



~~PERSPECTIVAS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS~~  
DE Andropogon gayanus

J.E. Ferguson y D.A. García\*

Tabla de Contenido

INTRODUCCION

REVISION DE LITERATURA

RESULTADOS Y DISCUSION

Manejo del cultivo

Cosecha

Procesamiento

Calidad

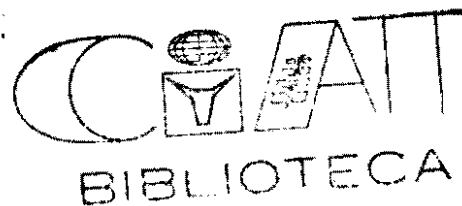
Rendimientos

Rata de multiplicación

Temas para investigación

CONCLUSIONES

REFERENCIAS



14816

9 MAR. 1994

\* Especialista Semillas Forrajeras y Asistente de Investigación, Programa Ganado de Carne CIAT, Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia

PERSPECTIVAS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS  
DE Andropogon gayanus

J.E. Ferguson y D.A. García\*

INTRODUCCION.

Andropogon gayanus Kunth es una gramínea alta, perenne, macollada, natural y muy bien distribuida en las sabanas de Africa Tropical. Se le conoce como Pasto Gamba en Africa y Sadabahar en la India. Es un componente de praderas mejoradas en Nigeria y una introducción promisorio bajo investigación en varios países incluyendo Australia, India, Brasil y Colombia.

El propósito de este trabajo es revisar la literatura y también los resultados de nuestras propias investigaciones en temas relacionados con producción de semillas.

REVISION DE LITERATURA.

En la distribución natural de Andropogon gayanus las áreas más favorables están en el trópico con menos de 1.000 msnm, precipitación total entre 750-1.350 mm. y una sola sequía de más de tres meses, Bowden (1963). Esta especie está dividida en tres variedades botánicas: 1) Var. bisquamulatus (Hochst.) Hack, 2) Var. gayanus y 3) Var. squamulatus (Hochst.) Stapf. por Bowden (1963) quien consideraba que la variedad más estudiada en la literatura era la variedad bisquamulatus.

En Africa Andropogon gayanus es conocida como muy palatable, muy tolerante a la sequía y a la quema, productiva en suelos de baja fertilidad y fácil de establecer, Bowden (1963) y Bogdan (1977).

En Colombia fue introducida por el Dr. B. Grof, en 1972. Sus investigaciones iniciales indicaron la potencia de Andropogon gayanus (CIAT Introducción No.621), para los suelos de los llanos de Colombia, abundante producción de semillas combinada con una rápida diseminación natural, CIAT (1976), alta productividad y compatibilidad con leguminosas, CIAT (1977). Muy recientemente Jones (1979) ha resumido sus características y su potencial en América Tropical.

En el norte de Nigeria, Anon (1975) reportó que varios miles de hectáreas fueron establecidas durante un período de aproximadamente 10 años cuando hubo disponibilidad local de semillas a precios bajos. Los precios fueron bajos porque la madurez de las semillas en las sabanas, a mediados de Octubre-Noviembre, coincidió con la abundancia de mano de obra. Pero, con bajo rendimiento, baja rata de multiplicación de semillas y costos de mano de obra elevados es improbable que se puedan efectuar grandes proyectos de mejoramiento de praderas. Bogdan (1977) también concluyó que aunque esta especie tiene mucho potencial en praderas mejoradas, es necesario primero resolver los problemas de cosecha y procesamiento de las semillas.

La floración en Andropogon gayanus ha sido estudiada por Tompsett (1976) quien concluyó que es una planta de día corto con un fotoperíodo crítico para floración entre 12 y 14 horas. Las plantas jóvenes probablemente tienen una fase juvenil de desarrollo cuando no responden a un estímulo floral. Las plantas con más edad florecen más rápido. Un período mínimo de 15 ciclos consecutivos de día corto fue necesario para que la antesis ocurriera mientras que períodos más prolongados de días cortos produjeron floración más intensiva. Cuando el fotoperíodo se redujo de 12 a 8 horas, también la floración fue más intensiva. Una temperatura de 25°C fue óptima para la floración mientras temperaturas nocturnas bajas (menos de 15°C) inhibieron la floración.

Datos de rendimientos y rata de multiplicación de semillas son muy escasos y no son claros por falta de definición de pureza. Los pocos datos disponibles están presentados en términos de semilla cruda (sin procesamiento) y por lo tanto están influenciados por vanas y material vegetal.

Whyte, Moir y Cooper (1959) reportaron rendimientos de semilla cruda hasta de 30 kg/ha en cada una de las tres cosechas por año en un lugar sin especificar dentro del Brasil.

