



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

"EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE APLICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO SOBRE LA PRODUCCION DE SEMILLA DEL *Andropogon gayanus* KUNTH var. CIAT 621 (GAMBA), EN LA ZONA DE CARAZO"

POR:


Julio César Traña López.
Lidia Ruth Marín Fernández.

MANAGUA, NICARAGUA
1995

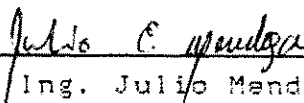
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Comité Técnico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRÓNOMO

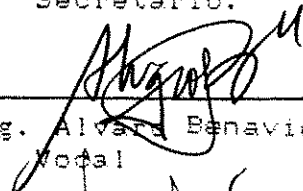
Miembros del Tribunal:



Ing. Miguel Matus
Presidente.

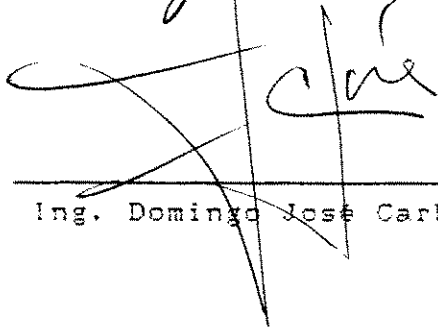


Ing. Julio Mendoza.
Secretario.



Ing. Alvaro Benavides
Vocal

Tutor:

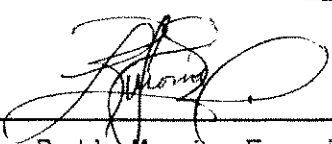


Ing. Domingo José Carballo.

Sustentantes:



Julio César Traña López.
~~Estudiante~~



Lidia Ruth María Fernández.
Estudiante.

DEDICATORIA

Dedico la realización del presente trabajo a mis padres Julio C. Traña Cáceres y Ma Engracia Lopez T., quienes con su apoyo, dedicación y perceiverancia incondicional, abrieron el camino para juntos lograr la meta propuesta.

A mis abuelos Emiliano Traña y Ester Cáceres; Pompilio López y Ma. de Jesús Talavera (Q.E.P.D) quienes con su cariño y apoyo contribuyeron siempre a mi formación como hombre y profesional.

A mis hermanos Scarleth Esther, Hazel Francella y Moisés Yamil Traña López por estar siempre a mi lado, aun en los momentos mas difíciles de mi vida.

A mis tíos Carlos, Ma. Adelayda y Bayardo Antonio Traña Cáceres, quienes con su apoyo y solidaridad hicieron posible la realización del presente trabajo.

Al señor Luis Matus Pérez, por su interés y apoyo en todo momento para llevar a feliz término la tarea emprendida.

JULIO C. TRANA LOPEZ.

DEDICATORIA

Dedico de manera muy especial, la culminación de mi formación como profesional a mis padres GLADYS FERNÁNDEZ LÓPEZ Y DAVID MARÍN URBINA, quienes con su cariño y apoyo incondicional contribuyeron siempre a mi formación profesional para que hoy pueda llevar a feliz término mi carrera.

A mis hermanos PABLO DAVID (QEPD), CONCEPCIÓN Y MARICELA MARÍN FERNÁNDEZ por su apoyo y comprensión a lo largo de mis estudios.

A mis amigos MARÍA OTILIA ESCOBAR MARTÍNEZ, MARÍA LUISA Y RICARDO OBANDO por su cariño, apoyo y comprensión.

LIDIA RUTH MARÍN FERNÁNDEZ.

AGRADECIMIENTO

La culminación y presentación de este trabajo jamas hubiese sido posible sin el apoyo y colaboración de las siguientes personas y dependencias :

Nuestro mas sincero agradecimiento al Ing. Luis Urbina Abaunsa, Investigador de Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (C.N.I.A) y al Sr. Rafael Estrada. Administrador de la Finca Sta. Rosa por dedicar tiempo y esfuerzo en la asesoria técnica del presente trabajo.

De manera muy especial al Lic. Julio Traña Cáceres y Licda. María Engracia López Talavera y a los Ing. Pasteur Parrales, Francisco Solaris y Domingo José Carballo por su colaboración en la preparación y corrección del presente trabajo.

Al personal de los laboratorios de Suelos y Agua y del laboratorio de Bromatología y Análisis de semilla de la UNA. Quienes de manera desinteresada nos facilitaron sus servicios e instalaciones para la realización de los análisis correspondientes y las Cras. Katty, Maritza y Mirella de la Biblioteca de la U.N.A. por su apoyo en el material bibliografico.

Al cuerpo de docentes del Departamento de Pastos y Forrajes de la escuela de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria (U.N.A).

TRANA LÓPEZ, J.C. y MARÍN FERNÁNDEZ, L.R. 1995. Efecto de Diferentes Niveles de Aplicación de Fertilizante Nitrogenado sobre la producción de Semilla de Andropogon gayanus Kunth var. CIAT 621 (Gamba), en la zona de Carazo
Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
125 p.

Palabras Claves: Pasto, Andropogon gayanus, Semilla, Fertilización nitrogenada, Calidad, Rendimiento, Costos de Producción.

RESUMEN

El estudio se desarrollo de junio a diciembre de 1994, en la finca "El Pastor" municipio de Santa Teresa, Departamento de Carazo. Ubicada a una elevación de 387 msnm, y entre las latitudes 13°1' y 13°2'. La zona registró temperaturas promedios de 24°C y unos 1550 mm de precipitación media por año; por lo cual es posible considerar la zona agroecológica como trópico seco.

Se evaluó el efecto de diferentes niveles de fertilizante nitrogenado sobre la producción de semilla de Andropogon gayanus kunth, para ello se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) y se estudio el efecto de un solo factor (Niveles de fertilizante) con cuatro repeticiones, formándose un total de veinte tratamientos.

El ensayo se realizó en un área total de 875 m² y en la toma de muestras se empleó el método del metro cuadrado para la evaluación de MS y forraje verde. En cambio, para evaluar la producción de semilla cruda se evaluó el área útil (3x4 m) de parcela. No se realizó poda de control, a causa del mal invierno. Se procedió a aplicar de una sola vez los diferentes niveles de fertilizante.

El estudio estadístico contempló el uso del análisis de varianza (ANDEVA) y se hizo una separación de medias por la prueba de Duncan. Se midió la influencia porcentual de cinco niveles de fertilizante (0, 25, 50, 75, 100 Kg de Urea, 46% N₂/ha), sobre la producción de semilla cruda de la parcela útil (SCPU), también el porcentaje de semilla pura ajustada (PSPA), kilogramos de forraje verde por m² (KGFV), porcentaje de materia seca (%MS) y porcentaje de viabilidad de la semilla (% VIAB).

Las variables % MS y Semilla cruda evaluadas resultaron con valores significativos para los bloques, a excepción del % SPA, % VIAB y Forraje verde. Para los tratamientos resultó significativa solamente la variable Forraje verde al (P<0.05).

Al evaluar los resultados obtenidos sometiendo las variables en estudio al análisis estadístico y considerando el factor costo de producción - rentabilidad y rendimiento productivo en el campo; seleccionamos el tratamiento 50 Kg urea (46%/N₂)/ha como el mas idóneo para la producción de semilla del Andropogon gayanus para la zona evaluada.

La no significancia entre tratamientos de fertilización se atribuyó a la poca humedad existente en el suelo al aplicarlo debido al mal invierno que se presentó. Sin embargo, el experimento demostró la adaptabilidad del Andropogon gayanus a las características de suelo y clima de la zona.

INDICE

DEDICATORIA.	iv
AGRADECIMIENTO.	vi
RESUMEN.	vii
INDICE GENERAL.	ix
LISTA DE ECUACIONES.	xi
LISTA DE GRAFICOS.	xii
LISTA DE TABLAS.	xiii
LISTA DE ANEXO 1.	xv
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	5
2.2 Objetivos especificos	5
III. REVISION DE LITERATURA	6
3.1 Descripción de la especie	6
3.1.1 Taxonomía	6
3.1.2 Morfología	6
3.1.3 Germoplasma	9
3.1.4 Adaptación de la especie	10
3.1.5 Atributos principales	10
3.2 Características de la floración de <u>Andropogon gayanus</u>	12
3.3 Respuesta del pasto a la aplicación del nitrógeno	17
3.4 Prácticas culturales	17

3.5 Rendimiento y producción de la semilla	10
3.6 Cosecha de la semilla	20
3.7 Beneficio de la semilla	21
3.8 Calidad de la semilla	25
3.9 Rendimiento del <u>Andropogon gavanus</u>	37
IV. MATERIALES Y METODOS	38
4.1 Localización del ensayo	38
4.2 Características climáticas	38
4.3 Descripción del área de ensayo	38
4.4 Determinación del área de ensayo	39
4.5 Descripción de las Variables y su Forma de Medición	40
4.6 Cosecha y labores realizadas	43
4.7 Determinación de los análisis de calidad	45
4.8 Diseño estadístico	52
V. RESULTADOS Y DISCUSION	57
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	63
VIII. BIBLIOGRAFIA	65
LISTA DE TABLAS	66
LISTA DE ANEXO 1.	105

LISTA DE ECUACIONES

ECUACION 1 : Densidad de Siembra para Lotes de Semilla.....	17
ECUACION 2 : Semilla Pura del Lote.....	30
ECUACION 3 : V_0 de la Semilla con Germinación.....	35
ECUACION 4 : V_0 de la Semilla con Tetrazolio.....	35
ECUACION 5 : Determinación del Porcentaje de Humedad.....	46
ECUACION 6 : Modelo Estadístico.....	53

LISTA DE GRAFICOS

- GRAFICO 1 : Porcentaje de humedad de la semilla al momento de la cosecha, aporreo y almacenamiento.....59
- GRAFICO 2 : Rendimiento de Semilla Cruda, Semilla Pura y Semilla Pura Viva para cada uno de los niveles de fertilización evaluados.....64
- GRAFICO 3 : Porcentaje de Materia Seca para cada uno de los niveles de fertilización evaluados.....67
- GRAFICO 4 : Porcentaje del Valor Cultural para cada uno de los niveles de fertilización evaluados.....69

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1 Costos Económicos del Ensayo.
- Tabla 2 Análisis Económico - productivo.
- Tabla 3 Utilidad Bruta.
- Tabla 4 Promedio del número de tallos florales en 1 m² por cada/uno de los tratamientos.
- Tabla 5 Número de macollas por área útil (12 m²). Promedio por tratamiento.
- Tabla 6 Promedio de la altura de 10 tallos florales (1m²).
- Tabla 7 Peso de 10 tallos florales al momento de la cosecha. Promedio por tratamiento.
- Tabla 8 Altura de 10 plantas por repetición. Promedio por tratamiento.
- Tabla 9 Número de espiguillas por cabezuela en una muestra al azar de 10 cabezuelas por repetición. Promedio por tratamiento.
- Tabla 10 Peso de dos cabezuelas de 10 panículas de cada una de las parcelas. Promedio por tratamiento.
- Tabla 11 Longitud de dos cabezuelas de 10 panículas por repetición. Promedio por tratamiento (cm).
- Tabla 12 Número de raquisillos por raquis en una muestra al azar de 10 tallos por repetición. Promedio por tratamiento.
- Tabla 13 Número de raquis por tallo en una muestra de 10 por repetición. Promedio por tratamiento.
- Tabla 14 Peso de 10 raquis al momento del aporreo por repetición. Promedio por tratamiento.
- Tabla 15 Peso del Forraje Verde en 1 m² posterior a la cosecha por repetición (kg). Promedio por tratamiento.
- Tabla 16 Rendimiento del porcentaje de Materia Seca (M.S) encontrados para cada uno de los niveles de fertilización estudiados (ton/ha/corte).
- Tabla 17 Porcentaje del Valor Cultural (VC) encontrado para cada/uno de los niveles de fertilización estudiados

Tabla 18 Rendimiento de Semilla Pura encontrado para cada uno de los niveles de fertilización estudiados (kg/ha/corte)

Tabla 19 Rendimiento de Semilla Pura Viva encontrado para cada uno de los niveles de fertilización evaluados (kg/ha/corte).

Tabla 20 Composición química del Suelo en el Área Experimental

Tabla 21 Análisis Textural del Área Experimental.

LISTA DE ANEXO 1.

Andeva para la variable porcentaje de Semilla Pura Ajustada.

Andeva para la variable porcentaje de Materia Seca.

Andeva para la variable porcentaje de Viabilidad.

Andeva para la variable porcentaje de Semilla Cruda.

Andeva para la variable de Forraje Verde.

Prueba Duncan para la variable porcentaje de Semilla Pura Ajustada.

Prueba Duncan para la variable porcentaje de Materia Seca.

Prueba Duncan para la variable porcentaje de Viabilidad.

Prueba Duncan para la variable porcentaje de Semilla Cruda.

Prueba Duncan para la variable de Forraje Verde.

I. INTRODUCCION

En Nicaragua la producción y utilización eficiente de los pastos es básica para la producción ganadera y la actividad económica del país, debido a que más de 60,000 mil familias (M.A.G.,1990) dependen de una u otra forma de la actividad ganadera como productores, intermediarios o simplemente como mano de obra.

Estrada R. C (1976) postula que el desarrollo y la explotación rentable de la ganadería está influenciada por el desarrollo de los pastizales, puesto que estos constituyen el alimento más barato para los rumiantes, ya sea como forraje verde, heno ó ensilaje, además, de que la producción de leche y carne se realiza bajo condiciones de pastoreo. Este mismo autor señala otra importancia del cultivo de los pastos como es el brindar beneficio en la conservación del suelo, protegiéndolo contra la erosión, aumento de la fertilidad y materia orgánica; mejorando de forma general las condiciones físico-químicas del suelo.

Infante et al., (1984) plantean que el pasto es un ente biológico que existe en un medio ambiente constituido por el suelo que ocupa, el clima que soporta, el ganado que lo come o deja de comer, las especies arbustivas y arbóreas con que convive el hombre que las explota.

Es en definitiva un ecosistema dinámico, cuyo dinamismo es dirigido por el deseo del hombre de conseguir una mayor producción económica.

Uno de los principales problemas en las explotaciones ganaderas es el bajo rendimiento que logran las especies de pastos y forrajes, provocadas fundamentalmente por las variaciones climáticas que hacen que las especies tengan un marcado desbalance estacional en la producción y calidad del mismo. También se sabe que para lograr ofrecer al ganado vacuno un forraje de alta calidad y cantidad durante todo el año, es necesario entre otros aspectos, el uso adecuado y racional de los fertilizantes, principalmente los nitrogenados (Crespo, et al., 1981)

El Nitrógeno es el nutrimento que más puede limitar el rendimiento y calidad de las gramíneas; en este fenómeno inciden numerosos factores entre los que se destacan la especie, edad, dosis, fuentes, factores climáticos, etc. Por esta razón, es necesario conjugar armoniosamente la fertilización nitrogenada y su modo de aplicación, la frecuencia y altura de corte, con el fin de evitar inadecuadas prácticas de manejo, que repercuten en que las especies no reflejen totalmente su potencial nutrimental e influyan negativamente en los indicadores agronómicos, como es el rendimiento y la eficiencia de utilización del nitrógeno (Crespo, et al., 1981).

El potencial de los pastos para la producción de leche y carne está definido por la calidad nutritiva y por la capacidad de producir biomasa forrajera. La calidad nutritiva de los pastos se refleja en la cantidad de leche producida por vaca o en la ganancia de peso por animal, mientras que el potencial se refleja en la capacidad de soporte de la pastura la cual se expresa como número de vacas/ha (López, S.E. 1993).

