con leguminosas y muy resistente a tensiones de sequía, quemas y suelos problemáticos (Ademosun, 1974; Whyte et al., 1959;

Bowden, 1963; y Bogdan, 1977).

Andropogon gyanus var. bisquamulatus se conoce en Africa Occidental por su habilidad para sobrevivir a sequías de varios meses, ya que retiene sus hojas verdes durante buena parte de la estación seca y comienza a rebrotar rápidamente al inicio de las lluvias (Bowden, 1963a; Bogdan, 1977; Rose-Innes, 1977).

En estudios sobre la distribución en altitud geográfica y climática de Andropogon gyanus en Africa se obtuvo que se presenta casi exclusivamente entre las isoyetas de 400mm y 1500mm anuales (Bowden, 1964b).

La variedad bisquamulatus ha sido introducida en Colombia. Crece vigorosamente, con una distribución de lluvia bimodal de más de 1800 mm, anuales y con cinco meses de estación seca, y 2100 mm de lluvia anual (González y Gerardo, 1982).

Si se considera la distribución de Andropogon gyanus en Africa según la altitud, la gramínea es más vigorosa entre los cero y los 980 msnm. Más arriba de los 1970 msnm rara vez constituye un componente principal de una comunidad de plantas. La distribución de Andropogon gyanus también está limitada por las temperaturas bajas; la especie no se encuentra en regiones donde la temperatura media mínima del mes más frío es menor de 4.4 °C (Bowden, 1964b).

Andropogon gyanus se adapta a un amplio rango de tipos de suelos, incluyendo: suelos aluviales ricos (Barrault, 1973), de serpentina (Wild, 1974), oxisoles y ultisoles (CIAT,

suelo arenosos y arcillosos bien drenados y de fertilidad media y alta (Bowden, 1963).

3.3. Producción de semilla de pasto gamba.

3.3.1 Floración.

El Andropogon gavanus como otras Andropogoneas es una planta de días cortos (Evans, 1964). Es una especie de días cortos cuyo fotoperíodo crítico oscila entre 12 y 14 horas (Tompsett, 1976). La floración está intensificada por acortamiento de la duración del día de 12 a 8 horas o por exposición de las plantas viejas a tratamientos de días cortos (González y Gerardo, 1982). La temperatura óptima de floración es de 25°C y las temperaturas nocturnas inferiores a 20°C retrasan notoriamente la floración (Tompsett, 1976).

En Nigeria, las flores de ecotipos hacia el norte seco se abren más temprano que aquellas del sur lejano (Foster, 1962). Esto es probablemente una respuesta al fotoperíodo (Tompsett, 1976) y una adaptación a la estación corta de lluvias en el norte de Nigeria, ya que cada ecotipo inicia la floración en la fecha que coincide el final de la estación de lluvias en su sitio de colección (Foster, 1962).

La floración de esta gramínea suele permanecer en la planta durante 60 días aproximadamente (Foster, 1962). Por otro lado, la emergencia de la espiga dura 4 semanas (Mishara y Chatterjee, 1968). En Brasil, (latitud 15°S) se encontró que, el tiempo entre la primera floración y la madurez de cosecha, para Andropogon

gayanus cv. planaltina, se hallaba en un rango de 36 a 44 días (de Andrade et al., 1983). En Goiânia, Brasil (latitud 16°S), la madurez de cosecha ocurrió de 32 a 38 días después del inicio de la floración (Conde et al., 1984a).

En Cali (latitud 3°N), se encontró que la madurez de cosecha ocurrió a los 29 días después de la máxima floración (CIAT, 1980).

3.3.2. Prácticas culturales para el manejo de semilleros.

El manejo de un cultivo, se refiere a la aplicación de una combinación de prácticas y labores, basadas en la tecnología de producción y en el conocimiento acumulado a través de años de experiencia, para lograr metas de producción y calidad de las semillas. Finalmente, el manejo es especificar labores por cada especie, cada material y cada campo (Ferguson, 1991a).

Según Ferguson (1991a), los posibles objetivos en el manejo de semilleros de gramíneas son:

- Conservar la identidad y pureza genética del material.
- Lograr alto vigor en la fase vegetativa.
- Lograr una floración intensiva y sincronizada.
- Lograr una alta fructificación.
- Obtener semillas puras maduras con alta viabilidad.
- Obtener semillas con un mínimo contenido de malezas.
- Obtener semillas con mínima incidencia de enfermedades y plagas.

- Lograr un sistema de producción rentable: en kg/ha, kg/año ó C\$/ha.

3.3.2.1. Corte de uniformidad.

El corte se refiere a una defoliación parcial, en una época predefinida y seleccionada. Normalmente se realiza al principio del ciclo de rebrote del cultivo. El objetivo principal es promover un rebrote muy sincronizado de tallos florales y en algunos casos (como Andropogon gayanus) restringir la altura del cultivo en la época de madurez. Puede ser efectuado através de un pastoreo fuerte (por carga alta de animales) y restringido (por tiempo). Este ofrece un beneficio indirecto al multiplicador, a través de la ganancia de peso o la producción de leche, por parte de los animales (Ferguson, 1991a).

Otra forma para realizar el corte es mediante la utilización de una guadaña o segadora. El corte provoca más estrés a las plantas que el pastoreo, y puede provocar daño si se hace a una altura de corte muy baja. Un corte de uniformidad no debe ser confundido con un corte a ras de pastos de corte (Ferguson, 1991a).

Una combinación de pastoreo y, luego, un corte mecánico para uniformizar el campo, probablemente, es la mejor opción para realizar un mejor aprovechamiento del semillero (Ferguson, 1991a).

El corte se hace en una época planeada, según la época de inducción de la floración de los materiales. Obviamente esto implicaría experiencia previa en la misma región. Cortes hechos

demasiado temprano, pueden provocar un período prolongado de rebrote, y la posibilidad de volcamiento de las plantas, o una altura excesiva en la época de madurez. Por otro lado, un corte hecho demasiado tarde, no permite disponer de suficiente tiempo para que el cultivo desarrolle una fase vegetativa y reproductiva, para lograr un rendimiento alto de semilla. Normalmente con base en experiencia local, de cada región, se define una fecha promedio de retiro de los animales. La fecha final es ajustada de acuerdo a condiciones ambientales y específicas de cada año (Ferguson, 1991a).

3.3.2.2. Fertilización.

Normalmente el elemento más limitante en semilleros de gramíneas es el nitrógeno (Pérez y Febles, 1988). La época de aplicación, debe ser, bien temprano durante la fase vegetativa en el caso de semilleros recientemente sembrados o, debe ser, inmediatamente después del precorte en el caso de semilleros establecidos (Ferguson, 1991a).

Las tasas de aplicación están normalmente en el rango de 50-100 kg N/ha por cosecha. Obviamente la tasa aplicada depende del costo por kg de nitrógeno, la fertilidad del suelo, las condiciones ambientales, el estado del campo y el valor de la semilla (Ferguson, 1991a).

Otros elementos que pueden ser requeridos son: fósforo, azufre y potasio. Si hay evidencia de deficiencia es mejor aplicar en presembrado o en mantenimiento una vez por año, al principio del

ciclo de desarrollo (Ferguson, 1991a).

3.3.2.3 Control de malezas.

Las malezas pueden ser problemáticas durante la fase de establecimiento del semillero. Esto obliga un entendimiento claro de control integrado de malezas. Las prácticas más relevantes son:

- La selección de un campo sin historia de cultivos.
- El uso de herbicidas selectivos en preemergencia (como Atrazina).
- El uso de herbicidas no selectivos dirigidos (como Glifosfato contra manchas de gramíneas invasoras), y
- Herbicidas selectivos preemergentes (como 2,4 D-Amina, contra malezas de hoja ancha) (Ferguson, 1991a).

3.3.2.4. Usos alternativos del semillero.

El uso alternativo del semillero, como estrategia de manejo, se refiere a la aplicación de todas aquellas alternativas de uso que ayuden a reducir los costos de producción de semilla y/o a incrementar la rentabilidad de la inversión en una pastura mejorada que está utilizada temporal u oportunamente como semillero. Entre estas alternativas de uso se incluyen:

- Pastoreo.

Normalmente un semillero requiere de un manejo especial solamente durante una parte del año. Fuera de ésta época, el manejo más rentable es bajo pastoreo. Según la capacidad productiva de la pastura, el multiplicador puede definir una carga y duración del

pastoreo aproximada. También la estrategia de precorte de uniformización puede ser efectuada por medio de pastoreo hasta la fecha de retiro (Ferguson, 1991a).

- Heno.

A veces a partir de la cosecha de la semilla, los residuos de la cosecha y/o el material vegetativo de las plantas tiene un volumen y calidad suficiente para producir heno. Obviamente está implícita, en esta posibilidad, la disponibilidad de equipos (Ferguson, 1991a).

- Ensilaje.

En los últimos años, en Nicaragua, se ha impulsado la conservación del forraje de pasto gamba. Esta práctica se realiza al momento del corte de uniformidad y/o después de la cosecha de la semilla, a través de la técnica de los hornos forrajeros. Los resultados hasta ahora obtenidos, con productores de escasos recursos, han sido satisfactorios⁴.

3.4. Métodos de cosecha de la semilla.

La cosecha se refiere a las acciones de recolectar la máxima proporción de la semilla presente en el campo de multiplicación. Existen múltiples y diversos métodos para cosechar las diferentes especies de gramíneas forrajeras. Los métodos de cosecha más comunes son: Manual, recolección del suelo, golpeadora o batidora, parcialmente mecanizada y cosecha mecanizada (por cosechadora

⁴Fariñas, T.S. 1994. (Comunicación personal).

combinada⁵).

En cualquier discusión sobre metodología de cosecha, también deben ser consideradas las prácticas de post-cosecha por su estrecha relación con el método de cosecha utilizado (Ferguson, 1991b).

3.4.1. Cosecha manual.

Es el método usado tradicionalmente en América Latina para algunas gramíneas como: Hyparrhenia rufa, Panicum maximum, Dichanthium aristatum y Brachiaria decumbens (Ferguson, 1978). La semilla comercial obtenida por este método, frecuentemente se caracteriza por ser un producto muy crudo, es decir con alto contenido de material inerte y con una baja proporción de semilla pura (Ferguson, 1991b).

3.4.2. Recolección del suelo.

La recolección de semilla del suelo con fines comerciales, se efectúa en regiones con abundante mano de obra relativamente barata, o en épocas en que la semilla de algunas especies forrajeras alcanzan altos precios. La semilla cosechada de esta manera, casi siempre es vendida en mezcla con altas proporciones de suelo, arena y otro material vegetal. La viabilidad de la semilla es variable, pero puede ser relativamente alta debido, a la presencia de una proporción de espiguillas completamente maduras

⁵URBINA, L. M. 1994. (Comunicación personal).

(Ferguson, 1991b).

3.4.3. Golpeadora o batidora.

El término golpeadora o batidora se refiere a diferentes formas de máquinas, con las cuales se efectúa un desprendimiento de las espiguillas golpeando o frotando las inflorescencias. Es un método utilizado para, recolectar las espiguillas maduras directamente de las inflorescencias, sin necesidad de cortar el cultivo, lo que permite realizar varios pases de recolección. Se obtiene un material cosechado con una proporción relativamente alta de espiguillas maduras (Ferguson, 1991b).

3.4.4. Cosecha parcialmente mecanizada.

Existen diversas maneras para cosechar gramíneas que se sitúan en una escala intermedia, entre la cosecha totalmente a mano y la cosecha por combinada directa.

- Mecanización del Corte.

El corte de los tallos florales se puede efectuar utilizando máquinas segadoras.

- Mecanización de la Trilla.

Las inflorescencias cortadas (manual o mecánicamente) pueden ser sometidas a separación o trilla mecánica (Ferguson, 1991b).

3.4.5. Cosecha mecanizada.

La combinada moderna es una máquina cosechadora y su operación integra cuatro funciones básicas: Corte y entrega de los tallos florales; trilla inmediata; separación entre la semilla y la paja, y limpieza de la semilla (Ferguson, 1991b).

3.5. Etapas o actividades en el método de cosecha manual.

Normalmente la cosecha involucra tres etapas diferentes:

- Corte de las inflorescencias.

El corte de las inflorescencias se hace a mano, con machete o con una hoz, cortando las panículas a la altura en que se encuentra la lígula de la última hoja en la parte superior de la planta.

- Construcción de pilas con las inflorescencias o emparvado.

Para esta actividad, debe observarse que, los cosechadores realicen el apilado correcto del material. Generalmente, éstos, no tienen conciencia de la importancia que tiene esta labor para que la semilla resulte o no de buena calidad. Ferguson (1991b) señala que, pilas mal construídas y que mantienen la humedad por períodos excesivos dan como resultado pérdidas en la viabilidad de la semilla.

Hopkinson y English (1982), describen los procesos físicos y biológicos que ocurren durante el apilado, y utiliza el término 'sudado' para referirse a las condiciones que se suceden dentro de la estructura física de la pila. El término se refiere a un aumento

en la temperatura y un cambio en la composición atmosférica dentro de la pila. Ferguson (1991b) señala que, el sobrecalentamiento (temperaturas superiores a 50°C aproximadamente) causa daño en los embriones de las cariósides; además la reducción en la concentración de oxígeno y el incremento en la concentración de dióxido de carbono son también factores negativos para la viabilidad de los embriones. Por lo tanto es necesario construir las pilas de una forma que facilite el intercambio térmico y gaseoso.

Al mismo tiempo, es favorable mantener la humedad dentro de la pila; una humedad relativa alta alrededor de las inflorescencias favorece el desprendimiento natural de las espiguillas, especialmente aquellas que contienen una cariósida (las espiguillas llenas) (Ferguson, 1991b).

Las pilas de tallos cortados deben levantarse de manera ordenada, dándoles una inclinación proporcional a la probabilidad de las lluvias durante la fase de apilado, es decir, de horizontales en áreas más secas a casi verticales en áreas más lluviosas (Ferguson, 1989).

- Separación de las espiguillas (trilla).

En el caso de las inflorescencias de gramíneas forrajeras después de un período temporal de sudado, el empleo de la fuerza no es necesario y además es completamente negativo. Normalmente en la cosecha tradicional, se practica la separación con demasiada fuerza provocando el desprendimiento de una proporción muy alta de espiguillas sin cariósides (vanas) y espiguillas con cariósides

inmaduras. La mayoría de las espiguillas llenas ya están sueltas en ese momento, y el objetivo de la separación es exactamente ese, separar físicamente las espiguillas sueltas de los residuos de las inflorescencias (tallos y hojas) (Ferguson, 1991b).

Es recomendable efectuar algo de pre-limpieza durante la etapa de la separación por medio de una zaranda (o malla) horizontal o inclinada. Esta zaranda facilita la manipulación del material vegetal (pedazos de tallos, hojas e inflorescencias) y es posible efectuar una separación más completa de las espiguillas. De esta forma se evita o reduce, la necesidad de un acondicionamiento mecánico post-cosecha (Ferguson, 1991b).