En Shika, 12°N de latitud en Nigeria, Haggar (1966) estudió el desarrollo de tallos florales y efectos de pastoreo, nitrógeno y fósforo con rendimiento de semillas crudas. El reportó que a mediados de Noviembre, solamente el 20% de los tallos produjeron inflorescencias y la gran mayoría de los tallos florales habían sido formados en el principio de la época lluviosa de Abril a Junio. A partir de

Junio casi no aparecieron más tallos. Tres tratamientos de pastoreo, cada uno sin y con nitrógeno, fueron comparados por el efecto de densidad de inflorescencias y por implicación, rendimiento de semillas. Mientras el pastoreo fue implicado como una práctica desfavorable, es notable la respuesta muy positiva a nitrógeno. Los pastoreos múltiples fueron simplemente demasiado duros y tardíos en un lote tan viejo. La respuesta en material seco por cada kilo de nitrógeno y fósforo aplicado fue 47 y 23, respectivamente, pero se extendió hasta 112 kg/ha para el nitrógeno y solamente 34 kg/ha para el fósforo. Ambos nitrógeno y fósforo causaron un incremento en la altura de las inflorescencias, pero más que todo el primero. Mientras que el nitrógeno incrementó la densidad de inflorescencias de 11 a 31 por  $m^2$  entre cero y 112 kg/ha, (Cuadro 2), el fósforo no tuvo ningún efecto. El nitrógeno mostró un efecto muy positivo en rendimiento de semillas crudas (Cuadro 3) donde una aplicación de 224 kg/ha de N incrementó el rendimiento de 25 hasta 75 kg/ha de semilla cruda. El fósforo no afectó el rendimiento de semilla cruda.

En Kanke, 23°N de latitud en India, Mishra y Chatterjee (1968) estudiaron plantas individuales y separadas (aproximadamente 36.000/ha). Los rendimientos máximos de semilla cruda (con un contenido de cariópside de 5-10%), fueron 69 y 90 kg/ha, por tratamientos sin y con abono, (aproximadamente 39 kg/ha N y 22 kg/ha  $P_2O_5$ , respectivamente). Fueron posibles dos o tres cosechas por año. La antesis ocurrió 2-4 días después del espigamiento y la madurez de las semillas 20 días más adelante. La duración del espigamiento fue de cuatro semanas. Mientras el número de tallos por planta se incrementó cada año, la proporción de tallos florales disminuyó causando una reducción en el rendimiento de semillas. La defoliación también redujo la proporción de tallos florales mientras que con nitrógeno se incrementó.

El método de reproducción de Andropogon gayanus según Foster (1962) es por fertilización cruzada en base a estudios comparativos de variedades de plantas derivadas de autopolinización y por polinización cruzada y también por diferencias en la fertilidad entre flores polinizadas por estos dos métodos. Las anteras y los estigmas salen en el mismo día. La duración de floración en una sola planta se continuó por aproximadamente 60 días. Foster (1962) consideró que las plantas incluidas en una población básica de una nueva variedad no deberían variar más de 20 días entre las fechas de iniciación de floración.

Relacionado con aspectos de calidad de semillas, Bowden (1963) reportó que las

semillas pueden germinar entre 60-80%; constantemente, pero cariósides libres son muy susceptibles a daños en almacenamiento por algunas plagas. Bowden (1963) indicó que una rata mínima de 2.2 kg/ha de semilla pura viva debe ser suficiente para establecer praderas, pero con semillas crudas que normalmente tienen pureza baja y variable, él recomienda 40-60 kg/ha de semilla cruda. También él notó que las semillas desaristadas tienen la ventaja que se pueden sembrar mecánicamente en hileras. Bogdan (1977) dice que la germinación el primer año es 50-80% pero que en almacenamiento abierto la germinación declina a 30-70% en el tercer año y a cero en 4-6 años.

## RESULTADOS Y DISCUSION.

### Manejo del cultivo.

Aquí se agrupan todas las labores que se efectuaron con el fin de tener cultivos que produjeran altos rendimientos de semilla de buena calidad.

En la elección del terreno se escogieron lotes en lo posible libres de malezas y con buen drenaje. La preparación del suelo se hizo en forma convencional (arada, rastrillada, etc.), cuidando de que en los primeros centímetros quedara una capa de suelo suelta y uniforme.

Las siembras se efectuaron en el principio de la temporada de lluvias. Se hicieron por propagación vegetativa y por medio de semilla sexual. Debido a su variabilidad genética, cuando se propagó vegetativamente, se incluyeron pedazos de varias plantas. Los esquejes se sembraron cada treinta centímetros en hileras y a 1 metro entre surcos colocándose dos esquejes por sitio en forma inclinada, de 10-15 cms. de profundidad, dejando los tallos al descubierto.