Booman (1978) plantea que la producción de semilla es una actividad que ha estado a cargo de pequeños productores, quienes la han realizado de manera tradicional, sin la aplicación de tecnologías adecuadas para el manejo de las áreas, cosechas y manipulación de la semilla, afectando por tanto su calidad (pureza y germinación); siendo este uno de los factores que más limita el desarrollo de los pastos en las condiciones del trópico. La historia de la producción de semilla forrajeras tropicales es muy reciente, tuvo su inicio a principios de siglo en el sur de Africa y oriente de Australia. Este mismo autor afirma que la importancia de la producción de semillas depende de su uso para praderas artificiales. Tan simple como pueda parecer esta observación, explica por qué se ha hecho tan poco, en la producción de semillas en los países en vías de desarrollo.

Ante lo expuesto y considerando la importancia que tienen los pastos en el desarrollo de la actividad pecuaria del país, al igual que la producción de semillas la cual además de ser limitada y estar relegada a pequeños productores, desempeña una función esencial en el proceso complejo del establecimiento o regeneración de una pastura; se define la necesidad de encontrar, de incidir en la producción de semillas para asegurar la propagación de los pastos en el futuro.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semilla de Andropogon gayanus Kunht (en la zona de Santa Teresa, Carazo).

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Determinar el efecto de diferentes niveles de aplicación de nitrógeno en el rendimiento y calidad de la semilla de Andropogon gayanus .

2.2.2 Cuantificar los costos de producción de la semilla de Andropogon gayanus.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Descripción de la especie

3.1.1 Taxonomía:

Sherman et al., (1992) postulan que la especie Andropogon gayanus Kunth, pertenece a la tribu Andropogonea situada dentro de la sub-familia Panicoideae de las gramíneas. El género Andropogon comprende aproximadamente 100 especies anuales y perennes dispersas por todo el trópico, que son especialmente prolíficas en África y América. Actualmente hay cuatro variedades botánicas reconocidas de Andropogon gayanus, cuyas características distintivas se basan especialmente en la pilosidad de las espiguillas. Estas variedades son:

Gayanus (VAR. genuinus Hack), tridentatus Hack, polycladus Hack, sinónimo: VAR. squamulatus(Hochst), biscuamulatus Hack.

3.1.2 Morfología

Andropogon gayanus es una gramínea macollada de porte alto, de constitución gruesa, erecta y perenne con culmos de 1 a 3 m. A causa de los entrenudos cortos de sus rizomas y de su ramificación intravaginal, forma macolla hasta de 1 m. de diámetro.

Los culmos son tereticaules y con frecuencia tienen raíces fúlcneas. Las raíces normalmente se describen como " gruesas y robustas" (Rose-Innes, 1977). Bowden (1963b) estudió las raíces de *Andropogon gayanus* VAR. *biscuamulatus* y las clasifica en tres tipos: a) Raíces fibrosas finas, por lo general de menos de 0.5 mm de diámetro y profusamente ramificadas; se observa que, justo bajo la superficie del suelo, crecen en forma horizontal desde el centro de la macolla hasta alcanzar 1 m. de longitud o más.

b) Raíces verticales cuya estructura es fina y no sobrepasa los 0.5 mm de diámetro; son menos ramificadas y crecen verticalmente hacia abajo.

c) Raíces cordadas que son cortas, gruesas (2 a 3 mm de diámetro) y poco ramificadas; crecen tanto lateralmente como hacia abajo. Rara vez exceden 0.5 m de longitud y poseen una médula gruesa que contiene gránulos de almidón.

Este mismo autor señala que estos tres tipos de raíces son responsables en parte, de la resistencia a la sequía de *Andropogon gayanus*. Mientras las raíces verticales extraen agua y nutrimentos de capas más profundas del suelo permitiendo a la planta permanecer en contacto con un nivel freático descendente durante un período de tiempo considerable, las raíces fibrosas absorben agua cerca de la superficie del suelo y, junto con las raíces cordadas que proporcionan anclaje a la planta y almacenan almidón, hacen uso temprano de las primeras lluvias.

La inflorescencia consta de racimos pálidos en pares que forman una panícula falsa espataada. Los entrenudos y pedicelos del raquis son claviformes y ciliados a lo largo de un margen (VAR. *gayanus* y *tridentatus*) o de ambos márgenes (VAR. *bisquamulatus* y *polycladus*). Los racimos tienen de 4 a 9 cm de longitud y contienen aproximadamente 17 pares de espiguillas. Cada par de espiguillas está conformado por una espiguilla sésil y una pedicelada. La espiguilla sésil tiene hasta 8 mm de longitud, incluyendo un cayo oblongo de aproximadamente 1 mm de longitud; consta de dos flósculos encerrados por dos glumas: 1) una gluma inferior que es lanceolada y aplanada en su parte posterior, con muchas nervaduras entre la ranura central y las quillas laterales, y 2) una gluma superior que es mútica. El flósculo superior es hermafrodita y presenta una lema bilobulada con una arista conspicua de 10 a 30 mm de longitud; el flósculo inferior es estéril y se reduce a una lema malma.

La espiguilla pedicelada tiene la forma de una elipse estrecha de 5 a 8 mm de longitud; su gluma inferior (ocasionalmente también la superior) presenta una arista de 1 a 10 mm de longitud. Esta espiguilla también está compuesta por dos flósculos: el superior es masculino y el inferior es estéril.

Por tanto, cada par de espiguilla sólo puede producir una cariósida la cual es oblonga planoconvexa, de 3 mm de longitud y de 0.75 mm de anchura. el color de su cubierta, producido por una antocianina, es morado. El escutelo y el embrión son grandes.

3.1.3 Germoplasma

Bowden (1963b) también plantea que esta variedad ha recibido poca atención en lo que concierne a la recolección de germoplasma, a causa probablemente de que la especie es de polinización cruzada. Los especialistas en germoplasma consideraron que la recombinación continua de genes proporcionaba suficiente variabilidad. Se estima que actualmente no hay más de 120 variedades diferentes representadas en las dos colecciones mundiales de germoplasma de especies forrajeras tropicales en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Este número incluye una nueva colección del CIAT de 36 muestras recientemente colectadas de una serie de hábitat en Tanzania y Zimbabwe.

En América del Sur, la introducción de germoplasma de Andropogon gayanus data de 1942, cuando el Andropogon gayanus VAR. polycladus (squamulatus) fue introducida en Brasil. A pesar de los resultados positivos obtenidos inicialmente, esta variedad no alcanzó etapas más avanzadas de evaluación; se supone que OCURRIO así, entre otras razones, por la dificultad de producir su SEMILLA

3.1.4 Adaptación de la especie

Bert grof (citado por Ferguson et al., 1984) introdujo esta gramínea en Colombia en 1973, donde se denominó CIAT 621. Esta introducción ha sido ya liberada como cultivar (o variedad comercial) en los siguientes países:

En 1980 en Colombia, donde recibió el nombre de 'Camarigua 1'; en Brasil como 'Planaltina'; en 1982, en Venezuela como 'Sabanero' en Perú como 'San Martín'; en 1983, en Panamá, como Veranero.

Faria et al., (1982) reportaron que el Andropogon gayanus se adapta muy bien a regiones donde la temporada seca es bastante larga (hasta siete meses), presenta un amplio rango de adaptación en suelos fértiles e infértiles, tolera los suelos ácidos con altos contenidos de aluminio, alcanza un buen desarrollo en zonas con precipitaciones entre 900 y 1500 mm, quemas periódicas y pastoreo continuo. Además es un buen productor de semillas, posee habilidad para permanecer verde durante gran parte de la época seca.

3.1.5 Atributos principales

Skerman et al., (1992) menciona los atributos principales de esta especie :

Excelente crecimiento y producción de materia seca en suelos ácidos e infértiles con insumos mínimos. Asimismo, tolerancia excepcional a la sequía, la quema y los altos niveles de saturación de aluminio; bajos requerimientos de fósforo y nitrógeno. Estos autores no reportaron que esta especie sufra de enfermedades o ataques importantes de insectos. Excelente capacidad para producir semillas, gran compatibilidad con leguminosas, adaptación a sistemas de establecimientos de pastos de bajo costo, cualidades nutritivas aceptables y alta ingestión debido a su elevada palatabilidad.

La producción de pasto puede alcanzar más de 20 ton/ha de materia seca en la época de lluvia y 4 ton/ha en la época de verano (CIAT ; FONAIAP, 1983).

Si se considera que el Andropogon gayanus tiene un 30 % de materia seca a los 50 días, la producción de materia verde se puede estimar en 60 toneladas en la época de lluvia. Por su alto rendimiento en forraje puede soportar una carga animal de 3 U.A/ha en la época de lluvia y de 1 a 1.5 U.A/ha en la época de sequía.

3.2 Características de la floración de Andropogon gayanus

Se sabe que el Andropogon gayanus se reproduce sexualmente, que la fertilización cruzada de esta gramínea ocurre principalmente por polinización eólica y que el factor principal que influye en la floración es el fotoperíodo (Foster, 1962).

Tompsett (1975) citado por Ferguson (1981) estudió la respuesta de la floración de Andropogon gayanus a diferentes fotoperíodos, y concluyó que es una especie de días cortos cuyo período crítico oscila entre 12 y 14 horas. Las plantas de menos de seis semanas de edad presentan una fase inmadura en la cual, no son estimuladas a florecer por el fotoperíodo inductivo. Se requirieron como mínimo, cinco ciclos inductivos consecutivos para inducir la iniciación floral. Este mismo autor reportó que la temperatura óptima para la floración es de 25 °C y que las temperaturas nocturnas inferiores a los 20 °C retrasan notoriamente la floración de esta gramínea.

Foster (1962) citado por Ferguson (1981) reportó que la floración de esta gramínea suele permanecer en la planta durante 60 días aproximadamente, en tanto que Mishara y Chatterjee (1968) observaron que la emergencia de la espiga duraba cuatro semanas.

Andropogon gayanus (Planaltina), fue estudiado en Brasil (latitud 15°S) por De Andrade et al., (1983) quienes informaron que en esa área, la variación de la fecha de inicio de la floración, en tres años consecutivos, después de sembrado el pasto, era escasa; que cada año había un aumento rápido (sin exceder de una semana) hasta la máxima floración; que el porcentaje de macollas fértiles oscilaba entre 50 y 80%, la densidad de las inflorescencias era de 200 a 275 por m²; y el tiempo entre la primera floración y la madurez de cosecha se hallaba en un rango de 36 a 44 días. Y 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., 1984) y en Cali (latitud 3°N) a los 29 días después de la máxima floración (CIAT, 1980).

La respuesta de la floración determina donde y cuando pueden ser producidos los cultivos de semilla de determinados cultivares, lejos de su ambiente nativo. El Andropogon gayanus florece en días cortos, pudiendo producir dos y tres floraciones masivas entre noviembre y abril.

Haggar (1966) citado por Ferguson (1981), informa sobre una fuerte respuesta positiva de la densidad de las inflorescencias a la aplicación de nitrógeno.

Skerman et al., (1992), reportan que las bajas temperaturas también puede afectar la antésis a través de su influencia en el crecimiento y la maduración de los flósculos bajo condiciones adversas y por ello el tiempo que le toma a las inflorescencias individuales para completar la antésis puede aumentar considerablemente.

3.3 Respuesta del pasto a la aplicación del nitrógeno

Hensel (1970), demostró como la falta del suministro de nitrógeno, limita el aumento de la productividad del pasto, siendo el principal factor limitante del incremento de la productividad de los pastizales y es el elemento más eficaz para aumentar la producción de pastos. Cuando la necesidad de otros elementos se satisfacen, la adición de niveles crecientes de Nitrógeno puede con frecuencia conducir a un considerable incremento de la producción. Las gramíneas pueden obtener Nitrógeno por diferentes vías, pero las fuentes más importantes son los fertilizantes y la leguminosas que crecen en asociación con ellas. La forma de obtener la máxima producción de las gramíneas es con la aplicación de fertilizantes artificiales, con elevado contenido de nitrógeno.

Skerman et al., (1992) postulan que está ampliamente demostrado que los pastos responden a los fertilizantes y que estos aumentarían el rendimiento y la calidad del forraje. El nitrógeno es el elemento al cual responden más los pastos, seguido por el fósforo. En Nicaragua la fertilización de los pastos no está muy generalizada, se practica en las explotaciones intensivas de leche y carne; estas aplicaciones generalmente se hacen manualmente y al boleo.

Febles, 1981; (Pérez et al., 1984, 1987) reportan que el nitrógeno es uno de los factores que poseen mayor influencia sobre la producción de semillas, ya que no solamente en algunos pastos tropicales adelanta la floración, sino que influyen sobre componentes del rendimiento, como la cantidad de tallos generativos por área.

González et al., (1988) demostraron que en Cuba, resulta inferior el rendimiento de semilla por debajo de 160 kg/ha, mientras que en Australia lo es hasta en dosis por encima de 240 kg/ha. La mayor eficiencia del nitrógeno en el suelo australiano que en el cubano puede ser motivado por las diferencias en contenido de materia orgánica en ambos suelos.

Las aplicaciones del fertilizante de mantenimiento contendrían algunos o todos los nutrimentos aplicados durante el establecimiento (Fosforo, Potasio, Nitrógeno y Azufre). Nuevamente las cantidades que causarían respuestas económicas favorables varían según muchos factores, como la fertilidad natural del suelo, los costos de los fertilizantes y el valor de la semilla. El nitrógeno puede tener efectos positivos en el rendimiento de semilla. Haggar (1966) informó que el rendimiento de semilla se triplicó al aplicar 224 kg/ha de nitrógeno, este incremento se vio asociado con una mayor densidad y longitud de inflorescencia. 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/ha de nitrógeno, con momento de la aplicación inmediatamente después del precorte.

Según el CIAT (1966) existe una respuesta en la producción de semilla de los pastos una vez que se han fertilizado, algunos estudios mencionan un efecto positivo en dependencia del momento de aplicación de la fertilización, con el único propósito de alcanzar una forma más eficiente en la producción de semillas.

3.4 Prácticas culturales

Las prácticas culturales más importantes para la producción de semilla en la época del establecimiento comprenden la densidad de siembra, la fecha de siembra, y la aplicación de los fertilizantes; tanto Bowden (1963) como Ferguson (1981) hacen referencia a la densidad de siembra (kg/ha) de la semilla pura que germina (SPG). Ferguson (1981) proporcionó guías para utilizar cualquier lote de semillas, según se desee uno de tres niveles de población de plantas así como el nivel de riesgo involucrado en esa operación mediante la siguiente fórmula:

$$D S L S \text{ (kg/ha)} = \frac{SPG \text{ (recomendado(kg/ha))}}{SPG \text{ en lote de semilla}} 100$$

Donde:

DSLS (kg/ha) = Densidad de siembra para lotes de semillas.

SPG = Semilla pura que germina.

Las cantidades recomendadas oscilaron entre 0.75 y 1.25 kg/ha de SPG. Una amplia experiencia de campo ha indicado que las densidades de siembra de 10 a 15 kg/ha para la semilla cruda y de 4 a 5 kg/ha, para la semilla clasificada, resultaron en un establecimiento satisfactorio de la gramínea, en condiciones normales (Ferguson, 1981).

En cualquier región geográfica, la duración del ciclo de crecimiento de la planta determina la expansión y la productividad de las áreas productoras de semilla. Cuando el objetivo es obtener un alto rendimiento de semilla en los años del establecimiento de la gramínea, se requiere de un período de desarrollo de cuatro meses como mínimo, entre la emergencia de la plántula y el tiempo de inducción de la floración. Las siembras tardías, en que no se presenta este período mínimo, determina un menor rendimiento potencial de semilla.

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 requieran sólo pueden calcularse mediante la investigación y la experiencias hechas a nivel local. Las áreas en rebrote tienen una población básica de plantas establecidas.