3.6. Beneficio de la semilla.

Los objetivos del beneficio de la semilla son los siguientes: Mantener la viabilidad de la semilla, reducir su contenido de material inerte (malezas y otros componentes), y facilitar su manejo para almacenarla y sembrarla⁶.

El beneficio de la semilla de Andropogon gyanus es difícil a causa de las características de las espiguillas (aristas, espiguillas estériles, pubescencia) y la gran cantidad de material vegetativo (porciones de tallo, de hoja y de inflorescencia) que se hallan normalmente en los lotes de semilla cruda. Asimismo, en la semilla cosechada manualmente puede haber partículas de suelo y polvo. Si se aplica a la semilla un beneficio completo, la

⁶Programa de pastos, INTA. 1994. Carta tecnológica para el establecimiento y manejo del semillero y la semilla de pasto gamba. Managua, Nicaragua. INTA. (Sin publicar).

secuencia normal de operaciones es la siguiente: secado, prelimpieza o desbrozado, remoción de la arista, y limpieza y clasificación (García y Ferguson, 1984).

3.6.1. Secado.

El secado se refiere a la reducción del contenido de humedad en la semilla para facilitar su acondicionamiento y/o almacenamiento. Los métodos para efectuar el secado incluyen: Natural, exponiendo las semillas húmedas a los rayos solares y artificial, aplicando aire caliente o seco a las semillas húmedas (Ferguson, 1991b).

La mayor parte de la semilla que se comercializa no recibe beneficio mecánico. Después de la cosecha manual, la semilla cruda se traslada generalmente del campo hasta un área de secado, que quizás sea un patio de concreto. La tasa de secamiento y los riesgos de sobrecalentamiento se controlan valiéndose de la profundidad de la capa de semilla y de la frecuencia con que ésta se voltea. El secamiento no debe apresurarse y debe completarse, normalmente, en 2 a 4 días (Ferguson, 1989).

3.6.2. Prelimpieza o desbrozado.

A medida que transcurre el secamiento natural, se remueven manualmente grandes trozos de material vegetativo, acción que constituye una fase de prelimpieza o desbrozado. La operación alterna sería pasar la semilla por una zaranda inclinada y

vibratoria donde se lograrían resultados similares. En este estado se empacan en sacos y se venden casi todos los lotes de semilla (Ferguson, 1989).

3.6.3. Remoción de las aristas.

Cuando se requiere semilla de mayor pureza, lotes de semilla de menor volumen, mejores características de fluidez, o una presentación más refinada de la semilla, se hace necesario remover las aristas de las espiguillas. Un caso particular de esta situación fue, el suministro y la distribución de semilla básica durante el proceso de liberación de los derivados del cultivar Andropogon gyanus CIAT 621. Se construyó para este proceso un desaristador experimental que imitara una acción de frotamiento, mediante la cual la mayor parte de las espiguillas queden desaristadas y se logre la separación entre las espiguillas pediceladas estériles y las espiguillas sésiles fértiles (García y Ferguson, 1981).

3.6.4. Limpieza y clasificación.

Después del desaristado, el lote de semilla se hace pasar lentamente por una limpiadora convencional de aire y zarandas, la cual separa, parcialmente, las espiguillas sésiles de las pediceladas, las aristas, el polvo y el material vegetativo. La más eficiente es una limpiadora con zarandas largas y anchas y con sistemas de aspiración superiores e inferiores. Tanto en las operaciones de desaristado como de limpieza de la semilla se deben tomar medidas para controlar el polvo (Ferguson, 1989).

3.7. Almacenamiento.

El almacenamiento se refiere a las condiciones para conservar la calidad fisiológica de la semilla a través del tiempo. Las principales consideraciones son disponer y mantener la humedad ambiental y temperaturas mínimas, asociadas con condiciones higiénicas y de seguridad (Ferguson, 1991b).

El almacenamiento puede hacerse en cámara fría o en condiciones ambientales. El almacenamiento en cámara fría, incrementó la germinación de la semilla desde los 0 hasta los 12 meses de almacenada y fué superior el valor obtenido a los 12 meses; en el almacenamiento al ambiente, la germinación fué superior a los 2 meses y disminuyó en los meses posteriores (González y Torriente, 1985). Se ha demostrado el efecto beneficioso del almacenamiento frío en la germinación de gramíneas tropicales y se recomienda como un método eficiente para eliminar el estado dormático de la semilla, (Brzostowski y Owen, 1966; Febles y Padilla, 1975 y Bilbao *et al.*, 1978, citados por González y Torriente, 1985).

3.8. Análisis de calidad de la semilla de pasto gamba.

La calidad de la semilla es un término compuesto que se refiere a los diversos aspectos del lote de semilla y a la semilla pura contenida en éste. Estos aspectos pueden subdividirse para considerar la composición física del lote de semilla, las características fisiológicas de la semilla pura, y la identidad

genética del cultivar (CIAT, 1989).

Los objetivos de un análisis de semilla son medir la condición física y fisiológica de un lote de semillas, mediante pruebas de laboratorio (Ferguson, 1991c).

3.8.1. Tipos de análisis.

3.8.1.1 Prueba de Pureza.

La composición física de cualquier lote de semilla se define por el análisis de pureza, en el cual la separación se hace en los componentes 'semilla pura', 'materia inerte' y 'otras semillas', medidos en peso. En comparación con las gramíneas que no producen residuos, los lotes de semilla de Andropogon gyanus presentan contenidos altos y variables de materia inerte (60%-80%), y contenidos bajos y variables de semilla pura (20%-40%). Esta situación es un reflejo de, la extrema dificultad y el alto costo que supone separar la semilla pura de la materia inerte (espiguillas vacías, material de tallo y de hojas, polvo, etc.) (Ferguson, 1989).

Inicialmente, el análisis de pureza de la semilla de Andropogon gyanus era entorpecido por la dificultad de distinguir entre las espiguillas sésiles con una cariósida o sin ella, por las definiciones alternas de semilla pura, y por los medios empleados para lograr una separación física de las muestras. El CIAT (1980) presentó un enfoque original para el análisis de pureza; en él, se hace una determinación 'indirecta' del contenido de semilla pura (espiguillas sésiles con una cariósida) mediante

un procedimiento de tres pasos: i) Se estima el contenido de espiguillas sésiles (peso porcentual) en una muestra del lote de semillas; ii) Se estima el contenido de cariósides en una submuestra de las espiguillas sésiles (número porcentual); iii) Se calcula el contenido de semilla pura del lote de semilla mediante la fórmula:

$$\frac{\left(\frac{\text{contenido de espiguillas}}{\text{peso porcentual}} \right) \times \left(\frac{\text{contenidodecariósides}}{\text{númeroporcentual}} \right) \times 1.123}{100}$$

Donde:

1.123; es una constante, que representa una relación promedio predeterminada, fundada en el peso, entre las espiguillas con cariósida y las que no la tienen.

Este procedimiento, aunque aceptable para un programa local de multiplicación de semilla, carecía de la precisión requerida por un laboratorio que preste un servicio nacional de prueba de semillas.

Se decidió adoptar, siguiendo el trabajo de Larsen (1980), tanto el concepto como el término equivalente de semilla pura 'ajustada' (en lugar de 'indirecta'), y hacer además, una determinación específica para la muestra, respecto a la relación de peso entre las espiguillas con cariósida y aquellas que no la tienen. Desde esa época, el Programa de Pastos Tropicales del CIAT ha utilizado este método ajustado para determinar la pureza de la semilla (Sánchez y Ferguson, 1986); en él, la materia inerte se calcula así: [materia inerte = 100 - (semilla pura + otras semillas)].

El método ajustado, para la determinación de la semilla pura, tiene la ventaja adicional, de separar las carióspsides individuales, lo que permite hacer luego estimaciones del peso unitario de esas carióspsides y de las proporciones de semilla pura madura e inmadura. La frecuente aparición de semillas inmaduras en la fracción de semilla pura -definida por la International Seed Testing Association (ISTA, 1985) como 'espiguillas sésiles que contienen una carióspside de cualquier tamaño'- así, como la calidad fisiológica muy baja de las semillas inmaduras (Hopkinson y English, 1985), hacen que el método ajustado para determinar la semilla pura, sea doblemente útil, y que deba aplicarse como práctica estándar en las determinaciones de calidad de Andropogon gayanus (CIAT, 1989).

3.8.1.2. Pruebas de viabilidad y germinación.

Estas pruebas dan, un estimativo sobre el potencial o capacidad de un lote de semillas, para desarrollar plántulas en base a una prueba de laboratorio. Prueba de germinación, viabilidad total, viabilidad en tetrazolio, emergencia, vigor, peso-unidad (Ferguson, 1991c).

El carácter fisiológico 'semilla pura,' incluye, los aspectos viabilidad en tetrazolio, germinación, y latencia (en inglés, dormancy). Como ocurre con todas las semillas, los valores de la viabilidad son muy altos en la madurez fisiológica, y luego, tienden a disminuir dependiendo de los valores iniciales y de las condiciones de almacenamiento. En condiciones de almacenamiento favorables, la germinación se mantuvo durante dos años (Cordero y

Oliveros, 1983b). Otros experimentos, indican reducciones aceleradas en la germinación, especialmente en condiciones húmedas y cálidas, en que la pérdida de germinación ha sido casi total después de 12 meses (CIAT, 1984b.; Conde et al., 1984b.; Cordero y Oliveros, 1983a).

Los lotes de semilla individuales, en especial, inmediatamente después de la cosecha, varían en sus valores de viabilidad y de germinación; esto se refleja en variaciones en el contenido de semilla pura, en la proporción de semilla pura totalmente madura, y en la presencia de latencia. Los valores de germinación de la semilla pura de Andropogon gayanus se hallan normalmente en el rango de 30% a 60%. El tamaño o peso unitario de las carióspsides, puede variar considerablemente, y tanto el tamaño de las carióspsides como la germinación de la semilla, parecen estar corelacionadas positivamente. Aunque no hay datos precisos, sobre las proporciones de semilla pura inmadura, los lotes de semilla de Andropogon gayanus contienen probablemente una proporción de inmadurez similar a la que Hopkinson y English (1985) encontraron en Panicum maximum. Estos autores hallaron que, las semillas inmaduras representaban, en promedio, 40% de la fracción de semilla pura, y que los valores de germinación, viabilidad y emergencia en el campo de la semilla inmadura, fueron muy bajos, en comparación con los de la semilla pura madura.

La latencia en la semilla fresca ha sido demostrada por dos hechos: por un aumento de hasta nueve meses después de la cosecha en el tiempo de germinación (CIAT, 1984b), y porque, solamente 57% de las semillas viables germinaron en agua, a los dos meses después

de la cosecha (Eira, 1983). Las aplicaciones de nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico ($\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{O}_6$), que se hacían variar en el tiempo, fueron efectivas para reducir la latencia (Eira, 1983). Cuando se remueven las glumas, la lema y la palea de las carióspsides, se registra también un gran aumento en la germinación (Cordero y Oliveros, 1983b).

3.8.1.3. Cálculo de índices compuestos.

Dado que los principales componentes de la calidad, tanto físicos (contenido de semilla pura) como fisiológicos (viabilidad y germinación), son de tal variabilidad, el papel que desempeñan los índices compuestos de calidad de la semilla es muy útil. Tales índices son: la semilla pura que germina y la pura viable (en porcentaje), y las unidades germinables y viables (cuya unidad es número por kilogramo). Una comparación exploratoria del valor que tienen esos índices para, predecir en general, la emergencia en el campo de plántulas procedentes de diferentes lotes de semilla arrojó resultados similares (CIAT, 1989).

Como es natural la información en forma individual de la condición física y fisiológica de un lote de semillas no es suficiente para interpretar si una semilla es de "buena o mala calidad". Es necesario, entonces, integrar ambos conceptos y de esta manera generar mediciones "híbridas", los más útiles son: semilla pura germinable, semilla pura viable, unidades germinables, unidades viables (Ferguson, 1991c).

3.8.2. Utilización de los datos de los análisis.

3.8.2.1. Utilización directa.

Existen múltiples posibilidades para utilizar los datos de análisis de semilla. Actualmente, la gran mayoría de los resultados son utilizados, principalmente, para averiguar el cumplimiento o no, de las normas mínimas para la comercialización de la semilla. Dentro de las empresas de semillas bien desarrolladas, y dentro de los programas de investigación, existen múltiples aplicaciones adicionales para los resultados de análisis de semilla, especialmente en el contexto de control de calidad interna. En este sentido, los resultados de análisis como; humedad, viabilidad en tetrazolio, pureza, germinación, emergencia, pueden contribuir a decisiones en actividades diversas como acondicionamiento, almacenamiento, mercadeo, o definición de densidades de siembra (Ferguson, 1991c).

3.8.2.2. Utilización integrada en programas de control de calidad.

Para establecer requisitos mínimos (o patrones de calidad) para la comercialización de semilla, comúnmente se nombran uno o varios componentes de calidad, (como contenido de semilla pura, germinación y/o valor cultural), y luego se establecen valores o patrones (mínimos o máximos) de cada uno. En Colombia, las normas para semilla seleccionada de especies forrajeras están definidas en términos de Semilla Pura Germinada Mínima (SPG % mín.), y los valores están definidos para cada especie y cultivar (Ferguson, 1991c).

3.8.2.3. Uso de semilla pura germinable (SPG) o valor agronómico en cálculos de densidades de siembra de gramíneas brozosas.

Es importante mencionar el origen y el carácter compuesto de semilla pura germinable, el cual es, un valor híbrido entre dos componentes contrastantes, porque es; el producto de un valor de Semilla Pura (SP), con unidades de porcentaje en peso, y Germinación (GER), con unidades de porcentaje en número. Por lo tanto, matemáticamente semilla pura germinable no tiene unidades útiles, aparte de ser un porcentaje con utilidad relativa solamente.

Obviamente, la densidad de siembra apropiada, para cualquier lote de semillas, debe suministrar una cantidad mínima de semilla pura germinable, suficiente para establecer una población de plantas adecuada bajo condiciones normales. Esta cantidad mínima de semilla, para especies de gramíneas brozosas, se ha determinado mediante investigaciones y/o experiencias en el campo, en varios lugares y años, y con distintos lotes de semillas comerciales, y se ha llegado a la conclusión de que, se puede establecer un lote de una hectárea, en condiciones normales, con 2 kg/ha de semilla pura germinable. En el mercado, especies brozosas como Andropogon gavanus, Hyparrhenia rufa, Dichanthium aristatum, son disponibles en formas muy variables de presentación, lo que dificulta la definición de un valor real, como en el cálculo de densidades apropiadas de siembra (Ferguson, 1991c).