En siembras utilizando semilla sexual, la rata mínima de siembra (RMS) se calculó tomando como base un requerimiento mínimo para establecer una hectárea de 2 kilos de semilla pura viva (100% SPV). Sembrando esta cantidad mínima, se establecieron exitosamente lotes en varios lugares y diferentes épocas. Para definir la rata de siembra adecuada para cualquier lote de semillas, se utilizó la siguiente igualdad:

$$RMS = \frac{2}{SPV\%}, \text{ kg/ha}$$

donde: RMS = Rata mínima de siembra de cualquier lote común de semillas, en kg/ha.  
SPV = Contenido de semillas puras vivas en el lote común, como porcentaje.

Por ejemplo, cuando se tuvo un lote de semillas con una pureza del 40% y una germinación del 50% o sea un porcentaje de semillas puras vivas del 20% (20% SPV), entonces:

$$RMS = \frac{2 \times 100}{20} = 10 \text{ kg/ha}$$

La siembra se efectuó, al igual que para propagación vegetativa, en hileras cada metro con el fin de facilitar el control de malezas, el riego y la cosecha. Se hizo en forma manual con semilla cruda y mecánicamente cuando las semillas fueron desaristadas y limpias.

En cuanto a aplicación de fertilizantes se le suministraron al suelo los deficientes en cada lote particular, según el análisis e historia de suelo. En las aplicaciones pre-siembra se incluyeron fósforo, potasio, zinc y boro, mientras en la época postemergencia, el nitrógeno fue el elemento más importante. El nitrógeno se aplicó al inicio de cada ciclo vegetativo o dentro del primer mes de rebrote. La dosis aplicada dependió de la fertilidad del suelo y de la edad del cultivo, pero en general se aplicaron 50-100 kg/ha de N por cosecha. Los cultivos viejos respondieron mejor que cultivos que se encontraban en su primer año de producción.

El control de malezas se inició desde antes de la siembra seleccionando y preparando un campo libre de malezas. La siembra se efectuó con semilla de buena calidad y en una densidad suficiente que permitiera un establecimiento rápido. Se siguió un plan integrado de control de malezas utilizando métodos manuales, mecánicos y químicos. En el control químico se usó Atrazina como herbicida pre-emergente a una concentración de 0.8 kg/ha de ingrediente activo. Este herbicida es selectivo para Andropogon pero se cuidó de que no quedara en contacto con la semilla porque podría bajar su germinación. Por esto las semillas fueron cubiertas con una capa de aproximadamente 1-2 cms. máximo de suelo.

Posteriormente cuando aparecieron malezas de hoja ancha se controlaron usando 2-4-D amina como herbicida post-emergente a una concentración de 0.5 kg/ha de ingrediente activo. También se utilizaron cultivadoras, cortes con guadaña, pastoreos periódicos y quemas para controlar las malezas después de cada cosecha y tener lotes limpios, uniformes y parejos al inicio de cada nuevo ciclo de desarrollo. El control manual sirvió como complemento de las otras medidas especialmente en la época de establecimiento.

El Andropogon gayanus puede florecer todo el año en latitudes bajas (3-4°N). En Palmira la floración fue más fuerte al final de la época de lluvias después de 11-13 semanas de desarrollo en rebrote, a comienzos de Junio y Noviembre. En Carimagua también floreció al final de la época de lluvias a comienzos de Noviembre. En Brasilia (17°S de latitud) floreció a mediados de Abril.

En general la floración entre plantas fue muy variable, cada planta produjo inflorescencias durante tres semanas, las flores se produjeron en varios nudos por tallo y en tallos de varias edades. La floración fue más dispareja en lotes de más de cinco meses de cortados. Obviamente que floración dispareja sumada a la característica de la semilla de caer poco después de alcanzar la madurez, complicó la maduración en el sentido de la definición del punto óptimo para la cosecha. Las prácticas culturales como un corte, pastoreo o quema fueron utilizadas para emparejar los tallos en el principio del ciclo de desarrollo con el fin de favorecer una floración y maduración de las semillas en forma más sincronizada. En lotes bajo riego, con cosechas múltiples por año, es muy importante integrar las prácticas de emparejamiento, riego y aplicación de nitrógeno oportunamente al comienzo del ciclo de rebrote.

Para definir el punto óptimo para la cosecha se identificaron las fases de desarrollo del cultivo, especialmente la iniciación del espigamiento, floración máxima y maduración óptima para la cosecha. A partir de la iniciación de la floración, se visitó frecuentemente el cultivo para observar los progresos en la maduración y estas visitas se intensificaron (cada 2-3 días) con el avance de la maduración. Aproximadamente a las tres o cuatro semanas después de la floración máxima, cuando se observaron cambios de color en las semillas de verde a café oscuro y un fuerte aumento de las semillas en el suelo, se inició la cosecha y se finalizó en

un período de dos semanas.