El manejo corresponde al de un nuevo ciclo de crecimiento que comienza con el inicio de la estación lluviosa.

Las prácticas culturales más comunes para la producción de semilla en áreas de rebrote son el precorte, realizado de 8 a 10 días antes del inicio de la floración y la aplicación de fertilizantes, entre ellos, 50 a 75 kg/ha de N_2 inmediatamente después del precorte (Ferguson, 1981).

Entre las prácticas culturales importantes están el precorte (corte anterior a la cosecha) o manejo por defoliación y la fertilización de mantenimiento (Andrade y Thomas, 1984).

3.5 Rendimiento y producción de la semilla

Para las condiciones del trópico seco la cantidad y distribución de las lluvias son factores importantes a considerar, si se desea que los cultivos de semilla tengan una buena oportunidad de recibir suficiente humedad (Bowden, 1963) enfatizó la necesidad de precipitaciones adecuadas y bien distribuidas, particularmente durante la formación de carióspsides en la inflorescencia, para obtener altos rendimientos en la producción de semilla.

Skerman et al., (1992) menciona que por lo general los cultivos de gramíneas crecen y maduran más lentamente bajo condiciones frescas, pero los rendimientos máximos se mantienen durante el período más largo lo que permite una mayor flexibilidad en la cosecha.

Los rendimientos se pueden reducir considerablemente debido a condiciones extremas de temperatura así; los experimentos en ambientes controlados han demostrado que las temperaturas altas durante el día y las bajas durante la noche, pueden inhibir la producción de inflorescencias bajo longitudes de días apropiados.

3.6 Cosecha de la semilla

Ferguson (1981), plantea que el enfoque adoptado para la cosecha de la semilla está influenciado por muchos factores, de los cuales, sobresalen la disponibilidad relativa y el costo de las cosechas combinadas que se comparan con la labor manual, las condiciones climáticas y el tamaño del área a cosechar.

García y Ferguson (1984) han descrito algunos métodos de cosecha: En América Latina se ha practicado extensivamente la cosecha manual de la gramínea en pie. Este método tiene tres fases:

a) Corte de los tallos florecidos, b) Apilamiento y sudado de los tallos florecidos, de las inflorescencias y las espiguillas, c) Separación de las espiguillas (o trillado ligero).

El CIAT (1980), García y Ferguson (1984) informaron sobre una comparación de la eficiencia relativa de los diferentes métodos de cosecha. Aunque la recolección de semilla caída ofrece el mayor porcentaje de germinación, la cosecha manual de la gramínea en pie proporciona generalmente, el mayor rendimiento de semilla. La cosecha con combinada por lo regular, da rendimientos que son en un 50% menores que los obtenidos mediante una cosecha manual eficiente de la gramínea en pie (Ver Cuadro 1.

CUADRO 1. Comparación del Rendimiento de Semilla Pura¹ de Andropogon gayanus con cosecha manual y con combinada.

EPOCA DE COSECHA	RENDIMIENTO DE SEMILLA PURA ¹ (kg/ha)	
	Cosecha Manual	Cosecha directa con combinada
Enero 1978	69	32
Agosto 1980	32	19
Septiembre 1980	49	29
Julio 1981	51	23
Promedio	50	26

Fuente: García y Ferguson, 1984.

* Semilla pura significa espiguillas sésiles con cariósides.

3.7 Beneficio de la semilla

El beneficio que reciba la semilla de Andropogon gayanus depende mucho del método de cosecha empleado y de la condición en que debe entregarse la semilla a sus consumidores, es decir, a los ganaderos. Si la semilla se destina a un mercado regional o para siembras manuales, bastará con someterlas a las etapas de prelimpieza y secado. Las etapas adicionales como la limpieza, desaristado y clasificación elevan mucho el costo de la semilla y sólo se justifican cuando se requiere que el contenido de semilla sea más alto y su fluidez mayor, condiciones que la disponen mejor para la siembra mecánica o que hacen mas fácil y económico su transporte (Ferguson, et al., 1984).

Los objetivos del beneficio de la semilla son el mantener la viabilidad de la semilla, reducir su contenido de material inerte (malezas y otros componentes), y facilitar su manejo para almacenarla y sembrarla.

El beneficio de la semilla de Andropogon gayanus es difícil a causa de las características de las espiguillas (aristas, espiguillas estériles, pubescencias, bajo peso) 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, pueden haber partículas de suelo y polvo. Por lo tanto esta semilla, difícil de manejar, se caracteriza por su escasa fluidez y su beneficio completo es un proceso lento, complicado y costoso. De aplicarse a la semilla un beneficio completo, la secuencia normal de operaciones es el secado, prelimpieza o desbrozado, remoción de la arista, limpieza y clasificación (García y Ferguson, 1984).

Del beneficio resultan tres clases de semillas:

Semilla cruda. Es una clase de semilla de composición muy variable que se obtiene después de realizar la prelimpieza y el secado. Su composición depende mucho del grado de prelimpieza efectuado y sus características en general, son las siguientes: poca fluidez, por la presencia de las aristas; baja relación peso/volumen:

aproximadamente 40 kg/m^3 , bajo contenido de semilla pura: alrededor de 20 y 30 % ; y un contenido alto (70 y 80 %) de materia inerte. Esta clase de semilla muy útil en los comercios locales donde se ofrece para la siembra manual es la que suele producirse con mas economía.

Semilla limpia y semilla clasificada. De estas dos clases de semillas, la primera ha cumplido la etapa adicional de limpieza y la segunda además de la limpieza, ha pasado por cierta clasificación, por consiguiente, su costo es mayor. Al compararlas con la semilla cruda, estas semillas tienen mayor fluidez, su relación peso/volumen es de 60 kg/m^3 es mas alta, su contenido de semilla pura alrededor de 40 y 50 % es también mayor, y su contenido de materia inerte 50 y 60 % es menor. La semilla limpia y la semilla clasificada poseen un valor agronómico más grande, son adecuadas para la siembra mecanizada, y tanto su transporte como su almacenamiento son mas fáciles. En la práctica, la mayor parte de los lotes de semilla poseen características intermedias entre las de la semilla cruda y aquellas de la semilla clasificada (Ferguson et al., 1984).

Los lotes de semilla de Andropogon gayanus ofrecidos para la venta son extremadamente variables tanto en composición física como en calidad final de la fracción de semilla pura. El Cuadro 2, presenta una síntesis de las características de las semillas crudas y clasificada.

CUADRO 2. Composición de dos clases contrastantes de semilla de Andropogon gayanus según el grado de beneficio que reciban.

CARACTERISTICAS	SEMILLA CRUDA ^a		SEMILLA CLASIFICADA ^b	
	Prom.	Rango	Prom.	Rango
Del lote de Semilla				
Cont. de semilla pura, en peso (%)	20	5-35	40	25-60
Materia Inerte en peso (%)	80	65-96	60	40-75
Densidad de la masa de semilla (kg/m ²)	40	34-45	60	50-70
Contenido de semilla pura que germina, SPG, en prom. (%)	6	0.5-17.5	20	5-48
De las espiguillas sésiles				
Espiguillas aristadas, en núm. (%)	80	70-90	20	5-30
Espiguillas Llenas ^c , en núm. (%)	25	10-40	40	30-60

a: Antes de la limpieza previa o con una limpieza mínima antes del acondicionamiento (prelimpieza).

b: Después de recibir la secuencia completa del beneficio.

c: Llenas se refiere a la presencia de la cariósida.

Fuente: García y Ferguson, 1984.

En resumen, los valores promedios de Semilla Pura Germinable (SPG) para los lotes de semilla cruda y clasificada (obtenidas por clasificación mecánica) son de aproximadamente 6 y 20 %, respectivamente, lo cual implica una diferencia potencial aproximada del triple en los valores de la emergencia de campo. En la práctica, la mayoría de los lotes de semilla comercial tienden a presentar valores intermedios.

Ferguson et al., (1964) afirman que el secado es una etapa muy importante del beneficio de la semilla, puesto que oculta los mayores riesgos de pérdida de la viabilidad y del vigor de las semillas. Su objetivo es reducir el contenido de humedad de las semillas hasta un nivel apropiado (10 y 11 %) para su almacenamiento, y debe tardar en lograrlo no menos de cinco días.

El sistema de secado dependerá, en buena parte, de los volúmenes de semilla que deben manejarse y de las condiciones ambientales imperantes en la época de madurez. El sistema más práctico y económico siempre que el clima permita aplicarlo es el secado natural.

3.8 Calidad de la semilla

Las semillas desempeñan una función esencial en el proceso complejo de establecimiento o regeneración de pasturas. Ahora bien, hay aspectos importantes de la producción de semillas relacionados con la calidad de éstas como análisis, control, e interpretación de resultados que han adquirido mayor importancia a medida que se amplia cubierta con pasturas mejoradas en los diferentes países (CIAT, 1991).

Varias características indican la calidad de la semilla, y esta no pueda definirse así por un parámetro único. En cada especie vegetal puede haber componentes de calidad diferentes.

La palabra calidad adquiere así, significados diversos para cada una de las personas involucradas en el proceso de producción, distribución, comercialización y utilización de la semilla. El comerciante por ejemplo se interesa por el valor económico de los lotes de semilla y por la necesidad que tiene ésta de recibir beneficio, almacenamiento y comercialización. Para el productor de semilla es importante el contenido de humedad de ésta, el tipo de impurezas presente en ella y la posibilidad de venderla. El técnico por su parte se preocupa por las pruebas que permitan evaluar, de manera razonable, los diversos componentes de la calidad de la semilla, teniendo en cuenta las relaciones que existen entre esa evaluación y la legislación vigente de semilla. Los diversos componentes de la calidad de la semilla son determinados por pruebas específicas. (CIAT, 1991)

En su mayoría, las semillas de las gramíneas no presentan condiciones para ser sembradas inmediatamente después de la recolección, pues su germinación es generalmente baja, debido a que en ocasiones no han alcanzado un completo desarrollo en el momento de la cosecha (Besnier y Romero, 1965) o están dormática aunque maduras (Roberths, 1972; Febles y Padilla, 1975).

También puede deberse al efecto combinado de ambos factores como producto de la falta de sincronización en la floración (Machado et al., 1984).

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 (Ferguson, 1991).

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. A nivel nacional o local, el componente "otras semillas" puede subdividirse aún más, en semillas de cultivo o semillas de malezas, según lo que se haya definido en la localidad. En comparación con las gramíneas que no producen residuos, los lotes de semilla de Andropogon gavanus 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 del material inerte (espiguillas vacías, material de tallos y hojas, polvo, etc.) Bajo "otras semillas" se consideran

también semillas livianas o cubiertas por estructuras desechables, especialmente en las gramíneas de porte alto, como *Pennisetum* spp. y *Digitaria* spp.

Inicialmente, el análisis de pureza de semilla de Andropogon gayanus era entorpecido por la dificultad de distinguir entre las espiguillas sésiles con una carióspside 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, una determinación "indirecta" del contenido de semilla pura se hace mediante un procedimiento de tres pasos:

- 1). Se estima el contenido de espiguillas sésiles (peso porcentual) en una muestra del lote de semillas.
- 2). Se estima el contenido de carióspsides en una submuestra de las espiguillas sésiles (número porcentual).
- 3). Se calcula el contenido de semilla pura del lote de semilla mediante la fórmula siguiente:

$$S P L = \frac{\text{Contenido de espiguillas} \times \text{Contenido de cariósides}}{1.123}$$

Donde :

S P L = Semilla pura del lote.

1.123 = Constante que representa una relación promedio predeterminada, fundada en el peso, entre las espiguillas con cariósides y las que no lo 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.

Por todo lo anterior, se decidió adoptar el trabajo de Larsen (1980) el cual presenta una equivalencia de semilla pura ajustada en vez de indirecta y hacer además una determinación específica para la muestra respecto a la relación de peso, entre las espiguillas con cariósides y aquéllas que no la tienen.

El método ajustado para la determinación de semilla pura tiene la ventaja adicional de separar las cariósides individuales, lo que permite hacer luego estimaciones del peso unitario de esas cariósides y de las proporciones de semilla pura madura e inmadura.

La frecuente aparición de semilla inmaduras en la fracción de semilla pura definida por la International Seed Testing Association (ISTA) como "espiguillas sésiles que contienen una cariósida de cualquier tamaño" (ISTA, 1985) así como la calidad fisiológica muy bajas 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.

La calidad fisiológica comprende la evaluación de la prueba de Germinación, Viabilidad en Tetrazolio (conocida también como Prueba Bioquímica), Emergencia en el suelo y el Vigor.

La prueba de germinación es el análisis clásico, y el más común, para determinar la viabilidad de las semillas en el medio agrícola. Esta prueba evalúa la capacidad de germinación de una semilla en condiciones ideales de luz, temperatura y humedad.

Muchas personas creen que la germinación es sinónimo de calidad, lo cual no es acertado decirlo para las semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales, en las cuales la latencia y la dureza confunden generalmente la expresión de la Viabilidad (RIEPT, 1988).

La prueba de Viabilidad en Tetraxolia fue desarrollada más recientemente y es de mucha utilidad en las semillas latentes de gramíneas. Con ella se calcula rápidamente la porción de semillas vivas y muertas presentes en una muestra. Sin embargo como no es posible definir con ella la capacidad de germinación, no es generalmente un buen indicador del desempeño de la semilla en el campo. Esta prueba se usa mucho para conocer la calidad de lotes de semillas que se están negociando entre productores y firmas comercializadoras, pues, hacerla no requiere mucho tiempo. Todos los laboratorios de análisis, o los programas de semilla, deberían capacitar analistas para realizar esta prueba. Desafortunadamente su importancia y utilidad se ha reducido en favor de la confianza exagerada que se ha puesto en la prueba de Germinación (Usberti, 1982).

Se puede calcular el número de semillas germinables o viables, de un lote de semillas de gramíneas determinando el peso de las semillas puras o el de las carióspsides solas. Una metodología para establecer el peso por unidad de semilla de Andropogon gayanus, como complemento al análisis de pureza convencional, se describe: la viabilidad de las semillas que presentan sus mayores valores en la época de la madurez fisiológica, y ésta, a su vez, es definida por el peso máximo que alcanza la semilla en el proceso de maduración.

En Andropogon gayanus, los lotes de semilla, cuyo peso de cariósides es menor que 100 mg/100 semillas, probablemente presentaran un alto contenido de semillas inmaduras y, en consecuencia, baja viabilidad (Hopkinson y English, 1985).

Los lotes de semillas individuales, en especial inmediatamente después de la cosecha, varían en sus valores de viabilidad y 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 la latencia. Los valores de germinación de la semilla pura normalmente se hallan en el rango de 30 a 60 %. El tamaño o peso unitario de las cariósides puede variar considerablemente y tanto el tamaño de las cariósides como la germinación de la semilla parecen estar interrelacionadas positivamente y que podemos observar en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Comparación entre los promedios de tamaño y germinación de la semilla de seis lotes de semilla producidos en las localidades de Colombia y Brasil.

COMPONENTES DE CALIDAD	VALORES PROMEDIO (n=6)	
	Colombia	Brasil
Peso unitario (mg/100):		
de cariósides	85	105
de espiguillas Llenas ^a	295	317
Germinación (%) ^b	27	68

a: Las espiguillas Llenas o de semilla pura son aquellas espiguillas sésiles que contienen un cariósido.

b: Porcentaje según el número.

Fuente: CIAT, 1984b.