3.9. Efecto de la aplicación de nitrógeno en la producción de semilla botánica de pastos tropicales.

Según Salinas (1984), citado por Pérez y Febles (1988) debe reconocerse que, la investigación de fertilizantes en base a estudios específicos para producir semilla de pastos tropicales, deja mucho que desear. Y que la poca investigación, se ha concentrado en el uso de macronutrientes; entre ellos, el nitrógeno ha sido el nutrimento más estudiado, seguido por el fósforo.

Generalmente todas las gramíneas responden a la fertilización nitrogenada. El nitrógeno es uno de los factores que posee mayor influencia sobre la producción de semilla, ya que, no solamente en algunos pastos tropicales adelanta la floración, sino que influye sobre los componentes del rendimiento (Pérez y Febles, 1988; Gómez *et al.*, 1978). Las gramíneas responden al nitrógeno produciendo una mayor densidad de tallos florales (N^2/m^2). Esto puede promover altos rendimientos de semilla pura. Los efectos del nitrógeno en la calidad de la semilla son variables, pero normalmente no tiene efectos (Ferguson, 1991c).

Las áreas sembradas para la producción de semilla responderán, generalmente, a los fertilizantes en proporción a la fertilidad natural del suelo. Los nutrimentos que darían una respuesta son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las cantidades de nutrimentos que se requieren sólo pueden calcularse, mediante la investigación y las experiencias a nivel local (Ferguson, 1989).

La eficiencia de la fertilización nitrogenada depende de varios factores, como el tipo de suelo, su riqueza, el clima, el riego, el tipo de planta y el año de explotación del campo de semilla (Pérez y Febles, 1988). Salinas (1984) demostró el efecto del tipo de suelo en la eficiencia de la fertilización nitrogenada en Cenchrus ciliaris. Señala que tanto en Cuba como en Australia, hay respuestas a la dosis de nitrógeno, y mientras que, en Cuba ocurre hasta los 160 kg N/ha, en Australia lo es a los 240 kg N/ha. Salinas (1984) concluye que, la mayor eficiencia al emplear nitrógeno en el suelo Australiano que en el Cubano, hay que buscarla en las diferencias de los respectivos contenidos de materia orgánica en ambos suelos (3.3% de MO en el latosol de Cuba y 1% en el suelo aluvial inceptisol de Australia).

Ferguson (1989) señala que, las cantidades que causarían respuestas económicas favorables, varían según muchos factores, como la fertilidad natural del suelo, los costos del fertilizante, y el valor de la semilla.

Mejía et al., (1978) citados por Pérez y Febles (1988) observaron efectos positivos del nitrógeno sobre la cantidad de tallos generativos y la producción de semilla en Panicum maximum. Asimismo, Gómez et al., (1978) en producción de semilla de cuatro gramíneas, observaron que, el número de espigas/m² se incrementaba con las aplicaciones mayores de nitrógeno, al mismo tiempo, encontraron como promedio 48 kg de semilla más por el incremento del nivel de fertilizante de 200 a 400 kg N/ha.

Los pastos van reduciendo su producción de semilla a medida que envejecen aún con la aplicación del nitrógeno. Estas disminuciones bruscas del rendimiento, con la edad respecto a los primeros años, constituyen una respuesta típica para muchos pastos tropicales, y dependen más bien de las características genéticas de la planta. Muchas veces, las siembras del primer año, responden menos a las aplicaciones de nitrógeno que las más viejas, aspecto que ha sido observado por otros investigadores en diversas condiciones geográficas y con diferentes gramíneas pratenses (Pérez y Febles, 1988). Esto fué demostrado por Pérez et al., (1984) trabajando en la producción de semilla de pasto guinea cv. likoni, y lo reportado por Pérez y Febles (1988) sobre una investigación realizada en Brachiaria decumbens en Cuba. En ambos trabajos, se encontró que el efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la producción de semilla fué más notorio en el segundo año que en el primer año de la siembra, lo cual se atribuye a un alto contenido inicial de materia orgánica y nitrógeno en el suelo.

En el caso específico del pasto gamba, se dispone de muy poca información acerca de la influencia de la aplicación de nitrógeno sobre la producción de semilla. Hagggar (1966) citado por Ferguson (1989) y González y Gerardo (1982) informa que en Nigeria, aplicaciones de 168 kg de N/ha incrementaron el número de inflorescencias por floración. En estos suelos, el rendimiento de semilla se triplicó con la aplicación de 224 kg N/ha (de 25 a 75 kg de semilla sin trillar por hectárea), incremento asociado con una mayor densidad (13 a 36 inflorescencias/m²), y la altura de la inflorescencia (1.7 a 2.3m). Por otra parte, Ferguson (1989) reporta que comercialmente en Brasil, el rango de aplicaciones de

nitrógeno, relacionadas con respuestas económicas positivas en el rendimiento de semilla, oscila entre 50 y 75 kg N/ha.

Respecto al momento de aplicación del nitrógeno, en la producción de semilla de pastos tropicales, Ferguson (1989; 1991a) señala que, la época de aplicación debe ser bien temprano durante la fase vegetativa en el caso de semilleros recientemente sembrados, o debe ser, inmediatamente después del corte de uniformidad en el caso de semilleros establecidos.

La dosificación del nitrógeno es importante para lograr altas producciones de semilla; la práctica y los resultados de la investigación indican que esto no puede resolverse con una fórmula de solución única, puesto que, la especie y los cultivares son decisivos en esta respuesta (Pérez y Febles, 1988).

Conde (1982) presenta resultados, en Hyparrhenia rufa y Panicum maximum, que expresan comportamientos diferentes; mientras que el primero mostró una respuesta más eficiente al nitrógeno cuando se aplicó en el período de floración, la guinea la logró cuando se fertilizó a los 30 días de establecida.

Humphreys y Riveros (1986) plantean que, si se aplica parte del nitrógeno al comienzo de la temporada vegetativa y otra parte en el desarrollo, pueden ajustarse más los niveles a las necesidades del cultivo. Se insiste en aplicaciones en las fases vegetativas para garantizar la proliferación de tallos generativos, pero existen respuestas positivas con fertilizaciones en la fase reproductiva.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización del ensayo.

4.1.1. Ubicación geográfica.

El presente estudio se dividió en dos fases: La primera se realizó durante el período de Septiembre a Diciembre de 1990 finalizando con la cosecha y medición de la producción de semilla cruda. La segunda fase inició en Enero de 1991 con la realización del análisis de pureza, y concluyó en Abril del mismo año con la realización de la prueba de germinación. El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Pastos y Forrajes del Programa Nacional de Pastos "Santa Rosa" del Ministerio de Agricultura y Ganadería, ubicado al norte de la comunidad de Sabana Grande, municipio de Managua.

Las coordenadas geográficas del Centro son: 86° 9' 36" Longitud Oeste y los 12° 8' 15" Latitud Norte, la elevación es de 56 msnm (Ineter 1987).

4.1.2. Clima.

La zona presenta una época seca bien definida durante los meses de Noviembre a Mayo. La precipitación media anual es de 1132.07 mm. La temperatura media anual es de 27.08 °C con una humedad relativa promedio anual de 73.2% (Ineter, 1990).

La precipitación total durante el año en que se realizó el presente trabajo fué de 755.5 mm. La temperatura media fué de 27.1 °C y una humedad relativa media de 74% (Ineter, 1990).

4.1.3. Suelos.

El área experimental se ubicó en un lote de 3.5 ha; el suelo de éste lote es de textura franca, pertenece al grupo taxonómico de los Inceptisoles (Catastro e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua, 1971). Presenta las características químicas siguientes: pH en agua=7.2; P=0.37 ppm; M.O.=2.85%; N=0.14% y K=0.33 meq/100 gr de suelo (Laboratorio de Suelos y Agua, Universidad Nacional Agraria).

4.2. Manejo del Ensayo.

4.2.1. Manejo de las parcelas durante el ensayo.

En el mes de Septiembre de 1990 se realizó el corte de uniformidad en toda el área experimental. Inmediatamente después de éste corte, se aplicó urea (46%) en las parcelas correspondientes al primer momento de aplicación de nitrógeno. Posteriormente, se aplicó el fertilizante a las parcelas correspondientes al segundo y tercer momento de aplicación, a los 20 y 40 días después del corte de uniformidad respectivamente.

4.2.2. Manejo del semillero antes de la cosecha.

El ensayo se llevo a cabo en un lote de producción de semilla de Andropogon gayanus CIAT 621, establecido en 1980. En este lote, no se realizó ninguna práctica de fertilización, ni de control de malezas y plagas, hasta antes del corte de uniformidad.

Con el propósito de promover un rebrote uniforme de las macollas, lograr una mayor sincronización de la floración y de la madurez, para cosecha, y evitar que la altura de las plantas, al momento de la misma, fuera muy grande, se realizó un corte de uniformidad el 17 de Septiembre de 1990 con una silo-cosechadora, dejando el pasto a una altura de 10 cm.

Durante todo el período experimental se realizaron visitas constantes al campo, para detectar daños por insectos al follaje o a las semillas, y lograr controlarlos en el momento oportuno. Sin embargo; esto no ocurrió, y no hubo necesidad de relizar aplicaciones de insecticidas.

4.2.3. Cosecha de la semilla.

La cosecha fue realizada a los 94 días después del corte de uniformidad. Para determinar la fecha de corte de las inflorescencias, se realizaron visitas periódicas al área experimental, con el propósito de detectar el momento óptimo de madurez de la semilla en el campo, mediante las siguientes técnicas:

- Observaciones en los cambios de coloración de las espiguillas. Desde verde al inicio de la floración, hasta gris ceniza en el momento en que se decidió cosechar;

- Al sobar los racimos sin presión, las espiguillas se desprendieron fácilmente;

- Se tomaron espiguillas en la palma de la mano y al frotarlas, los carióspsides quedaban en ella.

El corte de las inflorescencias se hizo a mano (con machete),

inmediatamente después las parvas se colocaron en sacos y se almacenaron bajo techo por siete días. Esto con el propósito de que, la semilla sufriera un proceso de sudado para facilitar el desprendimiento de las espiguillas maduras de los racimos. Además permitir la madurez de aquellas que no habían alcanzado este estado a la cosecha. Posteriormente se realizó el aporreo de la semilla golpeando las panículas unas contra otras.

Luego la semilla se colocó por cinco días a la sombra, sobre un piso de cemento, donde se removi6 constantemente para lograr un secado uniforme. Después de los cinco días, se tomaron muestras de la semilla para determinar su contenido de humedad en el laboratorio; colocando las semillas en un horno a 75°C por 72 horas y verificar que ésta había alcanzado la humedad requerida (9%-16%) para su almacenamiento (González y Torrientes, 1985). La semilla se almacenó en bolsas de papel kraft, en un lugar dotado de techo.

4.3. Variables y su forma de medición.

4.3.1 Componentes estructurales del rendimiento.

Este término se refiere a las mediciones de las estructuras de la inflorescencias que sostienen las espiguillas: Número de Tallos Reproductivos por Macolla, Longitud de la Panícula, Número de Racimos por Inflorescencia, y Longitud y Peso de los Racimos.

4.3.1.1. Número promedio de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea NTRT.

Se consideraron como tallos reproductivos, aquellos que presentaban racimos bien formados. Dentro del área útil de cada parcela se tomaron cinco macollas y se les contó el número de tallos reproductivos que poseía cada una de ellas. Posteriormente, este dato se multiplicó por el promedio general de macollas por hectárea para obtener la variable Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (Miles y Grof, 1989).

4.3.1.2. Longitud de Panículas (LP).

Dentro del área útil de cada parcela, se tomaron al azar cinco inflorescencias; y se les midió la longitud a partir de la lígula de la última hoja, en la parte superior de la planta hasta la parte apical de la panícula (Haggar, 1966).

4.3.1.3. Número de Racimos por Inflorescencia (NRI).

Fuera del área útil de cada parcela se tomaron tres inflorescencias fijas, y se procedió a contarles el número de racimos que conformaban cada inflorescencia (Miles y Grof, 1989).

4.3.1.4. Tamaño y Peso de los Racimos (TR y PR).

Para estas mediciones, se tomaron dos racimos de cada una de las mismas inflorescencias fijas, utilizadas para la medición del número de racimos por inflorescencia. La longitud se midió con

cinta métrica, y el peso, mediante una balanza analítica (Keller-Grein y Schultze-Kraft, 1989).

4.3.2. Cobertura.

Esta se determinó a través del número de macollas cosechadas por área útil en cada repetición. Posteriormente, éste dato se ajustó a número de macollas por hectárea, cuyo promedio general se utilizó para la obtención de la variable Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.

4.3.3. Rendimiento de semilla cruda.

Después que la semilla fué aporreada y secada, se tomaron muestras de ella para determinar su porcentaje de humedad en el laboratorio. Una vez que la semilla alcanzó el porcentaje de humedad óptimo (9%-12%) para su almacenamiento, se pesó la semilla producida dentro del área útil en cada repetición (Ferguson, 1989).

4.3.4. Calidad de semilla.

4.3.4.1. Prueba de pureza

Los análisis de semilla pura se realizaron por el método de pureza ajustada descrito por Sánchez y Ferguson (1986).

4.3.4.2. Prueba de germinación.

La prueba de germinación se realizó cuatro meses después de la cosecha en panas de germinación, utilizando como sustrato, arena

colada y esterilizada. Esta prueba se realizó en base a semilla pura, utilizando 100 semillas llenas por sustrato (Ferguson, 1989). Para ésta prueba, se tomaron muestras de semilla de cada una de las repeticiones, y luego se mezclaron para obtener una muestra homogénea de cada tratamiento.

4.3.4.3. Valor cultural.

El Valor Cultural, se calculó a partir de los porcentajes de Semilla Pura y Germinación de la semilla, siguiendo la metodología descrita por Ferguson (1991c).

4.4. Análisis Estadístico.

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar, con arreglo bifactorial y tres repeticiones (Cochran y Cox, 1983). Para el factor dosis de nitrógeno, se utilizaron cuatro niveles (25, 50, 75, y 100 kg/ha de N), y para el momento de aplicación, se utilizaron tres niveles: 0, 20 y 40 días después del corte uniformidad. Como fuente de nitrógeno se utilizó urea al 46%. Se incluyó un tratamiento testigo sin aplicación de nitrógeno.

Las unidades experimentales, consistieron en parcelas de 3x2m (6m²), con un área útil de 2m,² para lo cual se eliminó 0.5 m de borde a cada lado.

Para analizar las variables en estudio se utilizaron los siguientes modelos estadísticos:

Modelo I, en el cual se incluye el tratamiento testigo

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde;

Y_{ij} = La producción de la j-ésima parcela a la que se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Error aleatorio.

$i = 1, \dots, 13.$

$j = 1, 2, 3.$

Modelo II, en el cual no se incluye el tratamiento testigo

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \tau_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde;

Y_{ijk} = La producción de la k-ésima parcela a la que se le aplicó la i-ésima dosis en el j-ésimo momento.

μ = Media general.

α_i = Efecto de la i-ésima dosis de nitrógeno.