### Cosecha.

El método tradicional manual resultó ser el más eficiente en el momento y se compuso de corte, pila y trilla. En el corte se recolectaron las inflorescencias con hoz a una altura máxima en que se capturaran todas las semillas. Se tuvo cuidado de no agitar demasiado las inflorescencias durante el corte y acarreo hasta la pila para evitar el desprendimiento de las semillas maduras. El acarreo o transporte de las inflorescencias desde la planta hasta el sitio donde se construyeron las pilas se hizo en manojos sobre una carpa pequeña ó si la distancia era relativamente grande (50-100 metros) se hizo sobre un trailer.

Con el pilado de las inflorescencias se trató de mantener organizado el material cortado hasta la trilla, facilitar el desprendimiento de las semillas en la trilla y evitar el secamiento rápido. Las pilas se construyeron en lugares bien drenados dentro o fuera del lote, si era posible en un sitio libre de vientos y/o bajo sombra, pero tratando de que quedaran lo más cerca posible del sitio de corte. Se construyeron preferiblemente sobre plástico o superficies limpias que permitieran la recuperación de las semillas caídas al suelo, después de la trilla. El tamaño y forma de las pilas fue tal que permitiera un secamiento lento de las semillas. Regularmente se construyeron en forma horizontal formando dos hileras de inflorescencias con el ápice hacia el centro, su altura no fue mayor de 60 cms. e iba cubierta con una capa de material residual de 10 cms. como mínimo. El tiempo que permanecieron las semillas en la pila antes de la trilla dependió del contenido de humedad de las semillas al momento de corte y de las condiciones meteorológicas del ambiente. Si las condiciones eran húmedas la pila no permaneció en el campo más de tres días, cuando las condiciones eran secas la pila permaneció en el campo hasta seis días antes de ser trillada.

La trilla se efectuó agitando y golpeando las inflorescencias contra un soporte de madera, plástico o malla de alambre, esta última permitió obtener una semilla prelimpia pero tardó un poco más la labor.

Algunos métodos alternativos para cosechar están bajo investigación. El uso de una combinada convencional directamente resultó con pérdidas del 60% en base de



semillas puras vivas, comparada con el método tradicional a mano. Estas pérdidas ocurren más que todo en la salida de residuos atrás de la combinada porque las espiguillas son livianas con mucha pelusa y se adhieren al material vegetal pasando por encima de las zarandas. Utilizando la combinada como una trilladora estacionaria y alimentandola manualmente de las pilas resultaron pérdidas de 30-50%. Haciendo el corte a mano y colocando el material cortado en hileras en sitio bien seguro por 4-5 días (windrowing) y luego entrando con la combinada resultó un poco mejor la eficiencia en la recolección comparado con el uso de la combinada directamente. La recolección manual de semillas caídas en el suelo indicó potencias para rendimientos iguales o mejores que en la cosecha tradicional manual. También algunos datos indicaron que las semillas recolectadas del suelo tenían una mejor germinación. Obviamente aunque la combinada es menos eficiente en la recolección, esto puede ser compensado con su capacidad para cosechar áreas muy grandes. Estas investigaciones se continuarán.

#### Procesamiento.

Con el procesamiento de las semillas se buscó mejorar la pureza del lote, con lo cual se facilitó el manejo y la distribución de las semillas en la siembra y mejoró la presentación de las semillas al público.

Las etapas normales fueron las siguientes: secado, desaristado, limpieza, empaque y almacenamiento.

El secado se hizo con el fin de conservar la calidad de las semillas y facilitar el desaristado y la limpieza. Se efectuó en forma lenta durante un período no menor de tres días, extendiendo la semilla sobre una superficie lisa, bajo sombra en capas de 10-15 cms. o al sol en capas de 20-25 cms. En ambos casos la semilla se volteó tres veces por día para evitar calentamientos sobre todo en la primera etapa del secado. El tiempo de secado dependió del contenido de humedad inicial de la semilla, de la humedad relativa del ambiente y de la circulación de aire de los alrededores. Con humedad relativa baja y buena circulación de aire fueron suficientes 5 días a la sombra o tres al sol. Cuando se trate de áreas grandes y/o humedad relativa alta será necesario el uso de equipos de secado artificial.