El contenido de humedad se mide por la pérdida de peso de las semillas durante el secamiento. Este se hace en hornos con temperaturas de 103°C, hasta que las semillas alcancen un peso constante; la pérdida de peso se expresa como porcentaje del peso inicial húmedo de las semillas. La información que se obtiene con esta prueba es importante y se utiliza al tomar decisiones sobre la madurez del lote, la necesidad de someterlo a secamiento y las instalaciones necesarias para darle beneficio, empaque y almacenamiento (ISTA, 1985).

Los índices compuestos de calidad muestran, en un solo valor, la combinación de dos o más componentes simples de la calidad de la semilla. El índice más común es el de "Valor Cultural" (VC). Generalmente este término se refiere a semillas puras germinables (SPG) o a semillas puras vivas (SPV). El cálculo de estos índices se hace de la siguiente manera:

$$VALOR CULTURAL = \frac{P \times G}{100}$$

Donde:

P= Semilla pura del lote (% del peso) y

G= Germinación (% del número)

ó también :

$$VALOR CULTURAL = \frac{P \times T}{100}$$

donde :

P= Semilla pura del lote (% del peso) y

T= Viabilidad en Tetrazolio (% del número).

Ambos índices se expresan como porcentajes, pero matemáticamente son limitados porque contienen dos valores de unidades diferentes cada uno. Sin embargo, en la práctica son muy útiles para calcular las densidades de siembra que se aplicarán con determinado lote de semillas, y para comparar los costos de siembra de los lotes. La unidad de semillas germinables (USG) o la unidad de semillas viables (USV) son índices alternativos, posiblemente más útiles, que se expresan en número por kilo. Para calcular estos índices compuestos es necesario, además de las pruebas de pureza y de germinación (o de Tetrazolio), determina el peso unitario de las semillas puras. Teóricamente, los USG o USV ofrecen resultados más precisos. Sin embargo, al comparar estos con otros índices, se han obtenido valores semejantes entre ellos (CIAT, 1988).

Los agrónomos que prestan asistencia técnica en los cultivos de maíz, sorgo, arroz etc., están acostumbrados a hablar de densidades de siembra muy precisas, por ejemplo: 75 kg/ha. Este hábito refleja dos características de las semillas clasificadas, a saber, su alta y casi constante pureza y su poder germinativo que se supone relativamente alto. Tratándose de forrajes, la situación no es tan sencilla; desafortunadamente muchos agrónomos, técnicos y ganaderos suponen que la situación es similar, en consecuencia piensan en una densidad de siembra precisa y constante que, en la práctica, difícilmente se dá.

Por otro lado, cada especie tiene un tamaño de semilla diferente y, por consiguiente, un rango distinto de densidad de siembra. Por Ejemplo:

En gramíneas forrajeras, la situación es mucho mas compleja, y obliga a la utilización de " rangos " posibles según especie, grado de beneficio de la semilla, y calidad fisiológica de ésta. Un caso extremo son las posibles variaciones de la semilla de Andropogon gayanus. Un lote 1, por ejemplo, puede contener semillas crudas con poder germinativo muy deficiente, que permite una densidad de siembra en el rango de 15 a 20 kg/ha; al mismo tiempo, un lote 2 de semillas seleccionadas, cuya germinación es normal, puede utilizarse a una densidad de siembra de 6 a 8 kg/ha, tales variaciones hacen absolutamente imposible hablar de una densidad de siembra fija. (Machado y Ferguson, CIAT, 1988).

3.9 Rendimiento del Andropogon gayanus

El rendimiento de la semilla de Andropogon gayanus no es fácil de definir y es extremadamente variable en vista del sistema de producción imperante. Su estimación precisa se hace aún más complicada porque hay dificultades para obtener estimativos confiables del contenido de semilla pura. Los estimativos de rendimiento de semilla cruda tienen poca o ninguna utilidad y solamente los de rendimiento de semilla pura pueden emplearse para hacer comparaciones.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización del ensayo

El presente trabajo se realizó en el municipio de Santa Teresa, departamento de Carazo, en la finca propiedad del Sr. Carlos José Traña, ubicada a 3 km. al sur - oeste de dicho municipio.

4.2 Características climáticas

La zona se encuentra entre las latitudes $13^{\circ} 01'$ y $13^{\circ} 02'$ con una precipitación anual de 1550 mm, humedad relativa de del 70 %, temperatura promedio de 24°C , altura sobre el nivel del mar de 387 m, topografía semiplana y suelos franco arcillo - arenosos.

4.3 Descripción del área de ensayo

Para su descripción se tomó una muestra de suelo para su análisis físico a tres diferentes profundidades (15,30 y 45 cm). Tal análisis fue realizado en los laboratorios de la Facultad de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria. Los resultados del mismo se presentan en las Tablas N^o 20 y 21.

Posteriormente, el ensayo se estableció en el mes de junio con una densidad de siembra de 20 lb de Andropogon gayanus con una distancia entre surco de 0.75 m.

El estudio comprendió la evaluación de cuatro niveles de fertilización más el testigo, utilizando como fuente de nitrógeno la urea (46 %) que se aplicó en un solo momento antes del inicio del panzoneo.

Los diferentes niveles de fertilización que conforman los tratamientos son:

0% kg N/ha/año (Testigo).

25,50,75 y 100 kg N/ha/año.

4.4 Determinación del área de ensayo

Una vez seleccionada el área de ensayo se delimitaron las parcelas y los bloques con las siguientes dimensiones: Parcelas de $4 \times 3 \text{ m}^2$ con 0.75 m. de distancia entre cada parcela, y dos metros de distancia entre cada bloque, (hay que señalar que los espaciamientos entre parcelas y bloque estaban sembrados), con un área total por bloque de 60 m^2 lo que proporciona un área total del ensayo de 875 m^2 . Se dejó como protección 1.5 m. de distancia al inicio de cada bloque para compensar el efecto de orilla, factor que de no ser considerado provoca alteraciones en los resultados al momento de la evaluación.

Todo esto nos permite muestrear un área útil de 240 m². Después de eliminada la distancia entre parcelas (0.75 m), entre bloques (2 m) y el borde (1.5 m).

4.5 Descripción de las Variables y su Forma de Medición

En el presente estudio se consideró la medición de los siguientes datos:

- Altura de la planta (cm) y cobertura (%) a las 8 y 12 semanas del establecimiento.

A las 18 semanas de edad se tomaron los siguientes datos:

- Número de macollas por m².
- Número de tallos florales por macolla en un m².
- Número de macollas en el área útil.

Los siguientes datos se tomaron de una muestra al azar de diez plantas en cada una de las parcelas de los diferentes bloques, a las 20 semanas de establecido el pasto:

- Altura de la planta (m).
- Tamaño de la panícula (m).
- Peso (gr) y longitud (cm) de dos cabezuelas.
- Número de espiguillas por cabezuela.
- Número de raquis por tallo floral (Unidades).
- Número de raquisillos por raquis (Unidades).

- Peso de tallos florales frescos (g).
- Peso de tallos florales en el momento del aporreo (g).
- Peso de forraje verde al momento de la cosecha (g).
- Peso de la semilla al momento de su almacenamiento (kg).

Además de estas mediciones, se realizaron análisis de materia seca y porcentaje de humedad de la semilla al momento de la cosecha, aporreo y almacenamiento para cada uno de los tratamientos. Finalmente se practicaron el análisis de pureza y viabilidad de la semilla tomando una muestra por tratamiento.

Para determinar la altura promedio de las plantas, se tomaron al azar diez de ellas midiéndolas desde la base hasta donde inicia la curvatura de la hoja bandera.

La medida de la cobertura se realizó con un marco de madera con dimensiones de un m². Se le colocaron clavos a una distancia de 0.20 mts. en todo el marco, de tal forma que permitiera formar una red de 0.20 m por 0.20 m en cada uno de los cuadros que forman la red, al pasar sobre los clavos un mecate fino.

Una vez en la pastura se colocó el marco en el surco central y se procedió a estimar la cobertura de la misma, según la proporción aparente en que el pasto cubriera cada área de la red.

La fertilización se efectuó en el mes de octubre, antes del inicio del panconeo del *Andropogon*. Las diferentes dosis de fertilizante en evaluación se aplicaron a cada una de las parcelas sobre la superficie del suelo a chorrillo.

El número de macollas y tallos florales se determinaron en un área de un m² del surco central en el que se contaron las macollas y el número de tallos florales por cada una de las macollas dentro del metro cuadrado. asimismo, se contaron las macollas dentro del área útil de la parcela a las 18 semanas de edad.

La altura de la planta y tamaño de las panículas, se tomó midiendo la altura desde su base hasta donde comienza la primera inflorescencia, en cada una de las muestras al azar dentro de la parcela, y el tamaño de la panícula se tomó midiendo desde donde comienza la primera inflorescencia hasta la punta de la misma.

Para determinar el peso y longitud de las cabezuelas, se tomaron dos cabezuelas de cada una de las muestras, por cada una de las parcelas y se pesaron en el laboratorio. La longitud se determinó midiendo cada cabezuela con una cinta métrica.

El número de espiguillas por cabezuela se determinó por el conteo de las espiguillas de las cabezuelas, tomadas al azar en cada una de las parcelas.

Para determinar el número de raquis por tallo floral se contó el número de raquis existente en cada tallo floral de las muestras al azar de las parcelas.

Para la estimación del número de raquisillos por raquis, se contó el número de éstos por raquis para cada uno de los tallos de las muestras al azar.

En el caso de la estimación del peso de los tallos florales frescos al momento del aporreo, se pesó cada uno de los tallos de la muestra al azar en las diferentes parcelas, tanto en el momento de la cosecha como al momento del aporreo.

4.6 Cosecha y labores realizadas

El momento de la cosecha se determinó cuando la panícula comenzó a cambiar de color, esta al sobarla sin ejercer presión las semillas se desprendían con lo cual comprobamos la maduración de la semillas (a los 30 días del inicio de la floración) .

La cosecha se efectuó a inicios del mes de Diciembre, cosechándose en cada una de las parcelas los tres surcos centrales que comprendían en la parcela útil.

Una vez cosechada el área útil, se colocó el material de cada una de las parcelas en sacos separados, debidamente identificados.

El proceso de apilado, consiste en hacer montones o pilas con los tallos florales cosechados, pero en este caso no se realizó en vista a que el material cosechado era muy poco y había en la zona mucho viento. Debido a lo anterior, el material se ensacó durante siete días para que el proceso de sudado facilitara la maduración de las semillas que aún no había madurado al momento de la cosecha.

Durante el desarrollo del proceso de aporreo y prelimpieza de la semilla, se colocó una carpa para evitar que el viento esparciera la semilla al momento de realizar estas actividades. El aporreo, consistió en la separación de las semillas de los tallos florales, estos se agitaron suavemente unos contra otros, hasta que la semillas se desprendieran de los tallos florales.

Una vez aporreada la semilla se realizó una prelimpieza que no es más que la eliminación de hojas, tallos y todo aquel material vegetativo que no fuera semilla.

Las semillas fueron sometidas a un proceso de secado por espacio de cinco días con el objetivo de que alcanzara el peso deseado de almacenamiento que es de 10 a 14 % de humedad.

Antes de iniciar el proceso de almacenamiento de la semilla se pesó para calcular el rendimiento de semilla cruda/ha.

Para la determinación del contenido de materia seca se muestrearon cada una de las repeticiones (cuatro) para cada uno de los tratamientos (cinco), enviando al laboratorio bromatológico de la U.N.A muestras de 300 g por repetición, completando muestras de 1200 g por Tratamiento, de las cuales se obtuvieron cuatro valores hasta lograr una media por tratamiento.

4.7 Determinación de los análisis de calidad

La determinación de la calidad de la semilla consta de tres grandes etapas que son:

- 1.- Determinación del porcentaje de humedad de la semilla .
- 2.- Pureza física de la semilla.
- 3.- Análisis de viabilidad de la semilla.

La primera etapa que consiste en la determinación del porcentaje de humedad de la semilla , se realizó en tres diferentes momentos que son:

- a).- Humedad al momento de la cosecha.
- b).- Humedad al momento del aporreo.
- c).- Humedad al momento del almacenamiento.

Para realizar el análisis de humedad se tomó una muestra por tratamiento con dos repeticiones, las cuales se pesaron y luego se colocaron en el horno a 130°C por espacio de una hora. Después de transcurrido este tiempo, las muestras se sacaron del horno y se colocaron en un desecador por espacio de 30 minutos. El desecador no es más que un recipiente de vidrio con tapa en cuyo piso posee unos orificios en donde se termina de absorber la humedad que aún conserva la semilla.

Esta absorción de humedad se lleva a cabo por unos gránulos de SILICAGEL que se encuentra en el fondo del desecador.

Finalmente se sacaron las muestras del desecador y se pesaron nuevamente para obtener los datos que sirven en la fórmula de obtención del porcentaje de humedad que es la siguiente:

$$\% \text{ DE HUMEDAD} = \frac{\text{PESO HUMEDO} - \text{PESO RECIPIENTE}}{\text{PESO HUMEDO} - \text{PESO SECO}} \times 100$$

Igual procedimiento se utilizó en la obtención del porcentaje de humedad al momento del aporreo y almacenamiento de la semilla.

La segunda etapa correspondiente a la determinación de la pureza física de la semilla se realizó tomando como base las especificaciones de la International Seed Testing Association en cuanto a evaluación de pureza de semilla se refiere y que consta de dos partes fundamentales que son:

- a).- Forma modificada.
- b).- Prueba Internacional.

En la forma modificada se hace necesario hacer uso del método de optaneo el cual consiste en tomar el material de la muestra, homogenizarlo y dividirlo en ocho partes iguales, eliminando al azar cuatro partes. Este proceso se repite hasta obtener una submuestra de 10 gramos que se necesitan en la determinación de la pureza física de la semilla.

Una vez obtenido los 10 gramos se procede a clasificar la muestra en tres fracciones que comprende: semillas puras de la especie analizada, material inerte y otras semillas.

La semilla pura es aquella que está compuesta por la arista, espiguilla pedicelada y espiguilla sésil (contiene el cariósido) que son las tres partes de que se compone la estructura de la semilla, pero puede presentar dos de las tres partes anteriores. El material inerte son todos los restos de tallos, hojas, aristas sueltas, espiguillas pedicelada y la fracción otras semillas

comprende, semillas de malezas y de otro cultivo que no fuera de la especie en evaluación.

Concluida la separación de las tres fracciones se pesaron por separado y se sacó un porcentaje respecto al peso de la muestra (10 gramos); la suma de las tres fracciones juntas debe de totalizar el 100 %.

En la prueba internacional se trabajó con la semilla pura de cada una de las parcelas en la cual se hizo uso del método de optaneo antes descrito para obtener cien semillas, que se abrieron una a una, con el objetivo de constatar la presencia o no del carióspside separando el material en tres partes que comprende: **semillas llenas** que contiene el carióspsides, la **gluma** (espiguilla sésil, pedicelada y arista) y las **semillas vanas** que son aquellas que no contienen carióspsides. Posteriormente, se pesan por separado los carióspsides encontrados en las 100 semillas abiertas, la gluma y semillas vanas.

El procedimiento anterior lo empleamos para obtener cuatro repeticiones de 100 semillas en cada una de las muestras.

La unión de estas dos partes del análisis de pureza nos proporciona información esencial en la determinación del grado de pureza, madurez fisiológica y el valor cultural de la semilla.

En la tercera y última etapa consistió en el análisis de viabilidad de la semilla que se hace en ausencia de la prueba de germinación por el período de latencia que presentan las gramíneas y no es posible saber el grado de germinación de la semilla después de la cosecha, sabemos que la latencia puede ser exógena y endógena.

La prueba de viabilidad tiene como objetivos la determinación del porcentaje de semillas vivas y muertas, vigor, análisis rápido de las semillas latentes, detección del deterioro de la semilla, antes de que se haga evidente en los ensayos de germinación.