β_j = Efecto debido al j-ésimo momento de aplicación.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción entre los factores, nivel de nitrógeno y momento de aplicación.

τ_k = Efecto del k-ésimo bloque.

ϵ_{ijk} = Error aleatorio.

$i = 1, 2, 3, 4.$

$j, k = 1, 2, 3.$

Para el análisis estadístico de las variables de calidad de semilla: porcentaje de Semilla Pura, porcentaje de Germinación y

Valor Cultural, se realizó la prueba de "Z", para la diferencia de proporciones (Johnson, 1991).

4.5. Análisis económico.

Con el fin de establecer y comparar, los costos de producción y el beneficio económico de los tratamientos evaluados en este ensayo, se realizó un análisis de presupuestos parciales, según el método propuesto por Dillon y Hardaker (1980).

Los presupuestos parciales, para cada tratamiento, se basaron en el promedio de los costos variables por hectárea, que se afectaron como producto de la aplicación de nitrógeno y su relación con el ingreso bruto.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Componentes estructurales del rendimiento.

En el Anexo 4 se presentan los valores promedios de los efectos de la combinación de las dosis y los momentos de aplicación del nitrógeno, sobre los componentes estructurales del rendimiento de semilla de Andropogon gayanus CIAT 621. En este cuadro se puede observar que para las variables, Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea y Longitud de las Panículas los mayores resultados se obtuvieron con las dosis de 50, 75, y 100 kg N/ha, aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad. También, puede observarse que, para ambas variables los valores mínimos se obtuvieron con el tratamiento testigo (0 kg N/ha). En el caso de las variables; Número, Tamaño y Peso de los Racimos, no hubo una tendencia claramente definida en el comportamiento de los resultados y las diferencias entre tratamientos fueron ligeras.

5.1.1. Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (NTRT).

Para la variable Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea, se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. En el Cuadro 1, se presentan los resultados de este análisis de varianza, en el cual se incluyó el tratamiento testigo.

Cuadro 1. Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	827588641026.0	13.77	0.0001**	30.82
Tratam.	12	322530965812.0	5.36	0.0002**	
Error	24	60118196581.2	14.87		
Total	38				

** Altamente significativo ($P < 0.01$).
ns No significativo.

En el Cuadro 2, se presentan los resultados del análisis de varianza de los efectos simples de las dosis de Nitrógeno y los diferentes momentos de aplicación. Así como, de la interacción dosis por momento de aplicación, para la variable, Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.

Cuadro 2. Análisis de varianza de los efectos simples y de la interacción de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	789512861111.0	12.15	0.0003**	30.41
Dosis	3	316324518519.0	4.87	0.0096**	
Momento	2	893939527778.0	13.75	0.0001**	
DosxMom	6	46982046296.3	0.72	0.6358ns	
Error	22	65004891414.1			
Total	35				

** Altamente significativo ($P < 0.01$).
ns No significativo.

El análisis de varianza, revela diferencias significativas ($P < 0.01$) de efecto de las dosis y momentos de aplicación de nitrógeno sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.

A través de diversos trabajos, se ha demostrado el efecto positivo de la aplicación de nitrógeno sobre los componentes estructurales del rendimiento de semilla de Andropogon gayanus, y otros pastos tropicales. Hagggar (1966), citado por González y Gerardo (1982) y Ferguson (1989), reportó que en Shika, Nigeria, aplicaciones de 168 y 224 kg N/ha, incrementaron el número de inflorescencias de Andropogon gayanus por unidad de área. Mejía et al., (1978), citado por Pérez y Febles (1988), y Gómez et al., (1978) en trabajos con otras especies de pastos tropicales, observaron que, la mayor influencia de la aplicación de nitrógeno sobre los componentes estructurales del rendimiento, fué en el número de tallos generativos por hectárea.

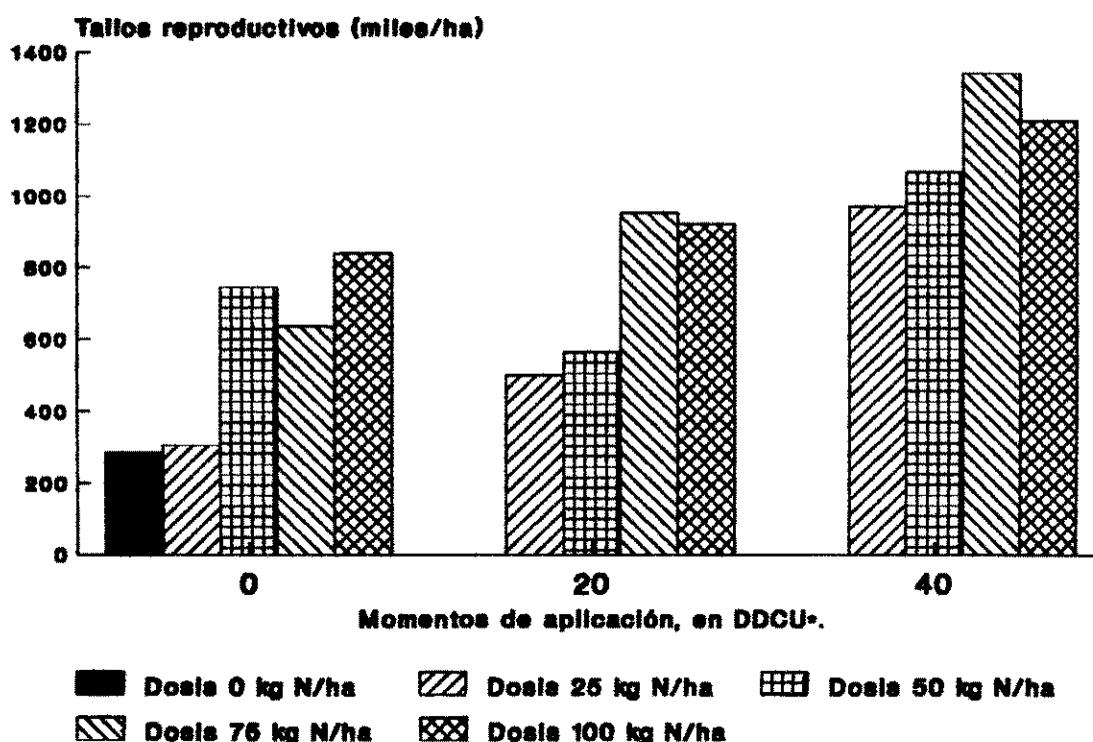
Prueba de Tukey.

Los resultados de la prueba de rangos múltiples de Tukey se presentan en el Cuadro 3. Los mayores valores promedios de tallos reproductivos totales se obtuvieron para los niveles de 100 kg N/ha, con (991.0 miles de tallos reproductivos/ha), y para 75 kg N/ha, con (977.6 miles de tallos reproductivos/ha), (Figura 1). Sin embargo, estos no tuvieron diferencias significativas ($P > 0.05$) con el valor promedio observado para el nivel de 50 kg N/ha (792.2 miles de tallos reproductivos/ha). El menor valor promedio de tallos reproductivos totales por hectárea, se obtuvo con el nivel de 25 kg N/ha (592.1 miles de tallos reproductivos/ha), aunque estadísticamente, este valor no difiere significativamente ($P > 0.05$) del valor obtenido con la dosis de 50 kg N/ha, pero si de las demás dosis.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de Tukey para los efectos simples de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (NTRT).

Dosis (Kg N/ha)	NTRT (miles/ha)	Momentos (DDCU)	NTRT (miles/ha)
100	991.0 a*	40	1,147.7 a
75	977.6 a	20	735.3 b
50	792.2 ab	0	631.8 b
25	592.1 b		

* Los valores en una misma columna, con la misma letra no difieren significativamente entre ellos a un nivel de significancia del 0.05, según la prueba de Tukey.



*DDCU: Días después del corte de uniformidad

Figura 1. Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.

Respecto al momento de aplicación del nitrógeno, el mayor valor promedio de tallos reproductivos totales, resultó ser para el

momento a los 40 días después del corte de uniformidad; 1,147.7 miles de tallos reproductivos/ha), el cual fué diferente significativamente ($P < 0.05$) de los otros momentos; 0 y 20 días después del corte de uniformidad. Estos resultados, parecieran contradecir las recomendaciones de Ferguson (1989). Quien insiste, en aplicaciones inmediatamente después del corte de uniformidad, para garantizar la proliferación de tallos generativos. No obstante, cabe mencionar que Ferguson (1989), en Brasil, entre los 15° y 16° Latitud Sur, recomienda la realización de este corte, de 8 a 10 días, antes del inicio de la floración. Esto es, aproximadamente equivalente, al momento de aplicación a los 40 días después del corte de uniformidad.

La respuesta más eficiente al momento de aplicación de nitrógeno, a los 40 días después del corte de uniformidad, puede deberse a un mejor ajuste de los niveles de N a las necesidades del cultivo durante la fase reproductiva, planteado por Humphreys y Rivero (1986).

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de la prueba de Tukey para las medias de los efectos de los tratamientos sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea. En este se puede observar que el valor más alto fué para la combinación de la dosis de 75 kg N/ha aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad. De manera general, los tratamientos en que se combinaron las diferentes dosis de nitrógeno con el momento de aplicación a los 40 días después del corte de uniformidad, fueron los que generaron los mayores valores para esta variable.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de Tukey para los efectos de los tratamientos sobre el Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea (NTRT).

Tratamientos (DosxMom)		NTRT (miles/ha)
75	40	1,343.3 a
100	40	1,210.3 a b
50	40	1,066.3 a b
25	40	970.7 a b c
75	20	953.3 a b c
100	20	922.7 a b c
100	0	840.0 a b c
50	0	746.0 a b c
75	0	636.0 a b c
50	20	564.3 b c
25	20	500.7 b c
25	0	305.0 c
0	0	283.7 c

* Letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

5.1.2. Longitud de Panículas (LP).

Los resultados del análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la Longitud de las Panículas (Cuadro 5), revelan que existen diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos estudiados, dentro de los cuales se incluyó el tratamiento testigo (sin fertilización).

Cuadro 5. Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la Longitud de Panículas.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	328.08	7.60	0.003**	10.62
Tratam.	12	107.01	2.48	0.028*	
Error	24	43.18			
Total	38				

** Altamente significativo ($P < 0.01$).

* Significativo ($P < 0.05$).

Estas diferencias entre tratamientos, están influenciadas mayormente por los efectos simples de los momentos de aplicación, más que por las dosis de nitrógeno, tal como se puede observar en el Cuadro 6. En este Cuadro, se presentan los resultados del análisis de varianza, de los efectos simples de las dosis de nitrógeno y los diferentes momentos de aplicación, y del efecto de interacción dosis por momento de aplicación, sobre la Longitud de las Panículas.

Cuadro 6. Análisis de varianza de los efectos simples de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la Longitud de Panículas.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	271.37	5.90	0.009**	10.85
Dosis	3	42.52	0.93	0.445ns	
Momento	2	184.40	4.01	0.033*	
DosxMom	6	100.63	2.19	0.083ns	
Error	22	45.96			
Total	35				

** Altamente significativo ($P < 0.01$).

* Significativo ($P < 0.05$).

ns No significativo.

Se observa que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los momentos de aplicación del nitrógeno para la variable longitud de panículas, pero no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los efectos de las dosis de nitrógeno. Este resultado coincide con lo reportado por Gómez *et al.*, (1978), quienes encontraron que el nitrógeno no influyó significativamente sobre la longitud de las inflorescencias de Cenchrus ciliaris cvs. biloela y formidable.

Prueba de Tukey.

En el Cuadro 7, se presentan los resultados de la prueba de rangos múltiples de Tukey, para los efectos simples de las dosis y momentos de aplicación de nitrógeno sobre la Longitud de las Panículas.

Cuadro 7. Resultados de la prueba de Tukey para los efectos simples de los factores dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la Longitud de Panículas (LP).

Dosis (Kg N/ha)	LP (cm)	Momentos (DDCU)	LP (cm)
50	65.13 a	40	65.55 a
75	63.27 a	20	63.83 ab
25	61.33 a	0	58.07 b
100	60.20 a		

* Los valores en una misma columna con la misma letra no difieren significativamente entre ellos a un nivel de significancia del 0.05, según la prueba de Tukey.

Se puede observar que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$), entre los efectos de las dosis de nitrógeno, aunque la dosis de 50 kg N/ha presenta una ligera ventaja sobre las otras dosis. Respecto a los momentos, se puede observar que, el mayor efecto del momento de aplicación del nitrógeno sobre la longitud de las panículas, ocurrió con las aplicaciones a los 40 y 20 días después del corte de uniformidad, no encontrándose diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ambos momentos. De lo anterior se desprende que, el efecto del nitrógeno sobre la longitud de las panículas, se encuentra influenciado más por el momento de aplicación, que por la dosis del mismo. Posiblemente, esto se deba a que, la aplicación de nitrógeno en momentos próximos al inicio de la floración, permiten suministrar oportunamente, las cantidades de

nitrógeno requeridas para la elongación de los tallos florales. Humphreys y Rivero (1986), plantean que si se aplica parte del nitrógeno al comienzo de la temporada vegetativa, y otra parte en el desarrollo, pueden ajustarse más los niveles a las necesidades del cultivo.

Los resultados de la prueba de Tukey para los efectos promedios de tratamientos sobre la Longitud de Panículas (Cuadro 8), revelan que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$), entre tratamientos, sin embargo, se puede observar de manera general que las aplicaciones de nitrógeno a los 20 y 40 días después del corte de uniformidad favorecen el tamaño de las panículas.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para los efectos de tratamientos sobre la Longitud de Panículas (LP).

Tratamientos (DosxMom)		LP (cm)	
50	40	72.40	a
75	40	71.53	a
100	20	67.20	a
50	20	64.87	a
25	0	63.07	a
25	20	63.00	a
100	40	60.33	a
75	20	60.27	a
50	0	58.13	a
75	0	58.00	a
25	40	57.93	a
0	0	54.33	a
100	0	53.07	a

* Letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

5.1.3. Número de Racimos por Inflorescencia (NRI), Tamaño de Racimos (TR) y Peso de Racimos (PR).

Para las variables Número de Racimos por Inflorescencia, Tamaño de Racimos y Peso de Racimos, (Cuadro 9), se presentan los valores del nivel de significancia de las diferentes fuentes de variación. Los resultados completos de los análisis de varianza se presentan en los Anexos 5, 6 y 7.

Cuadro 9. Resultados resumidos de los análisis de varianza para los componentes estructurales del rendimiento: Número de Racimos por Inflorescencia, Tamaño de los Racimos, y Peso de los Racimos, (NRI, TR, y PR).

F. de V.	Niveles de significancia (Pr>F)		
	NRI	TR	PR
Bloque	0.681 ns	0.673 ns	0.648 ns
Dosis	0.296 ns	0.280 ns	0.930 ns
Momento	0.219 ns	0.616 ns	0.399 ns
Dos x Mom	0.536 ns	0.625 ns	0.378 ns

ns No significativo.