Luego del secado las semillas fueron desaristadas con el fin de darles la fluidez necesaria que les permitiera pasar a través de una limpiadora. El desa-

ristado o desprendimiento de las aristas se hizo en base a fricción y no a golpes porque estos pueden causar daños mecánicos en la semilla. En CIAT - Palmira se construyó un modelo de desaristadora consistente con lo anterior, y está compuesta básicamente por un cilindro rotativo con dedos de caucho y banda de lona friccionaladora que gira dentro de un tambor semicilíndrico forrado en caucho rugoso y una malla también semicilíndrica. Las semillas son introducidas en el tambor con el cilindro girando de manera que son friccionadas por los dedos de caucho y arrastradas por la banda de lona sobre el caucho rugoso y las zarandas hasta perder sus aristas. En estas condiciones las semillas y aristas individuales pueden escaparse a través de la zaranda siendo recogidas por un sinfín y sacadas fuera de la máquina. Esta máquina puede ajustarse a diferentes velocidades de rotación del cilindro, diferentes tipos y posiciones de las zarandas, y graduar la alimentación. Su capacidad aproximada es de 50 kg/hora.

Las semillas desaristas se limpiaron haciéndolas pasar dos veces a través de una cribadora-ventiladora, con dos zarandas, una desbrozadora con perforaciones de aproximadamente 3/8 de pulgada y mínima pendiente y una clasificadora con perforaciones de 1/2 x 1/24 pulgada con máxima pendiente. El aire se graduó de tal manera que levantara solo el material liviano (polvo, aristas, vanas). Así se lograron tener semillas hasta con un 40% de pureza. El beneficio de este procesamiento es ilustrado en el Cuadro 4.

#### Calidad.

Los componentes de calidad más importantes tenidos en cuenta con las semillas de Andropogon gayanus fueron los siguientes: 1) Contenido de cariósido, 2) Pureza física, 3) Germinación y 4) Peso unidad.

En la prueba de contenido de cariósido se define la proporción numérica de las espiguillas que tienen cariósido. Es una prueba rápida que da un indicativo indirecto de la pureza Internacional y tiene también mucha utilidad en la prueba de germinación de esta especie, para medir el número de semillas puras que entran a la prueba.

En la estimación de pureza física, se definieron las proporciones de semilla pura, malezas y material inerte en base de peso. La definición de semilla pura empleada fue la definición Internacional, que define la semilla pura como la que

tiene una carióspside confirmada. La definición Irish es una alternativa, donde se define como semilla pura toda espiguilla con apariencia normal, sin confirmar si en realidad tiene carióspside o nó. Obviamente la definición Internacional es la más precisa y recomendable. El problema es la definición de un método para efectuar la separación de manera standard y relativamente rápido entre las tres fracciones. En esta especie esta separación es extremadamente laboriosa y la separación manual de una muestra para pureza Internacional, requiere casi un jornal. La ventaja según la definición Irish es la rapidez con la cual se puede efectuar esta, pero las vanas (espiguillas sin carióspside) quedan incluidas en la fracción pura. La prueba por la definición Irish, por lo tanto, define rápidamente la cantidad de material vegetal y partículas que no son espiguillas, pero no especifica bien la realidad de la fracción pura.

En el momento estamos usando nuestra propia técnica estimando la pureza según definición Internacional por un método indirecto. En este método se utiliza la relación directa que existe entre el contenido de carióspside y la pureza Internacional de las semillas puras Irish. Usando datos de muchas muestras se logró la siguiente regresión entre estos dos parámetros:  $Y = 1.099X$ , donde  $Y =$  Pureza Internacional de las semillas puras Irish y  $X =$  Contenido de carióspsides. Esta constante se usa para interrelacionar dos parámetros de diferentes unidades, contenido de carióspsides en base a número y pureza Internacional en base a peso. Así para una muestra dada se define la pureza Irish (% peso) y el contenido de carióspside (% no). Entonces se calcula la pureza Internacional (% peso) usando la siguiente fórmula:

$$\text{Pureza Internacional Indirecta} = 1.099 \times \text{Contenido de carióspside} \times \text{Pureza Irish} \div 100$$

Con este método se están hallando datos aproximadamente iguales a los obtenidos en la prueba según la definición Internacional hecha directamente a mano.

El Cuadro 4 presenta valores de contenido de carióspsides, pureza Irish e Internacional, para semilla cruda y semilla limpia desaristada.

La germinación de semilla pura se incrementó con el tiempo después de la cosecha durante el primer año. Normalmente se obtiene una germinación del 50% a los cinco meses. Este aumento con tiempo posiblemente estuvo relacionado con una dormancia presente especialmente durante los primeros cuatro meses. Esta dormancia

debe ser parcialmente fisiológica porque en pruebas de germinación las semillas respondieron a una aplicación de Nitrato de Potasio (0.2 p/v de  $\text{KNO}_3$ ). La longevidad de las semillas no está definida.

El peso unidad se definió en mg/100, se usó como una medida que reflejó el tamaño de las cariósides. Las semillas puras variaron normalmente entre 285-350 mg/100 semillas.