Las tres estructuras principales de la semilla que se relacionan con el análisis de tetrazolio son: las cubiertas seminales, embriones y sustancias de reserva distintas del embrión.

Para realizar el procedimiento del análisis de tetrazolio se tomaron tres repeticiones de cincuenta carióspsides por cada una de las parcelas, a los cuales se les acondicionó en un medio húmedo con el objetivo de reblandecer las cubiertas seminales y otras estructuras, lo que hace más cómoda y precisa la perforación, corte y eliminación de las estructuras innecesarias, permitiendo de esta forma la adecuada penetración de la solución, por un espacio de tiempo de seis a ocho horas.

El corte del carióspside se hace longitudinalmente a través del embrión dejando una de las partes para la prueba de tetrazol.

Para la preparación de la solución de tetrazolio se toma un gramo de tetrazol por 100 ml de agua destilada. También se puede utilizar agua del grifo para que esta presente un pH aproximado a siete.

El propósito de la tinción de los embriones y de los tejidos nutritivos de almacenamiento vivo (caso de existir) es posibilitar el reconocimiento de la presencia y situación precisa de tejidos normales, débiles pero vivos, críticamente débiles y muestras sin teñir.

Una vez preparada la solución de tetrazol las muestras de semillas deberán recubrirse completamente en la solución en un lugar oscuro o con la luz suave por espacio de seis a ocho horas, ya que si se exponen a una luz fuerte y por mucho tiempo, ésta debilita la solución de tetrazol, dando como resultado una coloración anormal de los tejidos.

Transcurridas las seis u ocho horas se procede a las lecturas de viabilidad de la semilla, que está regida por el ISTA la cual presenta los siguientes indicadores para determinar las semillas viables y no viables:

A. Viabiles:

1. Embrión completamente teñido.
2. Punta de la raíz sin teñir, el resto del embrión teñido.
- A. Menos de un tercio del escutelo fuera de la región central (nudo escutular) sin teñir, el resto teñido.

B. No viabiles:

3. Zona de la raíz casi sin teñir, el resto del embrión teñido.
4. La región central del escutelo (nudo escutular) sin teñir o más de un tercio del escutelo fuera de la región central (nudo escutular) sin teñir, el resto del embrión teñido.
5. Categorías 2,3 y 4 combinadas.
6. Partes de la plúmula sin teñir, el resto del embrión teñido.
7. Embrión completamente sin teñir o casi sin teñir.
8. Semillas sin embrión o semillas con embrión muy mal formado o dañado evita el desarrollo normal.

4.8 Diseño estadístico

Para efectos de análisis e interpretación de resultados, definimos la implementación del modelo de " Bloque Completamente Aleatorio " (B.C.A).

Se definió este arreglo factorial con el objetivo primordial de lograr un bloqueo homogéneo y completamente aleatorio. Dentro de este sistema se incluyó la siguiente base de datos :

Las variables respuesta a las que se realizó el análisis de varianza son:

SC12W : Semilla Cruda de la parcela útil (12 m²).

PSPA : Porcentaje de Semilla Pura Ajustada.

Kgfv : Kilogramos de Forraje Verde en 1 m².

% M.S : Porcentaje de Materia Seca.

% Viabilidad : Porcentaje de Viabilidad de Semilla.

Considerando lo antes señalado se definió el siguiente Modelo Aditivo Lineal (MAL) :

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \delta_j + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = ij -ésima observación.

μ = Media Poblacional

β_i = Efecto fijo del i -ésimo tratamiento

δ_j = Efecto fijo del j -ésimo bloque

ξ_{ij} = Error Experimental.

i = Niveles de Fertilización.

j = Bloques (1,2,3,4)

Los costos desde el establecimiento de una pastura hasta la producción, corte y almacenamiento de la semilla son muy variables, dependiendo en gran medida de: Área a cultivar (mz), cultivo anterior en el área, disponibilidad de mano de obra y precio de insumos. El análisis de costo se efectuó tomando en cuenta las etapas que implican el establecimiento del pasto (Preparación del suelo, cercado de área, material vegetativo, control de malezas, fertilización). Los costos se estimaron mediante las fórmulas siguientes:

Costo Unitario = Costos Totales/ Unidades Producidas.

Precio del kg de semilla que es de US 2.43. (Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, CNIA)

Se definió como costo fijo (C\$) la fracción económica que representa los costos en que se incurre en la preparación y acondicionamiento del suelo (labores de pre y post-siembra) los cuales son relativamente homogéneas en las diferentes zonas o regiones del país (Romplona, arado y gradeo), además incluye las labores culturales mínimas necesarias, tales como los controles mecánicos y químicos contra plagas y enfermedades que se ubican dentro del rango de lo normal o aceptable.

Los costos variables (c\$) son la fracción económica que representa los costos incurridos para la fertilización de una ha de cultivo con cada una de las dosis o niveles de fertilización propuesto en nuestro estudio, considerando el precio del insumo usado como fuente de Nitrógeno (Urea 46 %) en el mercado nacional al momento de su aplicación (Diciembre, 94)

El costo unitario correspondiente a cada kg de semilla cruda producido, en base a cálculos de rendimiento obtenido para cada uno de los tratamientos evaluados, se obtiene al sumar los costos (fijos + variables) y dividirlo entre la producción estimada de semilla cruda en kg, para cada uno de los niveles de fertilización evaluado.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

El periodo experimental tubo una duración de seis meses que comprendió entre el 22/06/94 y el 05/12/94. Cabe señalar que durante las primeras ocho semanas de este periodo hubieron pocas precipitaciones lo que afectó significativamente el desarrollo foliar y radicular del cultivo. Este factor tuvo mucha influencia al tomar la decisión de suprimir el corte de uniformidad para el cultivo, ya que el hecho de prescindir del corte fue con el objetivo de no arriesgar el ensayo y que al momento de la floración, el cultivo contara con un desarrollo foliar aceptable. El panzoneo como tal inicio el 20 de octubre aproximadamente y alcanzó su máxima expresión el 25 de octubre; una semana previo al inicio del panzoneo (15 de octubre) se procedió a la fertilización nitrogenada por tratamiento utilizando como fuente de nitrógeno la urea 46% . Se estimó como fecha aproximada de inicio de floración el 5 de noviembre, logrando alcanzar el punto máximo de floración entre el 26 y 27 de noviembre, asimismo la madurez y cosecha tuvieron lugar el 5 de diciembre 1994.

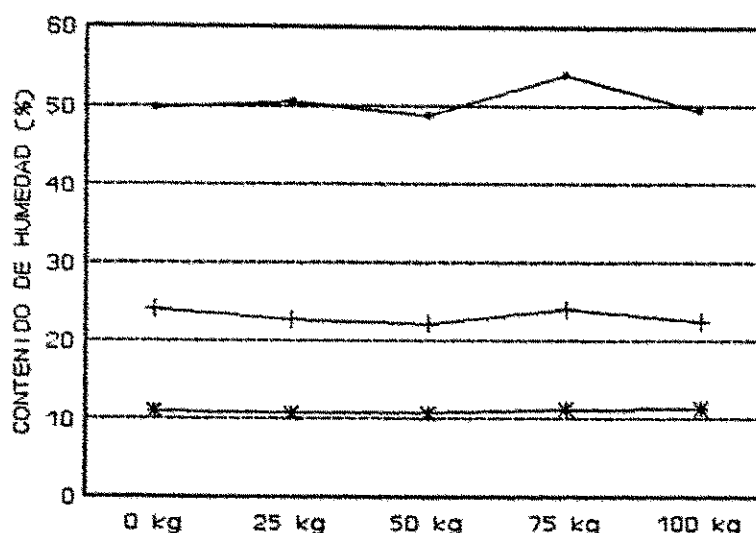
Según Bowden, (1964) en zonas de climas biestacional existe sincronización entre la floración y madurez de las gramíneas al final de la época húmeda, fenómeno que se observó en este ensayo.

Diulgheroff, et al., (1987) en Costa Rica, reportó fechas similares en lo que se refiere a fecha de siembra, inicio de floración, punto máximo de floración y cosecha. Con la excepción que en este ensayo (Diulgheroff) se practicó corte de uniformidad a los cuatro meses y fertilización a los 30 días después del corte de uniformidad. Este autor reporta casi el doble de inflorescencias por m^2 que los encontrados en el presente estudio esto se debe posiblemente a la poca lluvia y además a la aplicación del fertilizante y al corte de uniformidad que en nuestro caso, no realizamos.

HUMEDAD DE SEMILLA

Los resultados obtenidos en los tres diferentes momentos de determinación del contenido de humedad de semilla fueron satisfactorios, al punto de ajustarse a los parámetros establecidos internacionalmente para los productores de semilla de exportación y consumo (Gráfico N^o 1).

GRAFICO 1. PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA SEMILLA AL MOMENTO DE LA COSECHA, APORREO Y ALMACENAMIENTO.



	0 kg	25 kg	50 kg	75 kg	100 kg
% HDD COSECHA	49.82	50.51	48.8	54	49.34
% HDD APORREO	23.94	22.62	22.08	23.96	22.43
% HDD ALMACENAMIENTO	10.98	10.67	10.69	11.2	11.29

NIVEL DE FERTILIZACION



El porcentaje de humedad encontrado en las muestras son indicadores relevantes de la calidad de semilla producida (bajo el criterio de humedad de semilla ya establecido) bajo las condiciones de este ensayo, cabe destacar que dentro del criterio internacional para la selección y clasificación de semilla sexual para el establecimiento y desarrollo de pasturas de Andropogon gayanus, la prueba de humedad para los tres momentos evaluados (Cosecha, aporreo y almacenamiento), constituyen un criterio básico y fundamental en el control de calidad de dicho material vegetativo.

PRODUCCION DE SEMILLA CRUDA (kg/ha/corte)

La producción de semilla cruda no presentó diferencias significativas entre tratamientos $P > 0.05$. (Ver Anexo NQ 1).

La producción de semilla cruda para cada uno de los tratamientos se extiende desde 1.0667 hasta 1.3389 kg/corte. Presentándose el mínimo valor para el testigo, con una producción de semilla cruda de 1.0667 kg/corte seguido por los niveles 25, 50 y 75 kg/N/ha/año, con valores de 1.1424, 1.1462 y 1.1244, kg/corte respectivamente y el mayor valor obtenido se refleja en el mayor nivel de fertilización (100 kg/N/ha/año) con una producción de 1.3389 kg/corte.

Los rendimientos de semilla cruda encontrados en el presente trabajo, oscilaron en un rango de 888.92 a 1,115.75 kg/ha/corte donde el menor rendimiento se encontró en el testigo seguido por los niveles 25, 50 y 75 kg/N/ha/año, con 952, 955.17 y 937 kg/ha/corte respectivamente y el mayor rendimiento se observó en el nivel 100 kg/N/ha/año con un rendimiento de 1,115.75 kg/ha/corte.

Podemos señalar que aunque no existan diferencias significativas en el análisis estadísticos para esta variable al nivel de significancia ($P < 0.05$) esto pudo deberse a la falta de humedad en el suelo por períodos prolongados, que de haber habido más precipitaciones la eficiencia de aprovechamiento del fertilizante hubiera aumentado, favoreciendo más lo observado en las parcelas fertilizadas.

PRODUCCION DE SEMILLA PURA (kg/ha/corte)

Los resultados de semilla pura ajustada (SPA) oscilan entre 56.59 y 62.15%. Observándose el menor valor para el testigo con 56.59%, seguido por los niveles 25, 100 y 50 kg/N/ha/año con 57.44%, 58.39%, 61.73% respectivamente y el mayor valor se observó en el nivel 75 kg/N/ha/año con 62.15%, resultados similares fueron reportados por Ferguson (1983) que presentó valores promedios en semilla pura de 71.3% y un rango de 65 a 84% (forma modificada o Irlandés) y valores promedios según la definición del ISTA de 34.2% y un rango de 19 a 42% de semilla pura.

El análisis estadístico muestra que la EPA no presenta diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, aunque esto no implica que no existan diferencias reales en los rendimientos, en los niveles donde se aplicó mayor nivel de fertilización se obtuvieron mejores resultados. Lo que nos hace deducir que el fertilizante sí marcó diferencias reales, aunque no significativos al análisis estadístico. (ver Anexo NQ 1).

El alto contenido de semilla pura encontrado en el presente estudio se debe al método de cosecha que se efectuó (manual) pues Ferguson (1984) afirma que este método de cosecha presenta los mayores contenidos de semilla pura, mayores rendimientos de semilla, y los menores contenidos de malezas a diferencia del método de cosecha con combinada que por lo regular presenta rendimientos que son el 50% menores que los obtenidos mediante la cosecha manual eficiente de la gramínea en pie. Aunque este método presenta un menor porcentaje de germinación respecto a las semillas recolectadas directamente del suelo.

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) informaron que se encuentra en Panicum maximum. Estos autores hallaron que las semillas inmaduras

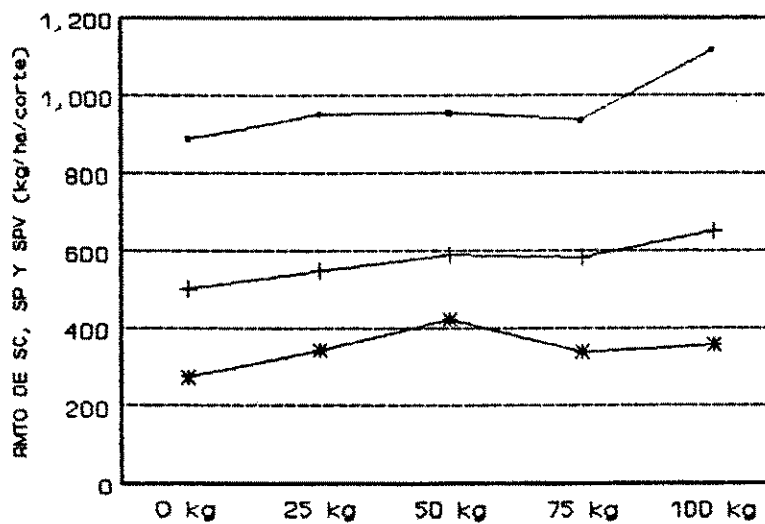
representaban, en promedio 40% de la fracción de semilla pura, y que los valores germinación, viabilidad y emergencia en el campo de la semilla inmadura fueron muy bajos en comparación con los de la semilla pura inmadura.

Los rendimientos de semilla pura encontrados en el presente trabajo oscilan en un rango de 503.04 a 651.49 kg/ha/corte presentándose el menor rendimiento para el testigo, seguido del nivel 25 kg/N/ha/año, con rendimientos similares se encuentran los niveles 50 y 75 kg/N/ha/año y el mayor rendimiento se presenta en el nivel 100 kg/N/ha/año. Estos resultados se pueden apreciar en la Tabla N^o 18.

A sí mismo, los rendimientos de semilla pura viva (SPV) oscilan en un rango de 273 a 422 kg/ha/corte donde el menor valor se encuentra en el testigo seguido por los niveles 25, 75 y 100 kg/N/ha/año con valores similares y el mayor valor se presenta en el nivel de 50 kg/N/ha/año (Ver Tabla N^o 19).

Los rendimientos de semilla cruda, semilla pura y semilla pura viva se ven reflejados en el gráfico No 2.

GRAFICO 2. RENDIMIENTO DE SEMILLA CRUDA, SEMILLA PURA Y SEMILLA PURA VIVA PARA CADA UNO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACION EVALUADOS.