Los niveles y momentos de aplicación de nitrógeno, no tuvieron efecto significativo ($P > 0.05$) sobre los otros componentes estructurales del rendimiento evaluadas en este trabajo (Número de Racimos por Inflorescencia, Tamaño de Racimos y Peso de Racimos). Esto, puede deberse a que estas variables expresan una condición genética inherente a la especie. Keller-Grein y Schultze-Kraft (1989), describen la inflorescencia de esta especie, como una panícula falsa espatada, que consta de racimos en pares de 4 a 9 cm de longitud, y que contienen, aproximadamente, 17 pares de espiguillas. CIAT (1981) citado por Miles y Grof (1989) en un estudio sobre la variación genética de Andropogon gayanus dentro de

la acceción CIAT 621, reporta una media poblacional de 16.2 racimos por panícula. Los resultados obtenidos en este trabajo, para el número promedio de racimos por inflorescencia (15.4), y la longitud promedio de los racimos (6.5), son similares a los reportados por los autores antes mencionados.

5.2. Rendimiento de Semilla Cruda (SCH) y Semilla Pura (RSP) por Hectárea.

Los resultados del análisis de varianza de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea, en el Cuadro 10, demuestran que existen diferencias significativas ($P < 0.01$), entre los tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	79778.268	16.83	0.0001**	29.52
Tratam.	12	36901.779	7.79	0.0001**	
Error	24	4739.513			
Total	38				

** Altamente significativo ($P < 0.01$)
 ns No significativo.

Los resultados del análisis de varianza de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de Semilla Pura por Hectárea, no se incluyen en esta discusión debido al alto coeficiente de variación para este modelo, (43%) lo cual nos indica que no podemos generar conclusiones veraces acerca del efecto de los tratamientos sobre esta variable.

El análisis de varianza de los efectos simples de los factores y del efecto de interacción, cuadros 11 y 12, sobre los rendimientos de Semilla Cruda y Semilla Pura por Hectárea, sugiere que las diferencias entre tratamientos estuvieron influenciadas mayormente por los efectos significativos ($P < 0.05$), de las dosis y los momentos de aplicación de nitrógeno, y no se encontró que hubiera efecto significativo ($P > 0.05$), de interacción entre las dosis y los momentos de aplicación de nitrógeno para ambas variables de rendimiento.

Cuadro 11. Análisis de varianza de los efectos simples de los factores dosis y momentos de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	70364.564	13.78	0.0001**	29.28
Dosis	3	31339.142	6.14	0.0034**	
Momento	2	128101.168	25.08	0.0001**	
DosxMom	6	6211.959	1.22	0.3353ns	
Error	22	5106.955			
Total	35				

** Altamente significativo ($P < 0.01$)

ns No significativo.

Cuadro 12. Análisis de varianza de los efectos simples de los factores dosis y momentos de aplicación de nitrógeno sobre el Rendimiento de Semilla Pura por Hectárea.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	16001.084	13.15	0.0002**	28.89
Dosis	3	7677.828	6.31	0.0030**	
Momento	2	36271.215	29.80	0.0001**	
DosxMom	6	1056.102	0.87	0.5339ns	
Error	22	1217.24			
Total	35				

** Altamente significativo ($P < 0.01$)

ns No significativo.

El aumento en los rendimientos de semilla obtenidos en este ensayo, por efecto de la aplicación de nitrógeno, estuvo asociado a un aumento del número de tallos florales. Estas respuestas a la aplicación de nitrógeno, tienen su explicación en lo expresado por Chailakhyan (1968) citado por Humphreys (1975). Quien señala que, las plantas de días cortos, como Andropogon gayanus, parecen necesitar una intensificación del metabolismo del nitrógeno para la formación floral, a diferencia de las plantas de días largos. Estas últimas se benefician de la intensificación del metabolismo de los carbohidratos para la formación de tallos reproductivos.

Prueba de Tukey.

Los resultados de la prueba de Tukey (Cuadro 13) confirman que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$), entre los efectos de las dosis de nitrógeno sobre los Rendimientos de Semilla Cruda y Semilla Pura por Hectárea, encontrándose que únicamente la dosis de 25 kg N/ha fué menor a todas las demás. Los mayores valores para ambas variables se registraron con la dosis de 75 kg N/ha (294.8 kg de semilla cruda/ha y 150.69 kg de semilla pura/ha), aunque estos valores no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$) con los valores de las dosis de 50 y 100 kg N/ha. En la Figura 2, se presenta el comportamiento de los efectos de las dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea para cada uno de los momentos estudiados; cabe destacar que para la variable Rendimiento de Semilla Pura la tendencia fué similar a la que se puede observar ocurrió con la semilla cruda.

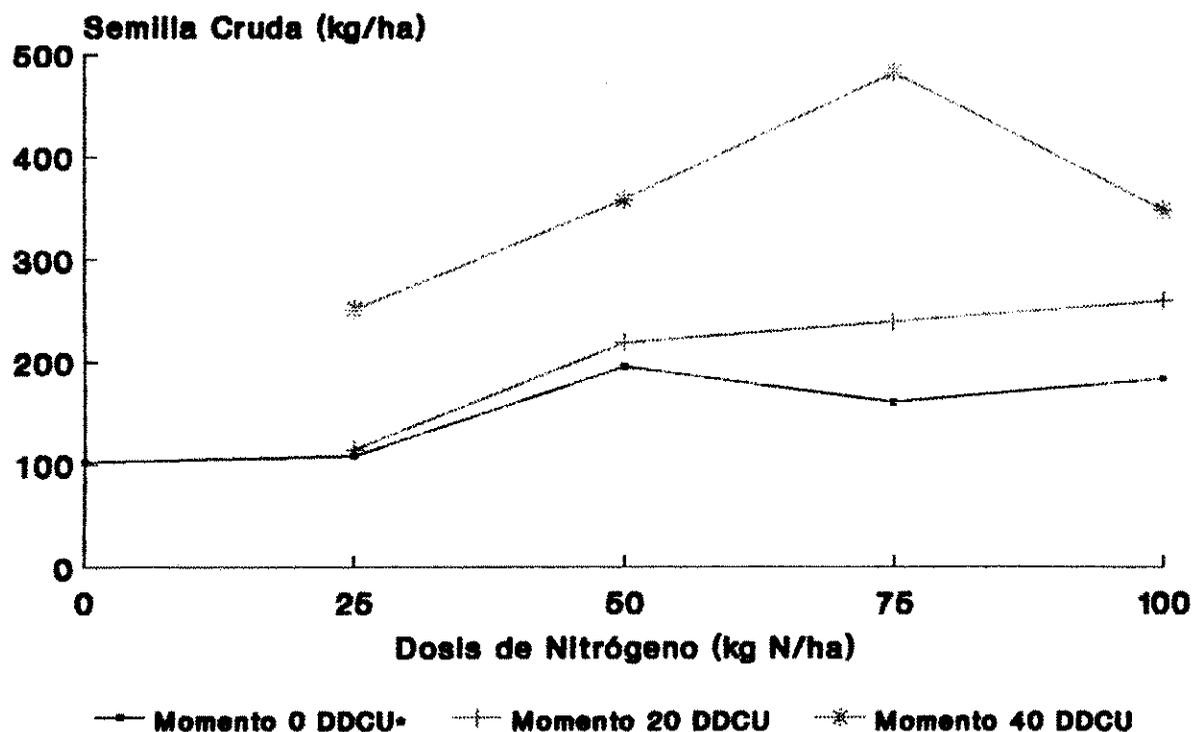
Cuadro 13. Resultados de la prueba de Tukey para las variables Rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea (SCH) y Rendimiento de Semilla Pura por Hectárea (RSP).

Dosis (kg N/ha)	SCH (kg/ha)	RSP (kg/ha)	Momento (DDCU)	SCH (kg/ha)	RSP (kg/ha)
75	294.8 a	150.69 a	40	360.4 a	180.87 a
50	258.2 a	126.67 a	20	208.8 b	108.25 b
100	264.4 a	124.93 ab	0	163.0 b	73.06 b
25	158.9 b	80.62 b			

* Los valores en una misma columna con la misma letra no difieren significativamente entre ellos a un nivel de significancia del (0.05), según la prueba de Tukey.

El incremento de los rendimientos de semilla, con el aumento de la dosis de nitrógeno encontrado en este trabajo, coincide con los resultados de otros investigadores en diferentes pastos tropicales, como los de, Gómez et al., (1978), trabajando con pasto Buffel (Cenchrus ciliaris cvs. biloela y formidable), y Paretas et al., (1972), trabajando con guinea común (Panicum maximum Jacq), y green panic (Panicum maximum var. trichoglume) obtuvieron diferencias significativas en la producción de semilla, al incrementar las dosis de nitrógeno de 200 a 400 kg/ha.

Sin embargo, Ferguson (1991a), Pérez y Febles (1988), señalan que la respuesta a las aplicaciones de nitrógeno dependen del nivel inicial de nitrógeno en el suelo.



*DDCU: Días después del corte de uniformidad

Figura 2. Rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea.

Ferguson (1991a), señala que la aplicación de nitrógeno en gramíneas puede promover altos rendimientos de semilla pura. Ferguson (1989; 1991a), señala que en Brasil, el rango de aplicaciones de nitrógeno relacionados con respuestas económicas positivas, en el rendimiento de semilla de *Andropogon gyanus*, oscila entre, 50 y 75 kg N/ha. Para los momentos, se observa claramente, la diferencia significativa de las parcelas aplicadas a los 40 días después del corte de uniformidad, con respecto, a las aplicadas a los 0 y 20 días.

Humphreys (1975), plantea que, si se aplica parte del nitrógeno al inicio del crecimiento vegetativo y parte en el

desarrollo de la cosecha, le da al productor más oportunidad para ajustar los niveles de fertilización, a las necesidades del cultivo.

En el Cuadro 14, se presentan los resultados de la prueba de Tukey, para las medias de los efectos de tratamientos sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea, en el cual el mejor tratamiento resulta ser la combinación de la dosis 75 kg N/ha aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad. Asimismo, estos resultados demuestran que los mejores efectos de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de Semilla Cruda se obtienen con las aplicaciones a los 20 y 40 días después del corte de uniformidad.

Cuadro 14. Prueba de Tukey para las medias de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea (SCH).

Tratamientos (DosxMom)		SCH (kg/ha)
75	40	482.62 a
50	40	358.72 a b
100	40	348.17 a b
100	20	260.25 b c
25	40	252.08 b c
75	20	239.88 b c
50	20	219.47 b c
50	0	196.32 b c
100	0	184.73 b c
75	0	161.90 b c
25	20	115.40 c
25	0	109.08 c
0	0	102.70 c

* Letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

5.3. Calidad de Semilla.

En el Anexo 9, se presentan los valores promedios de las variables de Semilla Pura (SP), Germinación (GER) y Valor Cultural (VC) de la semilla de Andropogon gayanus CIAT 621, para cada uno de los tratamientos estudiados.

5.3.1. Semilla Pura (SP).

En el Cuadro 15, se presentan los resultados de la prueba de "Z", para la diferencia de proporciones para la variable Semilla Pura.

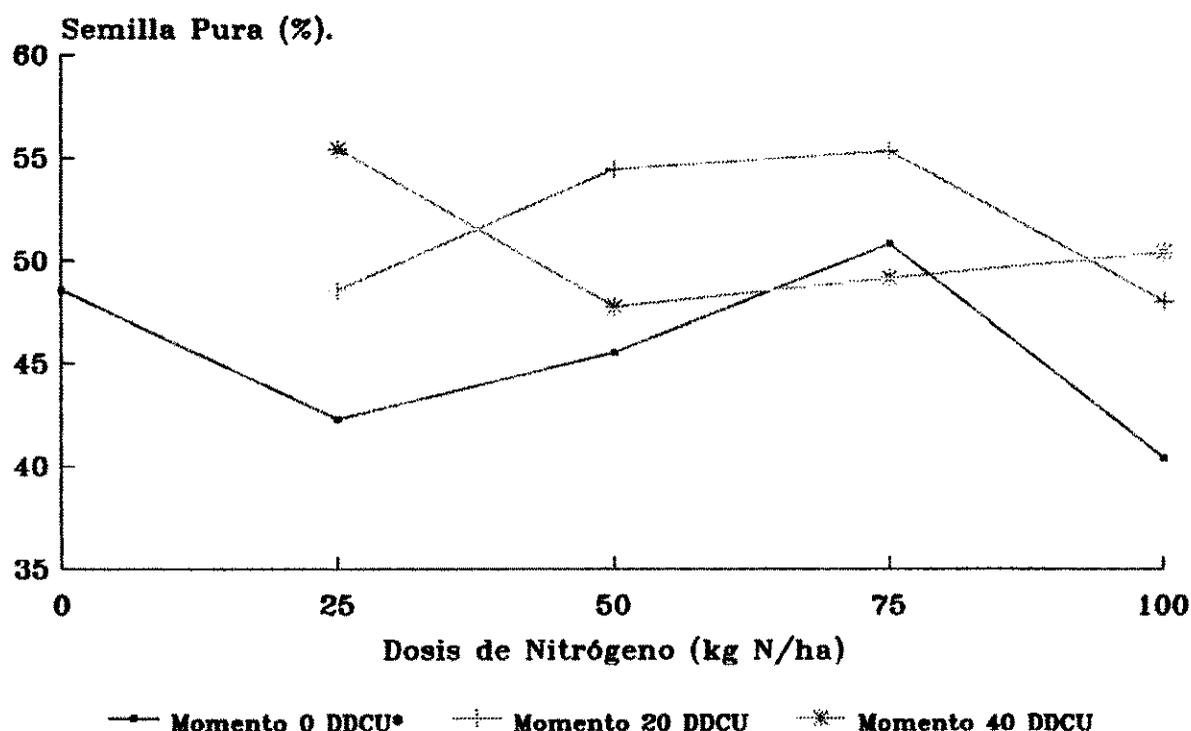
En el caso de la semilla pura (SP), se puede observar que los mayores valores promedio se presentan para los tratamientos T4 y T9. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$), entre éstos, y los tratamientos T1, T3, T6, T8, T10 y T13.

Cuadro 15. Resultados de la prueba de "Z" para la diferencia de proporciones para la variable Semilla Pura (SP).

Tratamientos (DosxMom)			SP (%)
T4	25	40	55.43 a
T9	75	20	55.31 a
T6	50	20	54.43 a b
T8	75	0	50.78 a b c
T13	100	40	50.38 a b c
T10	75	40	49.14 a b c d
T1	0	0	48.57 a b c d
T3	25	20	48.55 a b c d
T12	100	20	47.97 b c d
T7	50	40	47.72 b c d
T5	50	0	45.53 c d e
T2	25	0	42.26 d e
T11	100	0	40.36 e

* Letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

En la Figura 3, se presentan los valores de porcentaje de Semilla Pura para las diferentes dosis de nitrógeno y los tres momentos de aplicación. Se puede observar que, a los 20 y 40 días después del corte de uniformidad, se presentan los mayores valores de pureza. Con respecto a las dosis, no se aprecia una tendencia clara de los valores de pureza de semilla.