#### Rendimiento de semilla.

La única forma válida para presentar y discutir el rendimiento es en términos de semilla pura. Semilla pura, por la definición Internacional, son las espiguillas basales que tienen una cariósida confirmada. Esta fracción, por lo tanto, no incluye vanas y tampoco material vegetal. Rendimientos en base de semilla pura son comparables entre lotes, lugares y años mientras rendimientos de semilla cruda no son comparables porque varían en pureza.

Los datos registrados en los últimos tres años de investigación en varios lugares están presentados en el Cuadro 5. El rango de rendimientos de semillas puras por cosecha es 100-250 kg/ha, y varían entre semestres, entre años, con edad del lote, con aplicación de abonos y entre lugares.

En Palmira, con suelo neutral o alcalino, muy fértil, dos épocas de lluvias y disponibilidad de riego, el manejo incluyó 50 kg/ha/cosecha de nitrógeno, una o dos quemas por año y riego casi continuo para la cosecha efectuada en Marzo. Bajo estas condiciones se lograron tres cosechas por año con un promedio de 77 kg/ha/cosecha y 221 kg/ha/año. Los rendimientos variaron con la disponibilidad de agua, por ejemplo: en Julio 1978, el lote 2 rindió poco como resultado de poca lluvia y falta de riego. Básicamente con manejo adecuado (más que todo quema, riego y nitrógeno) el rendimiento por cosecha se ha mantenido estable por dos años.

En Quilichao, con suelo ácido e infértil, dos épocas de lluvias, quema después de cada cosecha y 50-100 kg/ha nitrógeno por cosecha, se han registrado datos similares a Palmira con 87 kg/ha/cosecha y con 2.5 cosechas por año, 217 kg/ha/año de semilla pura. En Quilichao, los rendimientos varían con precipitación y abonos.

La baja disponibilidad de potasio y fósforo fue probablemente la causa del rendimiento bajo en Noviembre 1978.

En Carimagua, con suelo ácido e infértil, una época de ocho meses de lluvias y con 100 kg/ha de nitrógeno, se registró una cosecha por año. Los pocos datos disponibles indican un rendimiento por cosecha y por año de aproximadamente 50 kg/ha de semilla pura. Un problema en Carimagua es la presencia de vientos fuertes en la época de madurez lo que causa que las semillas caigan muy rápidamente al suelo.

Un solo dato es disponible en Brasilia y obviamente los comentarios son muy especulativos. Es notable que este rendimiento fue muy alto, 250 kg/ha. Posiblemente esto refleja un efecto positivo de variación más amplia en fotoperíodo a esta latitud de 17°S, causando floración más intensa y pareja. Es necesario probar más este fenómeno.

Los promedios actuales registrados en Palmira, Quilichao, Carimagua y Brasilia son 221, 217, 50 y 250 kg/ha/año de semilla pura, respectivamente. Para propósitos futuros de multiplicación de semillas en años al azar, nos proponemos rendimientos conservativos, pero confiables, como 150, 125, 40 y 150 kg/ha/año de semilla pura, para Palmira, Quilichao, Carimagua y Brasilia, respectivamente.

Comparando nuestros resultados con los de Haggan (1966), Mishra y Chatterjee (1968) y Whyte, Moir y Cooper (1959) se puede observar que estos están incompletos por la falta de definición de pureza en sus trabajos. El rendimiento máximo de 90 kg/ha de semilla cruda no puede exceder 35 kg/ha de semilla pura según las normas de la Tabla 4. Esto implica que los rendimientos en Colombia son mucho más favorables.

#### Rata de multiplicación.

La rata de multiplicación está definida como el rendimiento de semillas por hectárea dividido por la cantidad necesaria para establecer una hectárea. Este dato es comparable entre especies distintas y se indica mucho en la potencia relativa para incrementar las semillas en un programa de producción.

Obviamente para lograr este parámetro se necesitan algunos datos claves, como

semillas de grado común con normas de pureza y germinación que definan un contenido de semilla pura viva; un rendimiento muy confiable en términos de semilla pura; una tasa de siembra mínima que establezca con confianza nuevos lotes. Un modelo tentativo se presenta en el Cuadro 6 con los promedios claves de 100 kg/ha para rendimiento de semilla pura y 2 kg/ha de semilla pura viva como una tasa mínima de siembra. El modelo incluyó los cálculos en términos de semilla limpia, semilla pura y semilla pura viva. Se hizo en esta forma tratando de evitar confusiones entre varias posibles clases de semillas y también para llamar la atención sobre las interrelaciones entre los datos y que la <sup>para</sup> tasa de multiplicación final salga constante para cada clase de semilla. Este modelo implica que la cosecha de semillas de una hectárea en un año debe servir para establecer 25 has. en el año siguiente.