	0 kg	25 kg	50 kg	75 kg	100 kg
RMTO SEMILLA CRUDA	888.92	952	955.17	937	1,115.75
RMTO SEMILLA PURA	503.04	547	589	582.35	651.49
RMTO SEMILLA PURA VIVA	273.4	343	422	339	357.02

NIVEL DE FERTILIZACION

VIABILIDAD

Los resultados del análisis de viabilidad oscilaron en un rango de 54.35 a 71.62 % obteniéndose el menor valor para el testigo con 54.35% seguido por los niveles 75, 25, 100 kg/N/ha/año con valores de 58.20%, 62.70%, 54.80% respectivamente y el mayor valor se observó en el nivel 50 kg/N/ha/año con 54.80%. Así mismo,

Ferguson, (1983) presenta valores de viabilidad de 51% con un rango de 12 a 93% (método modificado o Irlandés) y valores con un promedio de 20% y un rango de 3 a 46% (ISTA).

El análisis estadístico muestra que la viabilidad no marcó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos, pero si presentó diferencias reales ya que el valor de la viabilidad fue mayor donde la dosis de fertilizante fue mayor. (ver Anexo NQ 1)

En general, los valores de viabilidad son muy altos en la madurez fisiológica, los que disminuyen dependiendo de las condiciones de almacenamiento. La variación de la viabilidad en las diferentes parcelas se debe a las variaciones que se presentan en el contenido de semilla pura, en la proporción de semilla inerte y en la presencia de latencia.

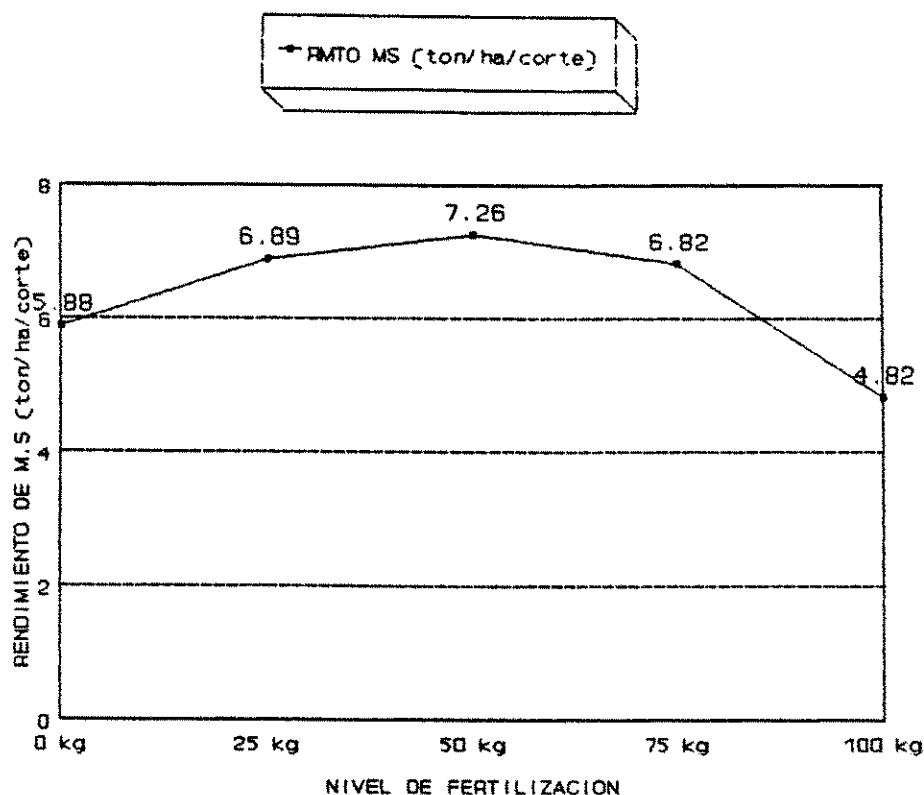
CONTENIDO DE MATERIA SECA (M.S) DEL FORRAJE

Los valores obtenidos en dicha prueba se extienden en rango del 35 al 38 % en contenido de materia seca, el mínimo valor encontrado se encontró en el testigo donde se encontró un 35.1 %, seguido por los niveles 100, 50, 25 kg/N/ha/año con 37.18%, 37.66%, 37.88% respectivamente y el máximo valor encontrado se ubicó en el tratamiento 75 kg/N/ha/año con un valor de 38.1 % en contenido de materia seca.

La producción de materia seca no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos lo cual se debió al alto coeficiente de variación encontrado. Como la causa de la no significancia entre los tratamientos se señalan, la poca humedad existente en el suelo al momento de la fertilización, disminuyendo en gran medida su aprovechamiento y utilización eficiente por el cultivo (Ver anexo NQ 1).

El rendimiento de materia seca encontrado en nuestro ensayo para cada uno de los tratamientos en evaluación, se muestran en el gráfico NQ 3 y tabla NQ 16. Este rendimiento se expresa en ton/ha/corte el cual presenta valores entre 4.82 y 7.26 ton/ha/corte encontrándose el mínimo valor en el mayor nivel de fertilización (100 kg/N/ha/año) seguido por el testigo con 5.88 ton/ha/corte y los niveles 25 y 75 kg/N/ha/año con valores de 6.82 y 6.89 respectivamente y el mayor valor se encontró en el nivel 50 kg/N/ha/año con 7.26 ton/ha/corte.

GRAFICO 3. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA PARA CADA UNO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACION EVALUADOS.

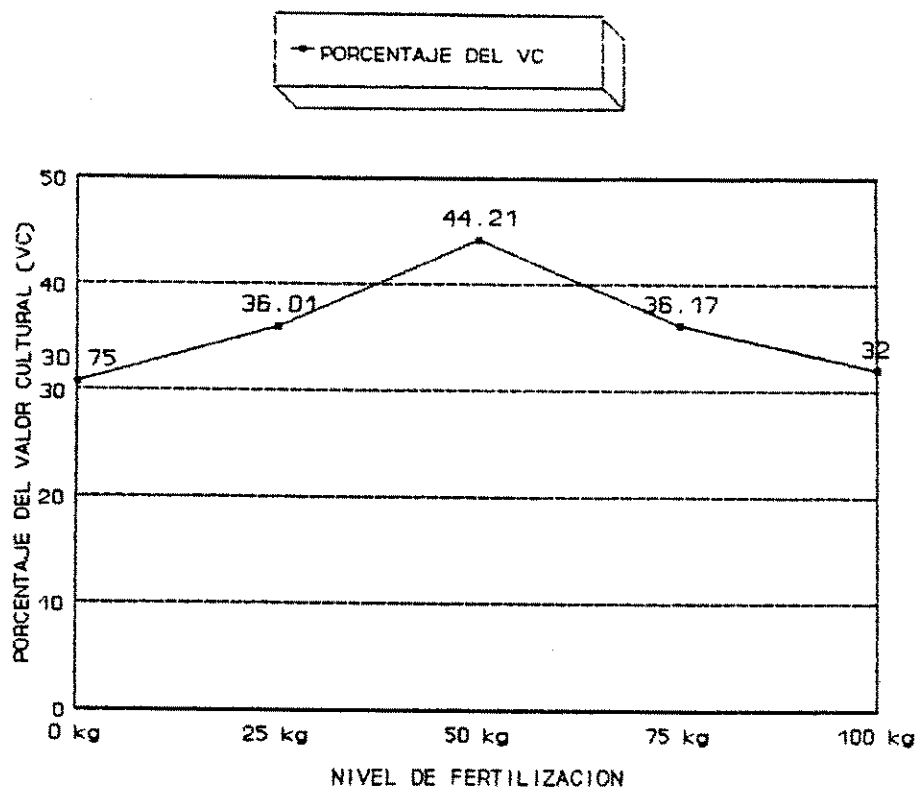


Debido a que la determinación de los principales componentes de la calidad de la semilla, tanto físicos (contenido de semilla pura) como fisiológicos (viabilidad y germinación), son de tal variabilidad el papel que desempeñan los índices compuestos de calidad son muy útiles. Uno de éstos índices es el valor cultural (VC) que combina la pureza del lote y la prueba del lote y la prueba de viabilidad en tetrazolio.

Encontramos un valor cultural (VC) para los diferentes tratamientos que oscilan en un rango de 32 a 44 %. Obteniendo el mayor Vc para el nivel de fertilización de 50 kg/N/ha/año y el menor para el nivel del 100 kg/N/ha/año (Ver tabla NQ 17). Este VC mínimo en Brasil y Colombia es del 10% (CIAT, 1991) y que en los resultados obtenidos en el presente ensayo supera en el doble. Podemos señalar que el Vc encontrado cumple con las normas establecidas como valores mínimos en otros países, si consideramos las condiciones en que se realizó la evaluación de las semillas, ya que ésta presenta una gran variabilidad de resultados en diferentes partes por lo que aún no se han podido establecer normas y valores estándar en la determinación de este índice, puesto que las condiciones ambientales, y métodos de cosecha y procesamiento de la misma, causan esta variabilidad de resultados (CIAT, 1988).

El hecho de que en nuestro caso el VC sea mayor que el reportado en Brasil y Colombia se debe quizás al método de cosecha, el ambiente, temperatura y a que éstas normas no son estándar en todos los países. Estos resultados también lo podemos ver reflejado en el gráfico NQ 4. En el país se reportan valores que van de 8 a 80 % (CNIA, 1995).

GRAFICO 4. PORCENTAJE DEL VALOR CULTURAL PARA CADA UNO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACION EVALUADOS.



Dentro de las mediciones realizadas durante el proceso de establecimiento y desarrollo de la sp. Andropogon gayanus, se determinaron una serie de variables, consideradas material de apoyo para fundamentar criterios al momento de seleccionar el tratamiento o nivel de fertilización más idóneo para este cultivo, dentro de este material se señalan las siguientes mediciones :

NUMERO DE TALLOS FLORALES Y ALTURA

Los promedios en cuanto al número de tallos florales por m² encontrados por cada uno de los tratamientos oscila entre 43 y 63 tallos florales siendo el valor mínimo para el testigo seguido del nivel 25 kg/N/ha/año teniendo en los valores intermedios a los niveles 50 y 75 kg/N/ha/año que presentaron valores similares y el mayor valor fue para el nivel 100 kg/N/ha/año. Estos resultados son menores a los reportados por Diulgheroff *et al.*, (1987). Por otra parte el promedio de altura de los tallos florales osciló en un rango de 1.55 a 1.80 m siendo el menor valor para el tratamiento con 50 kg/N/ha/año seguido por el testigo y el máximo valor para el tratamiento con 75 kg/N/ha/año seguido con valores similares en los tratamientos 25 y 100 kg/N/ha/año (Ver Tablas NQ 4 y 6).

Los resultados obtenidos en los promedios de tallos florales son mayores a los reportados por Billareal (1994) en San Carlos, Costa Rica, pero inferiores en cuanto a altura de tallos florales se refiere.

PESO PROMEDIO DE TALLOS FLORALES AL MOMENTO DE LA COSECHA

Se obtuvieron los pesos promedios de tallos florales para los diferentes niveles de fertilización siendo el menor peso para el testigo (9.69 g) seguido con resultados similares para los niveles 25 y 75 kg/N/ha/año y el mayor valor se encontró en el 100 kg/N/ha/año (10.46 g) seguido por el 50 kg/N/ha/año (Ver Tabla NQ 7). Estos resultados nos indican que hubo una respuesta del nitrógeno al peso de los tallos, puesto que los valores máximos se encuentran en los tratamientos donde se aplicó una dosis mayor de fertilizante.

ALTURA DE LA PLANTA AL MOMENTO DE LA COSECHA

Los promedios obtenidos en relación a la altura de la planta de los diferentes tratamientos presentó su valor mínimo en el testigo (1.56 m) seguido con valores similares en los niveles 25 y 75 kg/N/ha/año y el mayor valor para el nivel 50 kg/N/ha/año (1.79 m) seguido por el 100 y 50 kg/N/ha/año. Estos resultados son mayores a los reportados por Berroterán et al., en las Sábanas de Venezuela. (Ver Tabla NQ 8).

El valor mínimo para la variable número de macollas en el área útil fue para el testigo con 42.5 macollas, el valor máximo se encontró en el nivel 100 kg/N/ha/año (59.5) seguido con resultados similares el nivel 50 kg/N/ha/año. (Ver Tabla N^o 5).

NUMERO DE ESPIGUILLAS POR CABEZUELA:

Para esta variable se encontró el mínimo valor en el nivel 0 kg/N/ha/año con 10.46 %, seguido por los niveles 25, 50 y 75 kg/N/ha/año y el valor máximo se encontró en el nivel 100 kg/N/ha/año con 13.95 % (Ver Tabla N^o 9).

PESO DE CABEZUELAS POR PANICULA :

Para esta variable se encontró el mínimo valor en los niveles 75 y 100 kg/N/ha/año con 0.16 y 0.17 g por cabezuela respectivamente, seguido por los niveles 25 y 50 kg/N/ha/año y el máximo valor se encontró en el nivel 0 kg/N/ha/año con un peso de 0.19 g por cabezuela (Ver Tabla N^o 10).

LONGITUD DE CABEZULAS :

El mínimo valor obtenido se ubicó en el tratamiento 0 kg/N/ha/año promediando 6.41 cm seguido por los niveles 25, 50 y 75 kg/N/ha/año con 6.55, 6.49 y 6.74 cm y el máximo valor se encontró en el nivel 100 kg/N/ha/año donde se constato una longitud promedio de cabezuela de 7.35 cm (Ver Tabla NQ 11).

NUMERO DE RAQUISILLOS POR RAQUIS:

El mínimo valor obtenido se ubicó en el tratamiento 0 kg/N/ha/año con un promedio de 5.5 raquisillos/raquis, seguido por los niveles 25 y 50 kg/N/ha/año con 6.26 y 6.52 raquisillos/raquis y el máximo valor se ubicó en el tratamiento 75 kg/N/ha/año donde el promedio alcanzó 8.25 raquisillos/raquis (Ver Tabla NQ 12).

NUMERO DE RAQUIS POR TALLO FLORAL:

El mínimo valor encontrado se ubicó en el tratamiento 25 kg/N/ha/año con un promedio de 4.23 raquis/tallo, el máximo valor se encontró en el tratamiento 75 kg/N/ha/año con 4.65 raquis/tallo (Ver tabla NQ 13).

PESO DE RAQUIS AL APORREO:

El menor valor se obtuvo en el tratamiento 25 kq/N/ha/año con un peso promedio de 3.16 q por raquis, el mayor valor se obtuvo en el tratamiento 50 kq/N/ha/año donde el peso promedio por raquis alcanzó 3.34 q con valores similares se encuentran los niveles de 75, 100 y 0 kq/N/ha/año con 3.32, 3.19 y 3.18 q respectivamente (Ver Tabla N^o 14).

ANALISIS DE COSTOS:

Posterior a una valoración productiva de cada uno de los tratamientos evaluados durante la realización del presente ensayo en cuanto a rendimiento en producción y calidad de semilla, seleccionamos el tratamiento 50 kq/N/ha/año desde el punto de vista agronómico ya que los análisis de pureza, viabilidad resultaron con los mayores niveles en este tratamiento no sin descartar que desde el punto de vista económico el tratamiento con 100 kq/N/ha/año se obtienen los mayores resultados seguido por el nivel 25 kq/N/ha/año pero la calidad de la semilla de estos lotes no es la mas aceptable por el alto contenido de semilla vanas en comparación con la calidad del tratamiento con 50 kq/N/ha/año. Si en el país se comercializara la semilla dependiendo de la calidad es obvio que el nivel con 50 kq/N/ha/año se obtendrían un mayor precio por kq de semilla.

Actualmente el precio standard por kg de semilla en el mercado es de C\$ 17.60 (precio del kg de semilla en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria).