*DDCU: Días después del corte de uniformidad.

Figura 3. Porcentaje de Semilla Pura.

5.3.2. Porcentaje de germinación (GER).

En el Cuadro 16, se presentan los resultados de la prueba de "Z", para la diferencia de proporciones para la variable Porcentaje

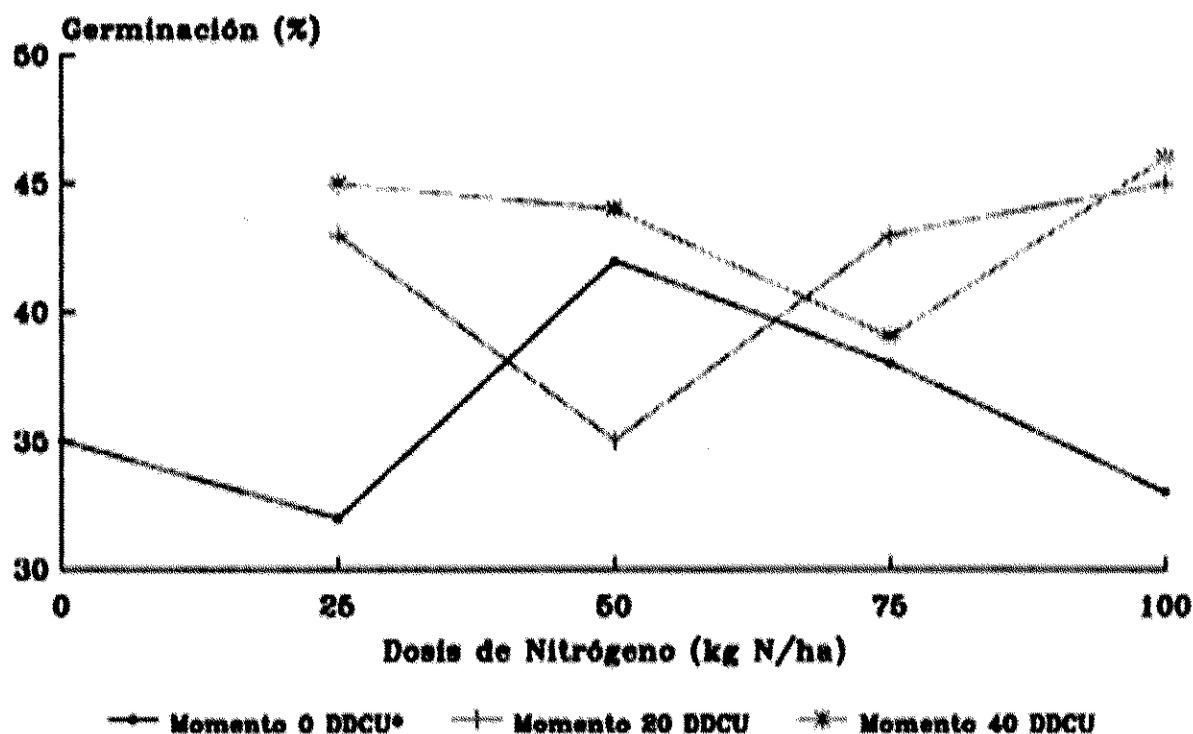
de Germinación (GER).

Cuadro 16. Resultados de la prueba de "Z" para la diferencia de proporciones de la variable porcentaje de germinación (GER).

Tratamientos (DosxMom)			GER (%)
T13	100	40	46 a
T12	100	20	45 a b
T4	25	40	45 a b
T7	50	40	44 a b
T3	25	20	43 a b
T9	75	20	43 a b
T5	50	0	42 a b c
T10	75	40	39 a b c d
T8	75	0	38 b c d e
T1	0	0	35 c d e
T6	50	20	35 c d e
T11	100	0	33 d e
T2	25	0	32 e

* Letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

Para el porcentaje de Germinación, los resultados fueron tan contrastantes como para el porcentaje de Semilla Pura. Los mayores resultados se obtuvieron con los tratamientos T4, T12 y T13. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$), entre estos, y los tratamientos T3, T5, T7, T9 y T10. Esta tendencia irregular, mostrada para el porcentaje de germinación, se puede apreciar más claramente en la Figura 4.



*DDCU: Días después del corte de uniformidad

Figura 4. Porcentaje de Germinación

5.3.3. Valor cultural (VC).

En el Cuadro 17, se presentan los resultados de la prueba de "Z", para la diferencia de proporciones para la variable Valor Cultural (VC).

Cuadro 17. Resultados de la prueba de "Z" para la diferencia de proporciones de la variable Valor Cultural (VC).

Tratamientos (DosxMom)			VC (%)
T4	25	40	25.00 a
T9	75	20	23.78 a
T13	100	40	23.17 a b
T12	100	20	21.58 a b
T7	50	40	21.00 a b
T3	25	20	20.87 a b
T8	75	0	19.29 a b c
T10	75	40	19.16 a b c
T5	50	0	19.12 a b c
T6	50	20	19.05 a b c
T1	0	0	17.00 b c
T2	25	0	13.52 c
T11	100	0	13.31 c

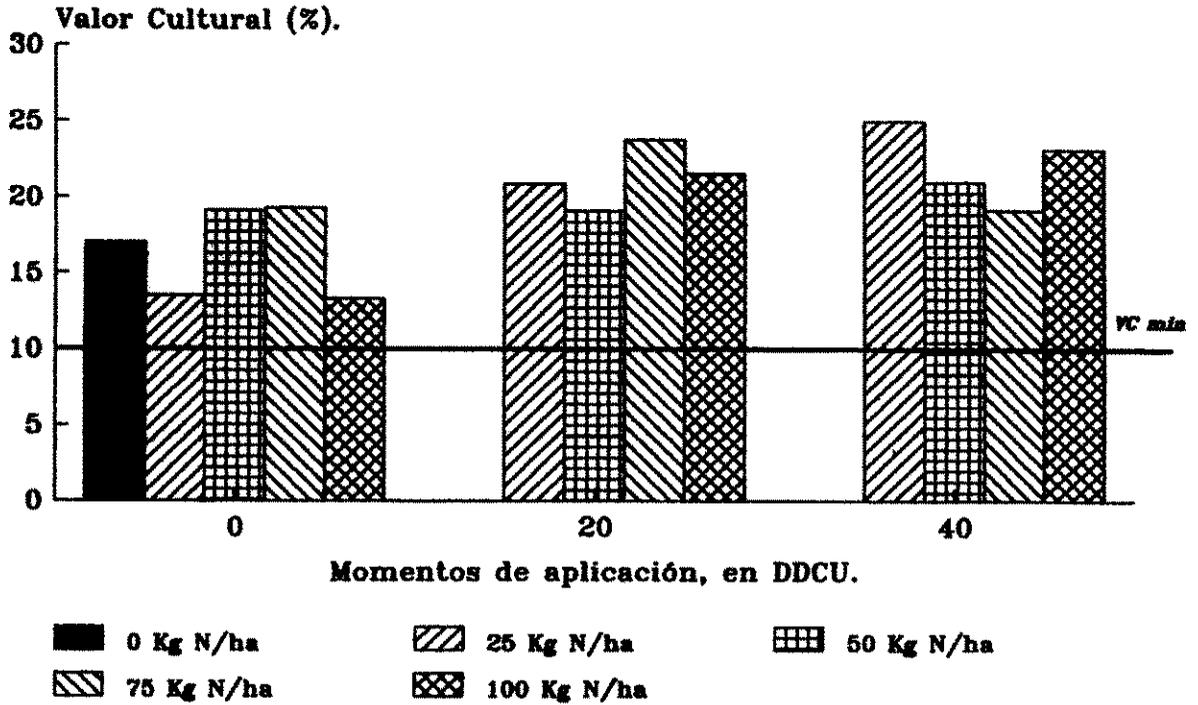
* Letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

En el caso del valor cultural, la tendencia es similar a las dos variables anteriores (porcentaje de semilla pura y porcentaje de germinación), lo cual era de esperarse ya que es un índice compuesto producto de ambas variables (Ferguson, 1991c).

Este comportamiento irregular, en el efecto del nitrógeno sobre los parámetros de calidad de la semilla (Semilla Pura, Germinación y Valor Cultural), coincide con lo reportado por Ferguson (1991c). Quien afirma que los efectos del nitrógeno en la calidad de la semilla son variables, pero normalmente no tiene efecto. Cameron y Mullaly (1969) y Grof (1969), citados por Humphreys (1975), no encontraron una relación consistente entre la calidad de la semilla y el nivel de nitrógeno para Cenchrus ciliaris y Brachiaria mutica respectivamente.

En la Figura 5, se presentan los porcentajes de Valor Cultural para los diferentes tratamientos. Se puede observar que, los

valores culturales encontrados, están por encima del Valor Cultural mínimo (VC mín. -10%-) establecido en las legislaciones de Brasil y Colombia, para el pasto gamba (Ferguson, 1991c).



*DDCU: Días después del corte de uniformidad.

Figura 5. Valor Cultural de la Semilla.

5.4. Análisis económico.

El análisis económico se realizó mediante la técnica de presupuestos parciales (Cuadro 18). Se observó que, el margen bruto de ingreso (beneficio parcial presentado en % del ingreso total), fué en promedio, 9.31 unidades porcentuales, mayor para el

tratamiento sin fertilización, con respecto a todos los tratamientos en los que se utilizó fertilizante. Sin embargo, en términos de beneficio monetario (US \$/ha), en promedio, todos los tratamientos fueron un 131% mayor que el tratamiento testigo, excepto la dosis 25 kg N/ha aplicados al momento del corte de uniformidad.

Por otro lado, el margen bruto de ingreso para todas las dosis fué mayor con la aplicación del fertilizante a los 40 días después del corte de uniformidad, que en las aplicaciones a los 0 y 20 días después del corte de uniformidad. Igualmente, el beneficio monetario generado por las aplicaciones de nitrógeno fué mayor para las dosis aplicadas a los 40 días después del corte de uniformidad, que en las aplicaciones a los 0 y 20 días después del corte de uniformidad.

De todos los tratamientos evaluados, el mayor beneficio monetario se obtuvo con la dosis de 75 kg N/ha aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad (US \$ 1,111.10/ha); en orden descendente, le siguen las dosis de 50 y 100 kg N/ha aplicados a los 40 días después del corte de uniformidad los cuales tuvieron mayor beneficio monetario (US \$ 831.20 y US \$ 765.10, respectivamente para los 50 y 100 kg N/ha), que los 10 tratamientos restantes.

Cuadro 18. Análisis de Presupuestos parciales.

Momentos de aplicación (DDCU)*	0					20				40			
	0	25	50	75	100	25	50	75	100	25	50	75	100
Dosis (Kg N/Ha)													
Ingresos:													
Producción de semilla (Kg/ha)	102.70	109.08	196.32	161.90	184.73	115.40	219.47	239.47	260.25	252.08	358.72	482.62	348.17
Precio de la Semilla (US\$/Kg) ^a	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
Ingreso total (US\$/Ha)	249.60	265.10	477.10	393.40	448.90	280.40	533.30	582.90	632.40	612.60	871.70	1,172.80	846.10
Costos variables involucrados:													
Compra de Urea (US\$/Ha) ^b	0.00	19.30	38.57	57.86	77.15	19.30	38.57	57.86	77.15	19.30	38.57	57.86	77.15
Mano de obra (US\$/ha) ^c	0.00	1.93	1.93	3.887	3.87	1.93	1.93	3.87	3.87	1.93	1.93	3.87	3.87
Total de costos variables involucrados (US\$/Ha).	0.00	21.23	40.50	61.73	81.02	21.23	40.50	61.73	81.02	21.23	40.50	61.73	81.02
Beneficio parcial:													
En US\$/Ha	249.60	243.87	436.60	331.70	367.90	259.17	492.80	521.20	551.40	591.40	831.20	1,111.10	765.10
En porcentaje del ingreso total	100.00	92.00	91.50	84.30	82.00	92.40	92.40	89.40	87.20	96.50	95.40	94.70	90.40

*DDCU: Días después del corte de uniformidad

^a Precio de venta de la semilla en el mercado local para el mes de febrero de 1995.

^b Precio de compra de la urea en el mercado local en el mes de febrero de 1995 (US\$ 0.35/Kg de urea)

^c Costo por aplicación de urea (US\$ 2.76/D/H)

Nota: Tasa de cambio oficial por dólar: \$7.24 x US\$ 1

6. CONCLUSIONES.

Tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales se realizó el presente estudio, se concluye:

- El principal efecto del nitrógeno sobre los componentes estructurales del rendimiento de semilla de Andropogon gayanus CIAT 621, fué sobre el número de tallos reproductivos totales por hectárea, lo cual influyó sobre los rendimientos de semilla cruda.
- Los mejores efectos sobre el número de tallos reproductivos totales por hectárea, se obtuvieron con la dosis de 75 kg N/ha, y el momento de aplicación a los 40 días después del corte de uniformidad.
- La longitud de las panículas se aumentó con el momento de aplicación del nitrógeno más próximo al inicio de la floración.
- La dosis y momento de aplicación de nitrógeno, no tuvieron efecto sobre el número, tamaño y peso de los racimos.
- El nitrógeno es aprovechado más eficientemente para la producción de semilla cruda cuando se aplica en momentos próximos al inicio de la floración.
- En cuanto a los parámetros de calidad de la semilla, la variabilidad de los resultados obtenidos en este trabajo, dificultó el discernimiento acerca de los efectos de los tratamientos sobre la pureza, germinación y valor cultural, por lo que, asumimos que las diferencias encontradas entre los tratamientos son aleatorias.

- Los beneficios monetarios por hectárea, que genera la producción de semilla de pasto gamba, son mayores con la aplicación de nitrógeno que con la no aplicación, logrando incrementarse dichos beneficios con las aplicaciones de nitrógeno próximas al inicio de floración (a los 20 y 40 días después del corte de uniformidad).

7. RECOMENDACIONES

- Debido a la variabilidad en los resultados del efecto de la dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la calidad de semilla de pasto gamba, se sugiere la realización de trabajos similares que permitan confirmar los resultados obtenidos a través del presente estudio.

- Se recomienda la realización de trabajos similares al presente estudio en otras zonas consideradas propicias para la producción de semilla de pasto gamba.

- Se recomienda continuar las investigaciones sobre aplicación de nitrógeno para la producción de semilla de pasto gamba, buscando como precisar cada vez mejor el momento óptimo de aplicación después del corte de uniformidad.

8. BIBLIOGRAFIA.

ADEMOSUN, A.A. 1974. Utilization of poor quality roughages in the derived savanna zone. In animal production in the tropics. Ibadan, Nigeria, Heinemann. Educational Book. Limited, 152.