Dentro de las especies de gramíneas tropicales con un mercado y producción de semillas bien desarrollado, una tasa de multiplicación de 25 es aceptable, e implica que la producción de semilla comercial debe ser potencialmente factible.

Aunque esté implicado que semillas limpias (por medio de una desaristadora y una cribadora-ventiladora) pueden tener una pureza de 40% (por la definición Internacional) y una germinación de 50% a los cinco meses, es decir, un contenido de semilla pura viva de 20%, a cinco meses; la selección de un contenido de SPV en la clase de semilla común para el mercado es arbitrario y 20% de SPV es relativamente alto. Un valor de 10% SPV (pureza 20% y germinación 50%) es más práctico para la mayoría de países entrando en el mercado con estas especies.

#### Temas para investigación.

Consistente en que el Andropogon gayanus es una especie muy promisoría en varios programas de investigación y está bajo consideración para lanzamiento al mercado en Colombia, valdría la pena considerar las necesidades de investigación relacionadas con la producción de semillas. Los siguientes temas deben recibir atención:

- 1) El papel del fotoperíodo con rendimiento de semilla pura. Es muy probable que la floración en latitudes medias, 8-15°Norte o Sur, resultará más intensa y por eso promoverá rendimientos más altos. Esto tiene



implicaciones básicas en la selección de regiones óptimas para la producción.

- 2) El efecto del nitrógeno en el rendimiento de semillas puras. En varias gramíneas tropicales el nitrógeno tiene un papel crítico para lograr rendimientos altos. Haggard (1966) y también nuestros propios trabajos han indicado una respuesta positiva hasta 100 kg/ha por cosecha, especialmente en lotes de más de un año.
- 3) Mecanización parcial de la cosecha. Mientras la cosecha a mano es más eficiente en la recolección, la disponibilidad y el costo de mano de obra en algunos países va a limitar la oferta de semillas. También las áreas máximas están muy restringidas con cosechas a mano. Prácticas mecánicas para facilitar la cosecha en áreas grandes son muy necesarias. Métodos o fases posibles incluyen: a) corte mecanizado, b) trilla mecanizada, c) recolección del suelo de semillas caídas y d) un tipo de raspadora.
- 4) Un método rápido para medir pureza que logre datos consistentes con la definición Internacional.
- 5) Calidad de semillas, especialmente longevidad en varias condiciones de almacenamiento y tipo de dormancia.
- 6) Costos de producción por kilo de semilla pura viva en sistemas de producción y regiones geográficas alternativas.

#### CONCLUSIONES.

En Nigeria Africa, los costos y disponibilidad de semillas están limitando el uso de Andropogon gayanus en praderas mejoradas como resultado de bajos rendimientos y rata de multiplicación de semillas.

Los rendimientos de semillas publicados en trabajos anteriores están imprecisos

por falta de determinación de pureza pero el rendimiento máximo de semilla pura registrado no ha excedido de aproximadamente 35 kg/ha/año.

Investigaciones hechas en Colombia indican rendimientos actuales de 100 kg/ha/año de semilla pura, cuando se le manejó intensivamente. Con este rendimiento se consiguió una rata de multiplicación de aproximadamente 25, implicando que la producción comercial de semillas debe ser potencialmente factible.

Investigaciones futuras deben desarrollar tecnología para respaldar la producción comercial. Es importante definir el efecto del fotoperíodo y el nitrógeno en distintas regiones geográficas sobre el rendimiento y la calidad de las semillas; métodos para cosechar mecánicamente y un método standard para medir pureza.



REFERENCIAS.

- ANON, (1975). Informe Anual, Shika Research Station, Nigeria. p. 2.
- ANON, (1976). Informe Anual, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. p. C11 - C12.
- ANON, (1977). Informe Anual, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. p. A25 - A26.
- BOGDAN, A.V. (1977). Tropical Pasture and fodder plants. Longman, London, 475 pp.
- BOWDEN, B.N. (1963). Studies of Andropogon gayanus Kunth. 1. The use of Andropogon gayanus in agriculture. Empire of Expt. Agric. 31, 267-273.
- FOSTER, W.H. (1962). Investigation preliminary to the production of cultivars of Andropogon gayanus. Emphytica 11, 47-52.
- HAGGAR, R.J. (1966). The production of seed from Andropogon gayanus. Proc. Inter. Seed Test. Assn., 31, 251-259.
- JONES, C.A. (1979). The potential of Andropogon gayanus Kunth in the oxisol and ultisol savannas of Tropical America. Herbage Abstracts. 49: 1-8.
- MISHRA, M.L. and CHATTERJEE, B.N. (1968). Seed production in the forage grasses Pennisetum polystachyon and Andropogon gayanus in the Indian Tropics. Trop. Grasslands. 2: 51-6.
- TOMPSETT, (1976). Factors affecting the flowering of Andropogon gayanus Kunth. Responses to photoperiod, temperature and growth regulators. Annals of Botany. 40: 695-705.
- WHYTE, MOIR y COOPER (1959). Grasses in agriculture. FAO, Agricultural Studies, No.42, Rome, Italy.