El costo por fertilización para cada uno de los tratamientos se estimo así :

Testigo (0 kg/N/ha/año)	=	\$ 0.00
Trat. (25 kg/N/ha/año)	=	0.55 qq/ha = \$ 52.80
Trat. (50 kg/N/ha/año)	=	1.10 qq/ha = \$ 105.60
Trat. (75 kg/N/ha/año)	=	1.65 qq/ha = \$ 158.40
Trat. (100 kg/N/ha/año)	=	2.20 qq/ha = \$ 211.20

Si consideramos que el rendimiento en producción de semilla cruda del tratamiento 50 kg/N/ha/año solo fue superado por el obtenido en los tratamientos 25 y 100 kg/N/ha/año, aunque al referirnos a pureza física y viabilidad solo fue superado por el tratamiento 100 kg/N/ha/año y no de manera significativa; al potenciar este hecho, nos sugiere que con la mitad del fertilizante usado en el tratamiento 100 kg/N/ha/año, obtuvimos un rendimiento similar en producción de semilla en el tratamiento 50 kg/N/ha/año situación que reduce los costos en un 50 % y la producción solo en un 4 % , brindando una semilla de alta calidad (Pureza física) y potencial viable.

La siguiente tabla muestra en detalle los resultados obtenidos en nuestro ensayo :

TABLA 1. COSTOS ECONOMICOS DEL ENSAYO (AREA DE ENSAYO 875 m²)

ACTIVIDAD	# DE REPETIC.	COSTO UNITARIO (C\$)	COSTO GLOBAL (C\$)
Preparación del suelo. GRADEO ARADO	2 1	25.00 50.00	100
Cercado del área de ensayo. Hoyado, Postes, Alambre, Grapas, mano de obra.	50 hoyos 50 postes 4 royos 10 lb 3 D/h	1.00 2.00 50.00 5.00 10.00	50 100 200 50 30 430.00
Material vegetativo para el establecimiento (semilla sexual) Siembra resiembra	1 (12 lb) 1 (5 Lb)	9.00	153.00
Materiales para señalamiento y delimitación por parcela y por tratamiento (nivel fertilizado) Estacas (2m) Banderolas	160 unidades 160 unidades	0.50 0.20	80.00 32.00 112.00
Control integrado de malezas, plagas y enferm. Maleza (Mecánico) plagas enferm.	3 2 0	10.00 30.00	30 60 90.00
Fertilización Nitrogenado urea 46%.	un solo momento.	13 lb	12.50
Análisis de laboratorio. Análisis de Suelo. Análisis de Humedad de Semilla Análisis de pureza física.	1 3 20	Apoyo de la Fac. de suelo y agua Apoyo del Lab. Bromatología UNA Apoyo del Lab de Bromatología y	170.00 — 70.00 cada uno.

Continuación de tabla 1. Costos Económicos

ACTIVIDAD	# DE REPETIC.	COSTO UNITARIO (C\$)	COSTO GLOBAL (C\$)
Análisis de Viabilidad de Semilla.	20	participación personal. Costo aprox. \$ 20.00 CNIA Centro Nac. de Investigaciones Agropecuaria Costo USA \$ 30	Aprox \$ 200 Real 1000 Aprox \$ 600
Cosecha, Manipulación y Almacenamiento de la semilla. Corte Ensacado + 20 sacos Aporreo y pre - limpieza. Almacenamiento.	1 1 1 1	2 D/h 10 c/u 1 D/h 10 + 100 sacos 4 D/h 40 0.5 D/h 5	20.00 110.00 40.00 5.00 175.00
Análisis e interpretación estadística de resultados. Análisis de dato Interpretación de resultados	1 1	50.00	100.00
			Total=2123

TABLA 2. ANALISIS ECONOMICO - PRODUCTIVO.
(GUIA AL PRODUCTOR).

Actividad.	Costos aproximados para 1 mz de Cultivo.		
		Manual	Mecan.
Selección del área de siembra			
Preparación del suelo: 2 pases de grada y 1 de arado.	Gradeo.....	c. \$30.00*Mz	c. \$25.00*mz
	Arado.....	c. \$60-70.00*Mz	c. \$50.00*mz
Adquisición de semilla	1 lb= c. \$9.00		
Siembra y Tapado.	Días h/mz. 1 mz.....	3 H=c. \$30.00	c. \$60-70.00
Control de Malezas, Plagas Enfermedades	Depende directamente de la frecuencia de cada uno	1 D/h =c. \$10.00	Según precio de insumo usado y Frec. de Aplicación.
Fertilización del Cultivo.	1 qq de Urea 46%= c. \$96.00	1 Mz= 3 D/h= c. \$ 30.00	
1-25 kg/N/ha	0.55 qq/ha = c. \$ 52.80	*****	
2-50 kg/N/ha	1.1 qq/ha= c. \$ 105.60	*****	
3-75 kg/N/ha	1.65 qq/ha = c. \$ 158.40	*****	

Continuación de tabla 2. Análisis Productiva

Actividades.	Costos Aproximados para 1 Mz de Cultivo.		
4-100 kg/N/ha	2.2 qq/ha = c.\$ 211.20	*****	
Corte de la Semilla.	Depende de área a cosecha y condición del Cultivo	Días/h = 4 c.\$ 40.00	No recomendable, por el desperdicio de semilla aprovechable.
Emparvado, Aporreo y Almacenamiento	Depende de los mecanismos usados para su cumplimiento	D/h * ha = 5 c.\$ 50.00	No se recomienda.

TABLA 3. CALCULO DE COSTOS, PRODUCCION TOTAL Y PRECIO UNITARIO DE 1 KG DE SEMILLA CRUDA DE *Andropogon gayanus* PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL ENSAYO

TRAT	C. FIJO (C\$)	C. VARIABLE (C\$)	PROD. TOTAL	C. UNIT (kg)
0	6.20	0.00	888.91	0.697
25	6.20	52.80	952.00	0.706
50	6.20	105.60	938.50	0.773
75	6.20	158.40	937.00	0.830
100	6.20	211.30	1115.75	0.744

Feb., 95 = 1 kg Semilla = U.S 2.43 = C\$ 17.60. (CNIA, 1995)

VI. CONCLUSIONES

Posterior al desarrollo del ensayo, análisis e interpretación de resultados, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- 1.- La aplicación de los diferentes niveles de fertilizante nitrogenado (0, 25, 50, 75 y 100 kg/N/ha/año) no tuvieron diferencia significativa sobre la producción de semilla cruda (kg/ha) entre tratamientos a través del análisis estadístico, no eliminando la posibilidad de que existan diferencias reales.
- 2.- Las variables referentes a rendimiento y calidad de semilla, no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos, obteniendo prácticamente valores homogéneos entre si al someterlos al análisis estadístico, aunque no se descarta la existencia de diferencias reales entre tratamientos.
- 3.- Sustentado en el análisis de costos, así como en los controles de rendimiento y calidad de semilla practicados en los lotes de semilla producidos, podemos concluir que el tratamiento 50 kg/N/ha/año desde el punto de vista agronómico para las condiciones de trópico seco (Carazo) es el mas recomendable.

- 4.- Desde el punto de vista económico se concluye que el tratamiento con 100 kg/N/ha/año es el más rentable, seguido, por el nivel con 25 kg/N/ha/año. aunque considerando los análisis de pureza, viabilidad se encontró que estos indicadores resultaron bajos para estos niveles.
- 5.- El costo unitario por kg de semilla producida resulto el mas bajo para el testigo incrementándose a medida que el nivel de fertilización aumento.
- 6.- El hecho de que la variable producción de forraje verde haya resultado significativa al análisis estadístico, nos hace suponer que el nitrógeno suministrado al cultivo, no fue utilizado por éste para la producción de semilla, sino que más bien se desvió a la producción de forraje, esto probablemente se debió al momento de aplicación del fertilizante.
- 7.- Otro factor determinante en la no significancia entre tratamientos, se atribuye a la poca humedad existente en el suelo al momento de la fertilización por el mal invierno.

8.- La producción de semilla de la especie Andropogon qayanus Kunth VAR. CIAT 621, es factible en la zona geográfica evaluada por su excelente adaptabilidad al tipo de clima y suelo predominantes, así como por su rendimiento en producción de semilla y forraje verde.

VIII. RECOMENDACIONES

A partir de la experiencia acumulada y los resultados obtenidos durante la realización de este trabajo monográfico, para futuras investigaciones relacionadas con el tema, recomendamos lo siguiente:

- 1.- Recomendamos el uso e implementación del tratamiento 50 kg/N/ha/año, para la producción de semillas de Andropogon gayanus en la zona evaluada; sustentado en los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento en kg/ha de semilla cruda así como en los análisis y controles de calidad.
- 2.- Establecer no menos de una manzana de cultivo en la producción de semilla para los pequeños productores con el objetivo de que los costos en que se incurre no superen los ingresos generados por esta actividad.
- 3.- Promover y fomentar la actividad de producción de semilla para el establecimiento y renovación de praderas dentro del gremio de los productores pecuarios, como base fundamental de la alimentación de ganado en pastoreo y estabulado.

- 4.- Generar todo un programa integral de asesoramiento y servicio destinado principalmente a pequeños y medianos productores, con el objetivo de despertar el interés por la implementación de nuevas alternativas alimenticias.

- 5.- Es factible la implementación, uso y aprovechamiento del Andropogon gayanus, ya que se ajusta ampliamente a los requerimientos de los productores de la zona.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AYALA, A; PERALTA, A ; AVILES, W; 1993. Manejo de Andropogon gayanus en la zona henequenera de Yucatán, México. Pasturas Tropicales, Vol 15. No 2, Agosto. P. 22-26.
- AYALA, S.A. 1994. Sincronización de la floración y producción de semilla de Andropogon gayanus en el norte de Yucatán - México. (Nota Investigativa) Pasturas Tropicales, Vol 16. No 1. P. 36-40.
- BERROTERAN, J.L. 1985. Respuesta de A. gayanus y D. swazilandensis a la fertilización en los llanos centrales de Venezuela. (Artículo Científico). Pasturas Tropicales. Vol 11. No 3 P. 2-17.
- BERROTERAN, J.L; GARCIA, L. 1986. Crecimiento y producción de biomasa de Andropogon gayanus Kunth en el periodo de establecimiento de sábanas en Venezuela. (Nota Investigación) Pasturas Tropicales Vol 8. No 3, P. 2-8.
- BOOMAN, G; 1978. Producción de Semilla de Pastos Tropicales en Africa, con referencia especial a Kenia. Kilale, Kenia P. 305-310.

- BOWDEN, B.N. 1963a. The root distribution of Andropogon gayanus var. bisquamulatus. East Afr. Agric. For.J. 29(2)157-159
- BOWDEN, B.N. 1963b. Studies on Andropogon gayanus Kunth; the use of Andropogon gayanus in Agriculture. Emp.J. Exp. Agric. 31:267-273
- BOWDEN, B.N. 1964. Studies on Andropogon gayanus Kunth. An outline of its biology. J. of Ecol. 52:255-271.
- CARDOZO, J. 1993. Efecto del método de cosecha en el rendimiento y calidad de las semillas de Brachiaria dictyoneura cv. llanero. Pasturas Tropicales, Vol 13. No 1 P. 165-187.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1978. Producción de pastos en suelos ácidos de los tropicos. Trabajos presentados durante un seminario celebrado en el CIAT, Cali, Colombia, 17 al 21 Abril. 32 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1980. Informe anual del programa de pastos tropicales. Cali, Colombia, 159 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1983 Red

Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEP);
resultados 1979-1982. Segunda reunión de la RIEP celebrada en
el CIAT, Cali, Colombia, P. 35-65.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1984a.

Producción de Semillas en CIAT. Informe Anual del Programa de
Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 157-160 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1984b. Informe

anual de pastos tropicales, Cali, Colombia.

p. 375

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1986. Nutricao

mineral de Andropogon gayanus. Kunth VAR. bisquamulatus
(Hochst) Banco de datos, doc NQ 7066.

P. 254-263.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1988.

Producción de Semillas. En: Informe anual 1987. Programa de
pastos tropicales. Doc. de trabajo NQ 17. p. 332.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1991.

Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (editores). Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEP); Veracruz, México, Nov. 1988. Cali, Colombia, 426 p.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CNIA) 1995

Conversación personal con el Ing. Agrónomo Luis Urbina Abaunza.

CORDERO, J. 1983. Pasto Sabanero (Andropogon. gayanus). Revista bimestral. Vol 1 .Año 2 . No 12 FONAIAP, Caracas, Venezuela. P. 123 - 145.

CONDE, R; 1984. Determinacao da maturidade fisiológica das sementes do capim Andropogon. Pesquisa em andamento. G. Empresa Giiana de Pesquisa Agropecuaria (EMGOPA), Goias, Go, Brasil. P. 1-4

CRESPON, G.; RAMOS, N.; SUAREZ, J. J.; HERRERA, R. S.; GONZALEZ, S. L. 1981 producción y calidad de los pastos. Revista Cubana Ciencia Agrícola 15(2) 211-225 p.

- DE ANDRADE, W: 1982. Seed industry survey of initial adoption of Andropogon gayanus in Brasil. Informe Interno. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria en el Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados (EMBRAPA - CPAC), Brasilia, Brasil. P. 54
- DE ANDRADE, R.P.; THOMAS, D. 1984. Effects of cutting or grazing in the wet season on seed production in Andropogon gayanus var. bisquamulatus (hochst) Stapf. J. Appl. Seed Prod. 2:29- 31.
- DE ANDRADE, W; RONALDO, P; FERGUSON, J. E. 1988. Calidad de la semilla en el establecimiento de pasturas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali- Colombia. P. 76-89.
- DIULGHEROFF, S.; E. A. PIZARRO; J. E. FERGUSON; P. J. ARGEL. 1987. Multiplicación de semillas de especies forrajeras tropicales en Costa Rica. pasturas tropicales, vol. 12 Nº 2. p. 15-23.
- DURAN, A.; GARCIA; J. E. FERGUSON. 1984. Cosecha y Beneficio de la semilla de A. gayanus Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Boletín Técnico. Programa de pastos tropicales. Cali- Colombia. P. 67-89.

- ESTRADA, R. C. 1978. Establecimiento, utilización y manejo de los pastos. Departamento de producción agropecuaria y desarrollo rural. Boletín No 1 Managua - Nicaragua. 56 p.
- FARIA, M. ; HENSEL. 1982. Forrajes y pastizales en los llanos centrales Revista Bimestral. Vol 1. Año 1. FONAIAP Caracas-Venezuela. 1982. P. 34-45.
- FEBLES; PEREZ; MATIAS; REYES. 1985. Pastos y Forrajes . Revista estación experimental de pastos y forrajes. Indio - Hatauey. Cuba P. 23-29.
- FERGUSON, J.E. 1981. Perspectivas da producao de sementes de Andropogon gayanus. Rev. Bras. Sementes 3:175-193.
- FERGUSON, J.E. 1983. Producción de semilla de Andropogon gayanus. Centro Internacional de agricultura Tropical (CIAT) Cali-Colombia. P. 65-75.
- FERGUSON, J.E; GARCIA, D.A. 1984. Cosecha y beneficio de la semilla de Andropogon gayanus. Boletines técnicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. programa de pastos tropicales, No 1. 36 P.