BARRAULT, J. 1973. L'Agronomie Tropicale. Paris. 28:163.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

BILBAO, B.; PEREZ, A.; MATIAS, C. 1980. IV Seminario Científico Técnico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. Pag. 40.

Citados por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1984. Influencia de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de semilla de hierba guinea cv. Likoni. Pastos y Forrajes (Cuba) 7(2):203-214.

BOGDAN, A.B. 1977. Tropical pastures and fodder plants. London, Longman.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

BOWDEN, B.N. 1963. Studies on Andropogon gayanus Kunth; I: The use of Andropogon gayanus in agriculture. Emp. J. Exp. Agric. 31(123):267-273.

Citado por: Keller-Grein, G.; Schultze-Kraft, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 1-20.

BOWDEN, B.N. 1964a. Studies on Andropogon gayanus Kunth; II: An outline of the morphology and anatomy of of Andropogon gayanus var. bisquamulatus (Hochst.) Hack. J. Lin. Soc. Lond. Bot. 58(375):509-519.

Citado por: Keller-Grein, G.; Schultze-Kraft, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 1-20.

BOWDEN, B.N. 1964b. J. of Ecology. 52:255.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

BRZOSTOWSKI, H.; OWEN, M. 1966. Trop. Agric. Trin. 43:1

Citados por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1984. Influencia de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de semilla de hierba guinea cv. Likoni. Pastos y Forrajes (Cuba) 7(2):203-214.

CAMERON, D.F.; MULLALY, J.D. 1969. Effect of nitrogen fertilization and limited irrigation on seed production of Molopo buffel grass. Qd. J. agric. Anim. Sci., 26:41.

Citado por: Humphreys, L.E. 1975. Tropical pasture seed production. FAO, Rome. 116p.

CASTRO, F. 1975. 1er. Congreso PCC. Informe Central. Editora Política.

Citado por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1983. Influencia del método y la densidad de siembra en la producción de semillas del cv. Likoni. Pastos y Forrajes (Cuba) 6(3):351-362.

CASTRO, F. 1980. 2do. Congreso PCC. Informe Central. Editora Política. Pág. 162.

Citado por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1983. Influencia del método y la densidad de siembra en la producción de semillas del cv. Likoni. Pastos y Forrajes (Cuba) 6(3):351-362.

CHAILAKHYAN, M.K. 1968. Internal factors of plant flowering. Ann. Rev. Pl. Physiol., 19:1.

Citado por: Humphreys, L.E. 1975. Tropical pasture seed production. FAO, Rome. 116p.

CIAT. 1977. Beef production program. Annual Report. 1976. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1980. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales, 1979. Cali, Colombia. 159 p.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1980. Cali, Colombia. 138 p.

Citados por: Miles, J.W.; Grof, B. 1989. Genética y fitomejoramiento de Andropogon gayanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 21-37.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984b. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1983. Cali, Colombia. 365p.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1984. Cali, Colombia. 274p.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

CLAYTON, W.D. 1972. Gramineae. En: Hepper, F.N. (ed.). Flora of West tropical Africa. Vol. III, parte 2, 2a. edición. Crown Agents for Overseas Government and Administrations, Londres, Inglaterra. p. 349-512.

Citado por: Keller-Grein, G.; Schultze-Kraft, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de Andropogon gayanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 1-20.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1983. Diseños experimentales. 8va. reimpression. México D.F., México, Editorial Trillas, S.A. de C.V. 661p.

CONDE, A. 1982. Produçao de sementes de forragieras no cerrado. In: Anois do 2º. Simposio Nacional sobre Sementes do forrageiras. Brasil. p. 51.

Citado por: Pérez, A.; Febles, G. 1985. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. Pastos y forrajes. (Cuba).

CONDE, A.; GARCIA, J.; SANTOS, G. 1984a. Derminação da maturidade fisiológica das sementes do capim Andropogon. Pesquisa em andamento, 6. Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuaria (EMGOPA), Goiás, GO, Brasil. p. 1-4.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

CONDE, A.; GARCIA, J.; SANTOS, G. 1984b. Influência da época de colheita y do periodo de armazenamento, em condições ambientais, na qualidade da sementes do capim Andropogon. Pesquisa em andamento, 7. Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuaria (EMGOPA), Goiás, GO, Brasil. p. 1-8.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

CORDERO, J.M.; OLIVEROS, M. 1983a. Evaluación de temperatura y tiempo para conducir pruebas de germinación en semillas de Andropogon gyanus. Agron. Trop. (Maracay) 33:357-366.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

CORDERO, J.M.; OLIVEROS, M. 1983b. efecto de varias condiciones de almacenamiento sobre la germinación de semillas de Andropogon gayanus. Agron. Trop. (Maracay) 33:177-189

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

DE ANDRADE, R.P.; FERGUSON, J.E.; SERE, C. 1985. Seed industry survey of initial adoption of Andropogon gayanus in Brazil. Informe interno. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária en el Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC), Brasilia, Brasil.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

DE LEEW, P.N.; BRINCKMAN, W.L. 1974. Pasture and ranch land improvement in the northern Guinea and Sudan zone in the tropics. Ibadan, Nigeria, Heinemann. Educational Books, Limited.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

DILLON, J.I.; HARDAKER, J.B. 1980. Análisis de presupuesto parcial. In Dillon, J.I.; Hardaker, J.B. La investigación sobre administración rural para el desarrollo del pequeño agricultor Roma, Italia, FAO. Boletín de Servicios Agrícolas no. 41. p.151-159.

Citados por: Abarca Monge, S. 1989. Efecto de la suplementación con poró (Erythrina poeppigiana) y melaza sobre la producción de leche en vacas pastoreando estrella africana (Cynodon nlemfuensis). Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica, Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 68p.

EIRA, M.T.S. 1983. Comparação de metodos de quebra de dormância em sementes de capim Andropogon. Rev. Bras. Sementes 5(3):37-49.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

- EVANS, L.T. 1964. *Reproduction in grasses and grasslands*. London, U.K. Mcmillan, 126.
- Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gyanus. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 5(2):107-127.
- FEBLES, G.; PADILLA, C.; BILBAO, B.; PEREZ, A.; SARROCA, J. 1980. Informe final Tema "Producción de semillas de guinea, buffel y rhodes ". ICA, La Habana.
- Citados por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1984. Influencia de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de semillas de hierba guinea cv. Likoni. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 7(2):203-214.
- FEBLES, G. 1981. Estudios sobre la calidad y la producción en hierba guinea común Panicum maximum Jacq. Tesis en opción al grado de C. Dr. en Ciencias. ISCAH. La Habana. 145p.
- Citado por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1984. Influencia de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de semillas de hierba guinea cv. Likoni. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 7(2):203-214.
- FERGUSON, J.E. 1978. Sistemas de producción de semillas de pastos en América Latina. En: *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia, p. 413-426.
- Citado por: Ferguson, J.E. 1991a. Manejo de semilleros. In Programa para el Desarrollo de Capacitación Científica en Investigación para Producción y Utilización de Pastos Tropicales (14., 1991 Cali, Colombia). Semillas de especies forrajeras tropicales. Su multiplicación y suministro expansivo; Conferencias y Laboratorios. Ed. por J.E. Ferguson; C.I. Cardozo; M. Sánchez. Cali, Colombia. p. 38-48.
- FERGUSON, J.E.; SERE, C. y VERA, R.R. 1985. The release process and initial adoption of Andropogon gyanus in tropical Latin America. En: *The Japanese Society of Grassland Science (ed.)*. Fifteenth International Grassland Congress, Agosto 1985. Kyoto, Japón. p. 222-223.
- Citado por: Keller-Grein, G.; Schultze-Kraft, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de Andropogon gyanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 1-20.

- FERGUSON, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.
- FERGUSON, J.E. 1991a. Manejo de semilleros. In Programa para el Desarrollo de Capacitación Científica en Investigación para Producción y Utilización de Pastos Tropicales (14.,1991 Cali, Colombia). Semillas de especies forrajeras tropicales. Su multiplicación y suministro expansivo; Conferencias y Laboratorios. Ed. por J.E. Ferguson; C.I. Cardozo; M. Sánchez. Cali, Colombia. p. 38-48..
- FERGUSON, J.E. 1991b. Métodos de cosecha. In Programa para el Desarrollo de Capacitación Científica en Investigación para Producción y Utilización de Pastos Tropicales (14.,1991 Cali, Colombia). Semillas de especies forrajeras tropicales. Su multiplicación y suministro expansivo; Conferencias y Laboratorios. Ed. por J.E. Ferguson; C.I. Cardozo; M. Sánchez. Cali, Colombia. p. 49-63.
- FERGUSON, J.E. 1991c. Análisis y calidad de semillas. In Programa para el Desarrollo de Capacitación Científica en Investigación para Producción y Utilización de Pastos Tropicales (14.,1991 Cali, Colombia). Semillas de especies forrajeras tropicales. Su multiplicación y suministro expansivo; Conferencias y Laboratorios. Ed. por J.E. Ferguson; C.I. Cardozo; M. Sánchez. Cali, Colombia. p. 64-83.
- FOSTER, W.H. 1962. Investigations preliminaries to the productions of cultivars of Andropogon gayanus. Euphytica 11:47-52.
- Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.
- GARCIA, D.A.; FERGUSON, J.E. 1981. Desariatado mecánico de las semillas de Andropogon gayanus. En: Cuarto Seminario Nacional y Quinto Congreso Colombiano de Ingenieros Agrícolas, Bogotá, Colombia, 1981. Memorias. Cosmos, Bogotá, Colombia. p. 42-43.
- Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

- _____; _____. 1984. Cosecha y beneficio de semillas de Andropogon gayanus. Serie boletines técnicos, n° 1. Programa de Pastos Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 36 p.
- Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gayanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.
- GOMEZ, L.; PARETAS, J.J.; ARRIETA, R. 1978. Efecto de la frecuencia de corte y el nitrógeno sobre la producción de semilla de cuatro gramíneas tropicales. Pastos y Forrajes (Cuba) 1(2):287-297.
- GONZALEZ, Y.; GERARDO, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.
- GONZALES, Y.; TORRIENTE, O. 1985. Efecto del almacenamiento sobre la germinación de semillas de Andropogon gayanus cv. 621. Pastos y Forrajes (Cuba) 8(2):215-226.
- GRAHAM, T.G. 1951. Qld. Agric. J. 73:311.
- Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.
- GROF, B. 1969. Viability of para grass (Bracharia mutica) seed and the effect of fertilizer nitrogen on seed yield. Qd. J. Agric. Anim. Sci. ; 26:27.
- Citado por: Humphreys, L.E. 1975. Tropical pasture seed production. FAO, Rome. 116p.
- HAGGAR, R.J. 1966. The production of seed from Andropogon gayanus. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 31:251-259.
- Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.
- HOPKINSON, J.M.; ENGLISH, B.H. 1982. Harvest efficiency in seed crops of Gatton Panic (Panicum maximum) and Signal grass (Brachiaria decumbens). Tropical Grasslands 16 (4):201-205.
- Citados por: Ferguson, J.E. 1991b. Métodos de cosecha. In Programa para el Desarrollo de Capacitación Científica en Investigación para Producción y Utilización de Pastos Tropicales (14., 1991 Cali, Colombia). Semillas de especies forrajeras tropicales. Su multiplicación y suministro expansivo; Conferencias y Laboratorios. Ed. por J.E. Ferguson; C.I. Cardozo; M. Sánchez. Cali, Colombia. p. 49-63.

HOPKINSON, J.M.; ENGLISH, B.H. 1985. Immaturity as a cause of low quality in seed of Panicum maximim. J. Appl. Seed Prod. 3:24-27.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

HUMPHREYS, L.E. 1975. Tropical pasture seed production. FAO, Rome. 116p.

HUMPHREYS, L.R.; RIVEROS, F. 1986. Seed production of tropical pastures. FAO, Rome.

Citado por: Pérez, A.; Febles, G. 1988. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. Pastos y forrajes. (Cuba).

INETER (NICARAGUA). 1987. Mapas Topográficos: Mapa Nindirí. Edición año 1988. Nicaragua, INETER. Esc. 1:50,000. Color.

ISTA (International Seed Testing Association). 1985. International rules for seed testing 1985. Seed Sci. Technol. 13:409.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

JOHNSON, R. 1991. Estadística Elemental. Trad. por Félix V. González Cossio. 5 ed. México, D.F., Mex. Grupo Editorial Iberoamérica. p. 380-397.

KELLER-GREIN, G.; SCHULTZE-KRAFT, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 1-20.

LARSEN, A.L. 1980. Range grass analysis subcommittee. AOSCA (Assoc. Off. Seed Cert. Agencies) Newsl. 54:26-28.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

MACHADO, R.; MENENDEZ, J. 1979. Descripción de gramíneas y leguminosas En: Los pastos en Cuba. Tomo I. Producción. Habana, Cuba.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gayanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

MEJIAS, P.V.E.; ROMERO, M.C.; LOTERO, C.J. 1978. Revista ICA. 13:503.

Citados por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1984. Influencia de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de semillas de hierba guinea cv. Likoni. Pastos y Forrajes (Cuba) 7(2):203-214.

MEJIA, P.V.E.; ROMERO, M.C.; LOTERO, C.J. 1978. Revista ICA. Colombia. 13:503.

Citado por: Pérez, A.; Febles, G. 1988. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. Pastos y forrajes. (Cuba).

MILES, J.W.; GROF, B. 1989. Genética y fitomejoramiento de Andropogon gayanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 21-37.

MISHRA, M.L.; CHATTERJEE, B.N. 1968. Seed production in the forage grasses Pennisetum polystachyon and Andropogon gayanus in the Indian tropics. Trop. Grassl. 2:51-56.

Citado por: Humphreys, L.E. 1975. Tropical pasture seed production. FAO, Rome. 116p.

NICARAGUA. CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. 1971. Descripción de Suelos. Levantamiento de Suelos de la región Pacífica de Nicaragua. Departamento de suelos y dasonomía. Edición única. Managua Nicaragua. Ministerio de Economía Industria y Comercio. Tres volúmenes.

OPORTA, J.A. 1993. Informe del MAG sobre semillas de especies forrajeras promisorias en Nicaragua. In Planeación y conducción de ensayos de evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en fincas. (1993, Costa Rica y Panamá) Ed. por P.J. Argel, C.V. Durán, L.H. Franco. Programa de Forrajes Tropicales, CIAT. p. 241-246.

PADILLA, C.; FEBLES, G.; CORBEA, L.A.; MARTINEZ, H.L.; SARROCA, J. 1979. Informe quinquenal del tema "Siembra y establecimiento de guinea y buffel con semilla gámica". MES-ICA. San José de Las Lajas.

Citados por: Pérez, A.; Matías, C.; Reyes, I. 1983. Influencia del método y la densidad de siembra en la producción de semillas del cv. Likoni. Pastos y Forrajes (Cuba) 6(3):351-362.

PARETAS, J.J.; QUESADA, R.R.; LOPEZ, M.; GOMEZ, L. 1972. Memoria EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Pag. 75.