CUADRO 1

EFFECTO DE PASTOREO Y NITROGENO CON LA DENSIDAD DE INFLORESCENCIAS  
en Andropogon gayanus

(Tomado de Hagggar, 1966)

<u>Pastoreo</u>	<u>Densidad de Inflorescencias, en Noviembre</u>	
	<u>Sin nitrógeno</u> no/m <sup>2</sup>	<u>Con nitrógeno*</u> no/m <sup>2</sup>
1 vez, Junio	18	47
2 veces, Junio y Julio	6	15
3 veces, Junio, Julio y Agosto	6	12

\* 56 kg/ha N.

Error standard = 3.3

CUADRO 2

EFFECTO DE NITROGENO Y FOSFORO CON LA DENSIDAD  
DE INFLORESCENCIAS EN Andropogon gayanus EN NIGERIA  
(Tomado de Hagggar, 1966)

Nivel*	Densidad de inflorescencias, $\text{no}/\text{m}^2$				Promedio
	N.0	N.56	N.112	N.224	
$\text{P}_{205}$ 0	11	18	28	28	19
$\text{P}_{205}$ 34	9	21	34	34	22
$\text{P}_{205}$ 67	12	24	30	28	21
Promedio	11	21	31	30	

\* Kg/ha de N y  $\text{P}_{205}$ .

Error standard = 3.02

CUADRO 3

EFFECTO DE NITROGENO Y FOSFORO CON EL RENDIMIENTO DE  
SEMILLAS DE Andropogon gayanus EN NIGERIA

(Tomado de Haggard, 1966)

Nivel**	Rendimiento de semilla cruda*, kg/ha				Promedio
	N.0	N.56	N.112	N.224	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0	29.6	39.9	53.6	73.1	43.2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 34	21.3	41.6	63.4	86.5	47.2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 67	24.4	35.0	51.3	65.5	41.7
Promedio	25.1	38.8	57.7	75.0	

\* Sin definición de pureza. Cosechadas a mano.

\*\* Kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

CUADRO 4

RANGOS NORMALES DE LOS COMPONENTES DE CALIDAD EN DOS  
CLASES DE SEMILLAS DE Andropogon gayanus

<u>Clase de semilla</u>	Contenido de cariópside %no.	<u>Pureza</u>		Relación Peso/Volumen kg/m <sup>3</sup>
		Irish. % Peso	Internacional % Peso	
Cruda	0 - 30	70-85	0-30	40-50
Limpia Desaristada	20 - 50	80-98	20-60	60-70

CUADRO 5

RENDIMIENTOS DE SEMILLA PURA DE Andropogon gayanus  
EN VARIOS LUGARES Y AÑOS

Epoca	Rendimiento de semilla pura, (kg/ha), en lotes en						
	Palмира		Quilichao		Carimagua		Brasilia
	1	2	3	4	5	6	7
Noviembre 1977	92	121			40		
Enero 1978			78				
Marzo 1978	45	82		28			
Julio 1978	29	10	121	105			250
Noviembre 1978	150	90	30			60	
Enero 1979				160			
Promedio/cosecha	77		87		50		250
Promedio A/año*	221		217		50		250
Promedio B/año**	150		125		40		150

\* Promedios actualmente registrados.

\*\* Promedios conservativos para estimaciones futuras.

CUADRO 6

UN MODELO DE MULTIPLICACION DE SEMILLA PARA Andropogon gayanus

<u>Parámetro</u>	<u>Clase de Semillas</u>			
	Cruda	Limpia <sup>1/</sup>	Pura	Pura-viva
<u>Calidad de semilla</u>				
Pureza (%)	0-30	<u>40</u>	(100)	(100)
Germinación (% a 5 meses)			<u>50</u>	
SPV <sup>2/</sup> (% a 5 meses)		<u>20</u>		
<u>Rendimiento de semilla</u>				
(kg/ha/año)		250	<u>100</u>	50
<u>Rata de la siembra</u>				
(kg/ha)		10	4	<u>2</u>
<u>Rata de multiplicación</u>				
(ha/año)		25	25	25

<sup>1/</sup> Semilla desaristada y limpiada mecánicamente.

<sup>2/</sup> SPV = Semilla pura viva.

Los promedios claves aparecen subrayados.