- FOSTER, W. A. 1962. Investigations preliminary to the production of cultivars of Andropogon gayanus. Euphytica 11:47-53.
- FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. MAC (FONAIAP) 1983. Revista bimestral vol. 1, año 2 NQ 2 Caracas, Venezuela p. 15-23
- GARCIA, D.A. ; FERGUSON, J.E. 1981. Desaristado mecánico de las semillas de Andropogon gayanus. en: Cuarto Seminario Nacional y Primer Congreso Colombiano de Ingeniería Agrícola. Bogotá; Octubre 8 - 11 . Memorias. Cosmos, Bogotá, Colombia. p. 42-43.
- GONZALEZ, P. 1988. Pastos y forrajes. ED. País tomo II NQ 2 P. 76-87.
- GROF, B. 1981. The performance of Andropogon gayanus legume associations in Colombia. J. Agric. Sci. Camb. 96:233-237.
- HAGGAR, R.J. 1966. The production of seed from Andropogon gayanus proc. Int. seed test. Assoc. 31:251-259.
- HENSEL, E.F. 1970. Use of nitrogenous fertilizers on subtropical pastures in Queensland. J. Aust. Inst. Agric. Sci; 36:206-213.

- HEROFF, S; PIZARRO, E; FERGUSON, J.E. y ARGEL, F. 1991.
Multiplicación de semillas de especies forrajeras tropicales
en Costa Rica. (Nota Investigación) Pasturas Tropicales, Vol
12. No 2. P. 45-56.
- HOPKINSON, J.M. ; ENGLISH, B.H. 1985. Immaturity as a cause of
low quality in seed of Panicum maximun J. Appl. Seed Prod.
3:24-27
- INFORME ANUAL DEL PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES 1984. Cali,
Colombia. 280 p.
- INFANTE, A.; MARTINEZ, C. 1984. Mejora de pastos en secano
semiaridos de suelos ácidos. Madrid 217 P.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). 1985. International
rules for seed testing 1985. seed Sci. Technol.
13; P. 409
- LARSEN, A.L. 1980. Range grass analysis subcommittee AOSCA
(Assoc. off. Seed cert. Agencies) Newsl. 54; P. 26-28.
- LEMUS, L.A; TOLEDO, J.M. 1986. Competencia entre Andropogon
gayanus y plántulas en desarrollo de Stylosanthus capitata.
Pasturas Tropicales. Vol 8. No 3. P. 89.

- LOPEZ , E. M. 1993. Caracterización de la finca Santa Rosa en el municipio de Tola, Rivas. Managua, Nicaragua. UNA. Tesis Ing. Agrónomo. 59 p.
- MANUAL DE ENSAYOS AL TETRAZOLIO . 1986. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Calidad y Productividad de pasturas. Informe anual del Programa de Pastos tropicales. Cali, Colombia. 65 P.
- MACHADO, A ; FERGUSON, J. E. 1988. Perspectivas da producao de sementes de Andropogon gayanus. Rev. Bras. de sementes 2:175-196.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG), 1990. La situación de los pastos en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 32 P.
- MISHRA, M.L. ; CHATTERJEE, B.N. 1968. Seed production in the forage grasses Pennisetum polistachyion and Andropogon gayanus in the Indian tropics. Trop. Grassl. 2:51-56.
- MOORE, R.P. 1984. Pasto Sabamero (Andropogon gayanus) Ministerio de Agricultura ,Pesca y Alimentación . España. P. 94.

- OSORIO, G. 1993. Multiplicación de semillas y material vegetativo para propagación de especies forrajeras en Antioquia, Colombia. Pasturas Tropicales. Vol 13. No 3. P. 56.
- RUIZ, F. 1993. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en el agrosistema Itapetinga, Bahía, Brasil. Pasturas Tropicales. Vol 15, No 2, P. 34 - 39.
- SANCHEZ, O; OSORIO, E; ALVAREZ, J; MARIN, J; SANCHEZ, A; GILL, O. 1988. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en el departamento de Antioquia-Colombia (Artículo Científico) Pasturas Tropicales. Vol 11. No 3. P. 23- 28.
- SEMILLA DE PASTO ANDROPOGON O CAMARIGUA 1. 1978. Bogotá - Colombia. Boletín técnico P. 4.
- SIERRA, A. ; MESA, M. 1985. Estudio de comportamiento, Valor nutritivo y producción de materia Seca del pasto Andropogon gayanus. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. P. 46.
- SKERMAN ; RIVEROS. 1992. Gramíneas Tropicales. Colección FAO. Producción y protección vegetal, Roma - Italia P. 123-132.

- TOMPSETT, P.B. 1976. Factors affecting the flowering of Andropogon gayanus Kunth: responses to photoperiod, temperature and growth regulators. Ann. Bot. 40; P. 695-705.
- USBERTI, R. 1982. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de capim - coloniao. Rev. Bras. de sementes 4(1): 23-30.
- VILLAREAL, M. 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. (Nota Investigación) Pasturas Tropicales. Vol 16. No 1. P. 27-31.

L I S T A D E T A B L A S

TABLA 4. Promedio del número de tallos florales en 1 m² por cada uno de los tratamientos.

Nivel de Fertilización.	Número de tallos en 1 mt ² .				
	B I	B II	B III	B IV	X
0	38.50	52.67	35.00	48.67	43.71
25	51.25	51.67	45.75	44.33	48.25
50	56.75	49.50	63.67	54.00	55.98
75	56.75	66.67	53.25	58.00	58.67
100	64.00	61.25	67.50	59.75	63.12

TABLA 5 Número de macollas por área útil (12 m²). Promedio por tratamiento.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	35	48	47	40	43
25	45	65	48	37	49
50	65	66	44	48	56
75	45	47	62	50	51
100	63	60	60	55	60

TABLA 6. Promedio de la altura de 10 tallos florales ($1m^2$).

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	1.74	1.64	1.49	1.45	1.53
25	2.00	1.29	1.78	1.81	1.72
50	1.42	1.63	1.60	1.53	1.55
75	1.67	1.62	1.88	2.02	1.80
100	1.82	1.49	1.88	1.89	1.77

TABLA 7. Peso de 10 tallos florales al momento de la cosecha promedio por tratamiento.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	9.58	9.80	9.87	9.49	9.69
25	9.53	10.04	9.26	10.10	9.73
50	9.79	9.79	11.16	10.11	10.21
75	8.51	10.60	11.13	9.32	9.89
100	9.56	10.07	11.83	10.37	10.46

TABLA 8. Altura de 10 plantas por repetición.
Promedio por tratamiento (m).

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	1.63	1.66	1.20	1.76	1.56
25	1.69	1.46	1.59	1.54	1.57
50	1.89	2.06	1.51	1.72	1.80
75	1.31	1.57	1.53	1.80	1.55
100	1.67	1.95	1.70	1.77	1.77

TABLA 9 Número de espiguillas por cabezuela en una muestra al azar de 10 cabezuelas por repetición.
Promedio por tratamiento.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	8.80	11.60	9.00	12.45	10.46
25	10.05	12.50	9.85	12.20	11.15
50	10.45	12.50	10.40	12.30	11.41
75	12.15	12.30	11.80	12.80	12.26
100	13.90	13.70	14.10	13.70	13.85

TABLA 10. Peso de dos cabezuelas de 10 paniculas de cada una de las parcelas. promedio por tratamiento.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	0.21	0.20	0.18	0.16	0.19
25	0.17	0.22	0.17	0.16	0.18
50	0.20	0.15	0.16	0.20	0.18
75	0.17	0.15	0.18	0.16	0.16
100	0.18	0.14	0.20	0.16	0.17

TABLA 11 Longitud de dos cabezuelas de 10 paniculas por repetición. Promedio por tratamiento (cm).

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	6.10	6.20	6.55	6.80	6.41
25	5.90	6.95	6.50	6.85	6.55
50	6.10	6.90	6.20	6.75	6.49
75	7.05	6.65	6.05	7.20	6.74
100	7.05	7.60	7.10	7.65	7.35

TABLA 12. Número de raquisillos por raquis en una muestra al azar de 10 tallos por repetición.
Promedio por tratamiento.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	6.15	6.00	3.90	6.15	5.55
25	5.23	9.85	4.93	5.04	6.26
50	5.90	8.29	5.91	5.97	6.52
75	7.80	10.67	8.03	6.91	8.35
100	6.67	11.27	8.66	6.41	8.25

TABLA 13. Número de raquis por tallo en una muestra de 10 por repetición.
Promedio por tratamiento.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	4.20	3.90	4.70	4.50	4.33
25	4.10	4.50	4.30	4.00	4.23
50	4.30	5.20	4.20	4.10	4.45
75	4.40	4.90	4.70	4.60	4.65
100	4.20	5.60	4.20	4.10	4.53

TABLA 14.

Peso de 10 raquis al momento del aporreo por repetición. Promedio por tratamiento (g).

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	3.25	3.39	2.95	3.13	3.18
25	3.18	3.07	3.34	3.03	3.16
50	3.09	3.06	3.77	3.34	3.34
75	3.29	3.27	3.34	3.36	3.32
100	3.25	3.12	3.26	3.14	3.19

TABLA 15.

Peso del Forraje Verde en 1 m² posterior a la cosecha por repetición (kg). promedio por tratamiento.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	1.6500	1.7500	1.0590	1.6272	1.5215
25	2.1045	1.8182	1.7045	0.9873	1.6534
50	1.4545	2.0220	2.0000	1.5363	1.7532
75	1.2409	1.6500	1.6591	1.9636	1.6284
100	1.2727	1.2045	0.9545	1.2863	1.1795

TABLA 16. Rendimiento del Porcentaje de Materia Seca (MS) encontrados para cada uno de los Niveles de fertilización estudiados (ton/ha/corte).

Nivel de Fertilización	Producción de Forraje Verde (ton/ha/corte)	% M. S	Rendimiento M.S (ton/ha/corte)
0	16.74	35.10	5.88
25	18.19	37.88	6.89
50	19.28	37.66	7.26
75	17.91	38.10	6.82
100	12.97	37.18	4.82

TABLA 17. Porcentaje del Valor cultural (VC¹) encontrado para cada uno de los Niveles de fertilización estudiados.

Nivel de Fertilización.	B I	B II	B III	B IV	X
0	36.00	37.20	22.46	28.53	31.05
25	23.28	53.45	32.80	34.64	36.04
50	41.61	38.84	48.23	46.21	44.00
75	21.05	30.07	48.31	44.53	36.00
100	32.00	31.64	33.84	30.10	32.00

* = Combinación de la pureza del lote y la prueba de Viabilidad en tetrazolio.

TABLA 18. Rendimiento de Semilla Pura encontrado para cada uno de los Niveles de Fertilización estudiados. (kg/ha/corte)

Nivel de Fertilización.	Rmto. Semilla Cruda ^a Kg/Ha/Corte	% S.P.A ^b	Rmto. Semilla Pura ^c Kg/Ha/Corte
0	888.92	0.5659	503.04
25	952.00	0.5744	546.83
50	955.17	0.6163	588.67
75	930.00	0.6215	582.35
100	1115.75	0.5839	651.49

a = Semilla obtenida posterior a las actividades de Prelimpieza y Secado.

b = Porcentaje de semilla Pura Ajustada (Análisis de Pureza).

c = Espiguillas sésiles que contienen carióspside.

TABLA 19. Rendimiento de Semilla Pura viva encontrado para cada uno de los Niveles de fertilización evaluados: (kg/ha/corte)

Nivel de Fertilización.	Rmto de Semilla Pura. Kg/Ha/Corte	Porcentaje de Viabilidad ^a .	Rmto de S. P. V ^b Kg/Ha/Corte
0	503.04	0.5435	273.40
25	547.00	0.6270	343.00
50	589.00	0.7163	422.00
75	582.35	0.5820	339.00
100	651.49	0.5480	357.02

a = Proporción de semillas vivas y muertas presentes en una muestra.

b = Proporción de semilla viva .

TABLA 20. Análisis Textural del Área de Experimental.

% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	CLASE TEXTURAL
20	12.5	67.5	Franco Arcillo Arenoso.

Fuente: Laboratorios de Suelos y Agua (UNA).

TABLA 21. Composición Química del Suelo en el Area Experimental.

Muestra	Profundidad (cm)	pH	%		ppm	meq/100 g de suelo		
		H ² O	M.O	N ²	P	K	Ca	Mg
1	15-45	5.5	4.1	0.2	1	0.30	20.5	5.0

Fuente: Laboratorios de Suelos y Agua (UNA).

LISTA DE ANEXO 1.

CUADRO 1. ANDEVA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEMILLA PURA AJUSTADA.

FV	GL	S. DE C	C.M	C.V	F.C	FT
BI	3	0.00465539	0.00155160	2.211745	1.01 NS	0.4216
Tr	4	0.00563586	0.00140297		0.92 NS	0.4847
ER	12	0.01841199				
TO	19	0.02870324				

NS = No Significativo al 0.05 %.

CUADRO 2 ANDEVA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE MATERIA SECA

FV	GL	S. DE C	C.M	C.V	F.C	FT
BL	3	0.01241450	0.00413817	2.343750	3.06 *	0.0693
TR	4	0.00347738	0.00086935		0.64 NS	0.6420
ER	12	0.01621657	0.00135138			
TO	19	0.03210846				

* = Significativo al 0.05 %.
NS = No Significativo al 0.05 %.

CUADRO 3. ANDEVA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE VIABILIDAD

FV	GL	S. DE C	C.M	C.V	F.C	FT
BL	3	0.03755177	0.01251726	6.227807	1.03 NS	0.4132
TR	4	0.03962081	0.00990520		0.82 NS	0.5386
ER	12	0.14552709	0.01212726			
TO	19	0.22269967				

NS = No Significativo al 0.05 %.

CUADRO 4. ANDEVA PARA LA VARIABLE SEMILLA CRUDA

FV	GL	S. DE C	C.M	C.V	F.C	FT
BL	3	0.57950560	0.19316853	15.94481	5.62 *	0.0122
TR	4	0.17047744	0.04261936		1.24 NS	0.3460
ER	12	0.41279301	0.03439942			
TO	19	1.16277605				

* = Significativo al 0.05 %.

NS = No Significativo al 0.05 %.

CUADRO 5. ANDEVA PARA LA VARIABLE DE FORRAJE VERDE

FV	GL	S. DE C	C.M	C.V	F.C	FT
BL	3	6155744.98	2051914.99	15.895216	1.31 NS	0.3153
TR	4	20217631.37	5054407.84		3.24 *	0.0510
ER	12	18741353.314	1561779.44 3			
TD	19	45114729.671				

* = Significativo al 0.05 %.
 NS = No Significativo al 0.05 %.

CUADRO 6. PRUEBA DUNCAN PARA LA VARIABLE DE SEMILLA CRUDA/kg/ha.

Grupo Duncan	Media	N	TRATAM.
A	115.8	4	100
A	955.2	4	50
A	952.0	4	25
A	937.1	4	75
A	888.9	4	0

CUADRO 7. PRUEBA DUNCAN PARA LA VARIABLE SEMILLA PURA AJUSTADA/kg/ha.

Grupo Duncan	Media	N	TRATAM.
A	646.58	4	100
A	589.85	4	50
A	578.89	4	75
A	543.78	4	25
A	509.48	4	0

CUADRO 8. PRUEBA DUNCAN PARA LA VARIABLE SEMILLA PURA VIABLE/kg/ha.

Grupo Duncan	Media	N	TRATAM.
A	413.31	4	50
A	357.11	4	100
A	355.49	4	25
A	324.89	4	75
A	282.47	4	0

CUADRO 9. PRUEBA DUNCAN PARA LA VARIABLE FORRAJE VERDE/kg/MS.

Grupo Duncan	Media	N	TRATAM.
A	6909.8	4	25
B A	6618.3	4	50
B A C	6210.1	4	75
B C	4754.5	4	0
C	4424.0	4	100

CUADRO 10. PRUEBA DUNCAN PARA LA VARIABLE VIABILIDAD

Grupo Duncan	Media	N	TRATAM.
A	71.63	4	50
A	62.70	4	25
A	58.20	4	75
A	54.80	4	100
A	54.35	4	0