Citados por: Gómez, L.; Paretas, J.J.; Arrieta, R. 1978. Efecto de la frecuencia de corte y el nitrógeno sobre la producción de semilla de cuatro gramíneas tropicales. Pastos y Forrajes (Cuba) 1(2):287-297.

PEREZ, A.; MATIAS, C.; REYES, I. 1984. Influencia de diferentes nitrogenadas sobre la producción de semillas de hierba guinea cv. Likoni. Pastos y Forrajes (Cuba) 7(2):203-214.

PEREZ, A.; FEBLES, G. 1988. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. Pastos y forrajes. (Cuba).

PLANEACION Y CONDUCCION DE ENSAYOS DE EVALUACION DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN FINCAS (1993, COSTA RICA Y PANAMA). 1993. Informe del MAG sobre semilla de especies forrajeras promisorias en Nicaragua. Ed. por: Pedro J. Argel, Carlos V. Durán y Luis H. Franco. San José, C.R. CIAT. 338p.

REID, P.A.; MILLER, J.C. 1970. New grasses for the top and gamba grass. Turnoff, 2:26.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gyanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

ROSE-INNES, R. 1977. A manual of Ghana grasses. Land Resources Division, Ministry of Overseas Development, Surbiton, Surrey, Inglaterra. 261 p.

Citado por: Keller-Grein, G.; Schultze-Kraft, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de Andropogon gyanus. In CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 1-20.

SALINAS, J.G. 1984. Fertilización para la producción de semillas de pastos tropicales. Trabajo presentado en el primer curso intensivo sobre producción de semilla de pastos tropicales, Octubre 29-Noviembre 16, 1984. CIAT. Cali, Colombia.

Citado por: Pérez, A.; Febles, G. 1988. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. Pastos y forrajes. (Cuba).

SANCHEZ, M.; FERGUSON, J.E. 1986. Medición de calidad en semillas de Andropogon gyanus Rev. Bras. Sementes 8(1):9-28.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

TOMPSETT, P.B. 1976. Factors affecting the flowering of Andropogon gyanus Kunth: Responses to photoperiod, temperature and growth regulator. Ann. Bot. 40:695-705.

Citado por: Ferguson, J.E. 1989. Producción de semilla de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 295-321.

WHYTE, R.O.; MOIR, T.R.G.; COOPER, J.P. 1959. Grasses in agriculture. FAO, Agricultural Studies. Roma.

Citado por: González, Y.; Gerardo, J. 1982. Andropogon gyanus. Pastos y Forrajes (Cuba) 5(2):107-127.

WILD, H. 1974. Variations in the serpentine floras of Rhodesia. Kirkia 9:200-232.

Citado por: Keller-Grein, G.; Schultze-Kraft, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de Andropogon gyanus. In CIAT (Cento Internacional de Agricultura Tropical). Andropogon gyanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Ed. por J.M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, J.M. Lenné. Cali, Colombia, Editorial XYZ. p. 1-20.

ANEXOS.

Anexo 1. Precipitación y temperatura media mensual durante el año 1990. Estación meteorológica Aeropuerto "A. C. Sandino" (Managua).

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	1.2	26.1
Febrero	1.4	26.3
Marzo	0.0	27.7
Abril	3.7	29.1
Mayo	89.1	28.3
Junio	114.1	27.3
Julio	104.0	26.9
Agosto	114.9	27.2
Septiembre	85.3	27.0
Octubre	100.9	26.8
Noviembre	132.3	26.3
Diciembre	8.6	25.8

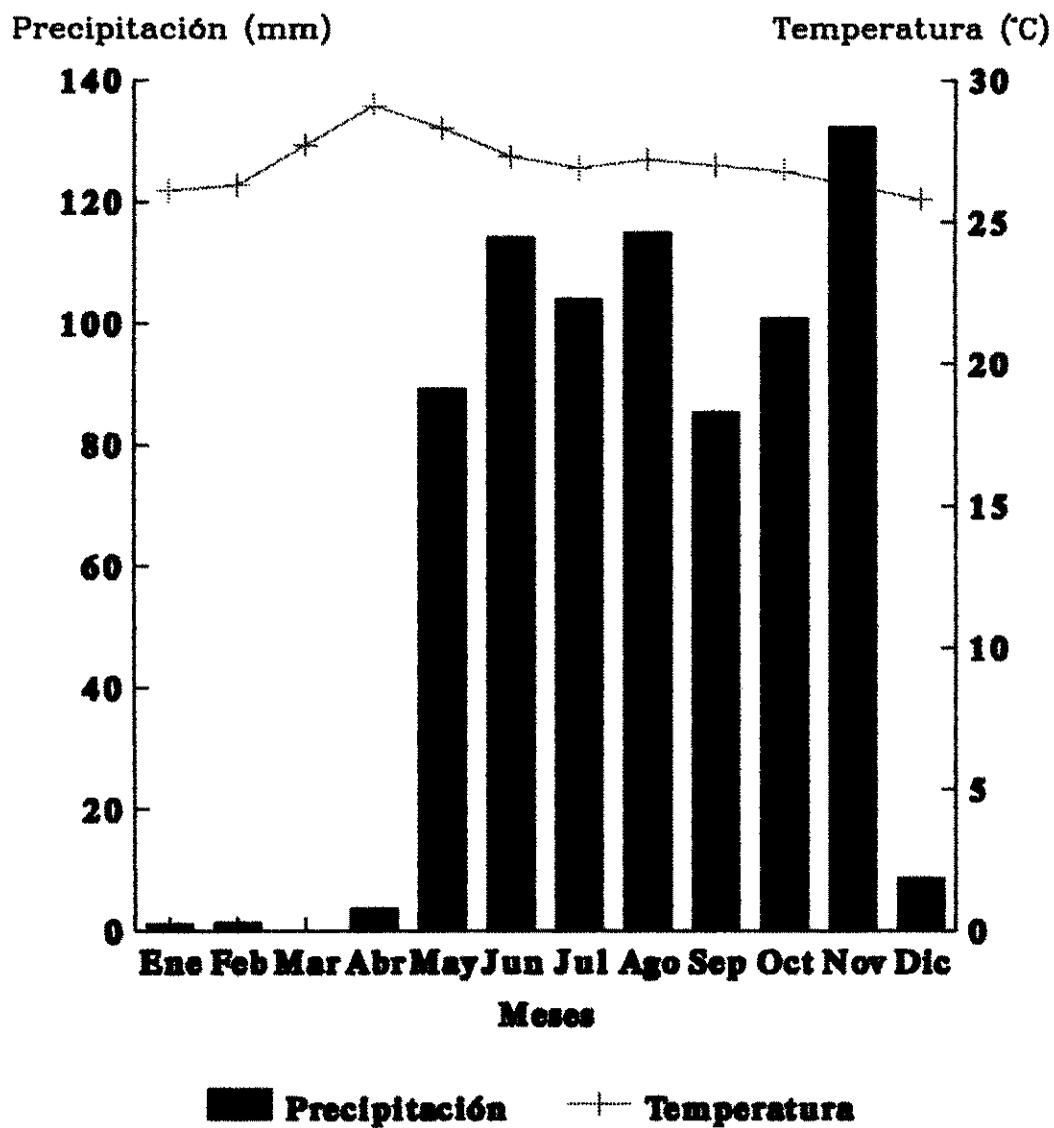


Figura 6. Precipitación y temperatura media mensual. Año 1990.

Anexo 2. Análisis químico de suelo.

Profundidad (cm)	pH (H ₂ O)	M. O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100 g)
50	7.2	2.85	0.14	0.37	0.34

Anexo 3. Análisis físico de suelo.

Profundidad (cm)	% de arcilla	% de limo	% de arena
50	19	35	46

Anexo 4. Valores de los componentes estructurales del rendimiento de semilla de *Andropogon gayanus*.

Tratamientos (dosxmon)	NTRT (miles/ha)	LP (cm)	NRI (n°)	TR (cm)	PR (gr)
0 0	283.7	54.33	11.66	6.80	0.103
25 0	305.0	63.06	13.22	6.04	0.106
25 20	500.7	63.00	13.33	6.52	0.121
25 40	970.7	57.93	17.22	7.30	0.134
50 0	746.0	58.13	16.55	7.12	0.121
50 20	564.3	64.86	17.90	7.25	0.115
50 40	1,066.3	72.40	16.11	7.11	0.100
75 0	636.0	58.00	18.66	6.49	0.102
75 20	953.3	60.26	15.22	6.60	0.163
75 40	1,343.3	71.53	17.66	6.54	0.096
100 0	840.0	53.06	12.88	6.82	0.114
100 20	922.7	67.20	11.33	7.01	0.111
100 40	1,210.3	60.33	18.33	6.60	0.113

NTRT = Número de Tallos Reproductivos Totales por Hectárea.

LP = Longitud de Panículas.

NRI = Número de Racimos por Inflorescencia.

TR = Tamaño de Racimos.

PR = Peso de Racimos.

Anexo 5. Número de racimos por inflorescencia.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	6.309	0.39	0.681 ns	25.58
Dosis	3	21.161	1.31	0.296 ns	
Momento	2	26.272	1.63	0.219 ns	
DosxMom	6	13.938	0.86	0.536 ns	
Error	22	16.137			
Total	35				

ns No Significativo.

Anexo 6. Tamaño de los Racimos.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	0.202	0.40	0.673 ns	10.43
Dosis	3	0.682	1.36	0.281 ns	
Momento	2	0.248	0.50	0.616 ns	
DosxMom	6	0.369	0.74	0.625 ns	
Error	22	0.501			
Total	35				

ns No Significativo.

Anexo 7. Peso de los Racimos.

F. de V.	GL	Cuadrado Medio	V. de F.	Pr>F	C.V.
Bloque	2	0.0005	0.44	0.648 ns	29.21
Dosis	3	0.0002	0.15	0.930 ns	
Momento	2	0.0011	0.96	0.399 ns	
DosxMom	6	0.0013	1.13	0.378 ns	
Error	22	0.0012			
Total	35				

ns No Significativo.

Anexo 8. Rendimiento de Semilla Cruda por Hectárea.

TRATAMIENTOS (Dos x Mom)		RENDIMIENTO SEMILLA CRUDA (kg/ha)
0	0	102.70
25	0	109.08
25	20	115.40
25	40	252.08
50	0	196.31
50	20	219.46
50	40	358.71
75	0	161.90
75	20	239.88
75	40	482.61
100	0	184.73
100	20	260.25
100	40	348.16

Anexo 9. Resultados de las variables de calidad de semilla.

Tratamientos (Dos x Mom)		SP (%)	GER (%)	VC (%)
0	0	48.57	35	17.00
25	0	42.26	32	13.52
25	20	48.55	43	20.87
25	40	55.43	45	25.00
50	0	45.53	42	19.12
50	20	54.43	35	19.05
50	40	47.72	44	21.00
75	0	50.78	38	19.29
75	20	55.31	43	23.78
75	40	49.14	39	19.16
100	0	40.36	33	13.31
100	20	47.97	45	21.58
100	40	50.38	46	23.17

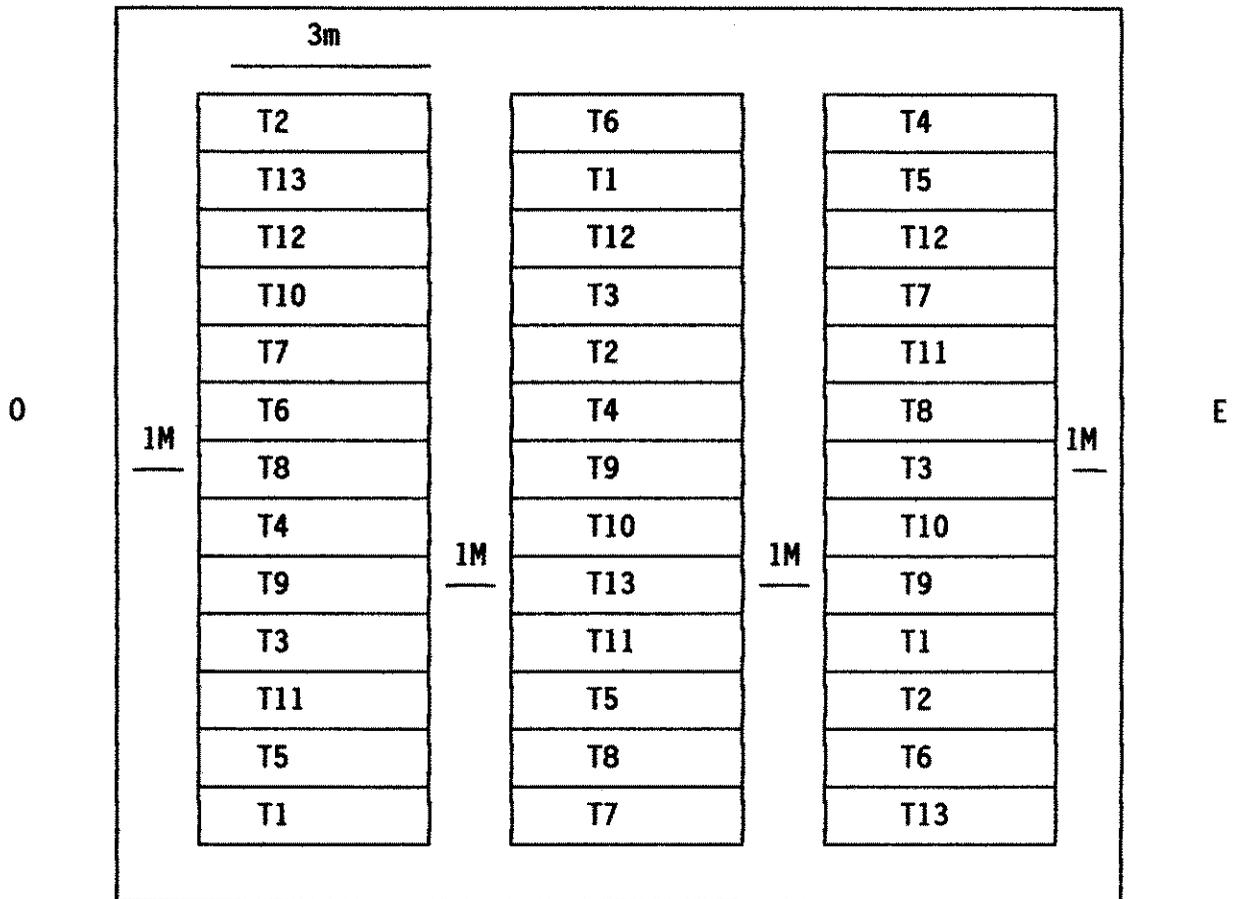
PLANO DE CAMPO

N

III

I

II



AREA TOTAL DEL ENSAYO	=	364 M ²
AREA BLOQUE	=	78 M ²
AREA PARCELA EXPERIMENTAL	=	6 M ²