

## Recursos genéticos de plantas forrajeras

1. La Colección de Germoplasma del Programa de Pastos Tropicales del CIAT. Schultze-Kraft, R.
2. El Potencial de Andropogon gayanus Kunth en Sabanas de Oxisoles y Ultisoles de América Tropical. Jones, C.A.
3. Prelanzamiento del Pasto Andropogon gayanus Carimagua 621 para Suelos Acidos e Infértiles del Trópico.
4. Baquiaria decumbens. Una Revisión con Referencia Particular a Australia. Loch, D.S.
5. Centrosema pubescens en Australia. Teitzel, J.K. y Burt, R.L.
6. Una Reseña del Pasto Guinea (Panicum maximum) para los Trópicos Húmedos de Australia. Mccosker, T.H. y Teitzel, J.K.
7. Bibliografía sobre Andropogon gayanus

## LA COLECCION DE GERMOPLASMA DEL PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES DEL CIAT

Rainer Schultze-Kraft\*

La ausencia de materiales semicomerciales o comerciales adaptados a condiciones de suelos ácidos e infértiles (Oxisoles y Ultisoles), los períodos prolongados de sequía y la baja productividad de las especies naturales, características de las regiones de sabana del trópico suramericano, crearon la necesidad de reunir el mayor número posible de plantas forrajeras con potencial de adaptación para estas áreas.

Sin duda, casi siempre hay un segundo motivo involucrado cuando alguien decide recolectar semilla de una planta silvestre o la planta misma: la necesidad de preservar los recursos genéticos ante la acelerada y continua expansión de la frontera agrícola.

El plan para la creación de un Banco de Germoplasma de Especies Forrajeras Tropicales en el CIAT surgió a principios de los años 70.

En este contexto es conveniente diferenciar entre los dos grupos principales de plantas comprendidas por el término "especies forrajeras": gramíneas y leguminosas. En cuanto a las primeras se refiere, debe destacarse el hecho de que casi la totalidad de las especies utilizadas en el trópico son de procedencia exótica, siendo Africa su principal centro de origen. Entre las varias especies que se introdujeron a Sur América en el pasado, en forma accidental o intencional, hay algunas tales como *Brachiaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa* y *Melinis minutiflora*, las cuales muestran buena adaptabilidad a las condiciones edáficas y climáticas de las sabanas suramericanas y cuyo uso se está extendiendo continuamente.

La situación fue diferente con las leguminosas, de gran importancia como fuente de nitrógeno para la asociación con gramíneas (a través de la simbiosis con *rhizobium* spp.) y como fuente de proteína para el ganado, principalmente durante la estación seca. El material comercial o semi-comercial disponible, resultó ser inapropiado porque:

- Carecía por completo de adaptación a suelos ácidos (por ejemplo: *Centrosema pubescens*, *Glycine wightii*).
- Bajo las condiciones climáticas del trópico suramericano, la susceptibilidad a enfermedades era alta (por ejemplo, *Stylosanthes guianensis*, *Macroptilium atropurpureum*)
- Se trataba de especies subtropicales con problemas de floración (por ejemplo, *Desmodium intortum*).

Esta falta de adaptabilidad de las variedades comerciales a las condiciones de las sabanas del trópico suramericano se debió básicamente a que tales variedades no fueron seleccionadas en forma exclusiva para las condiciones del trópico suramericano sino para las condiciones edáficas y climáticas de Australia. Además, el material genético del cual fueron seleccionadas las variedades australianas, también provenía de regiones con condiciones edáficas y climáticamente homólogas a las de Australia, en las cuales los investigadores australianos concentraron sus esfuerzos de colección de germoplasma.

La falta de disponibilidad de variedades comerciales de leguminosas con buena adaptación al trópico suramericano parece algo paradójica, si se toma en cuenta que el origen de la gran mayoría de los géneros más importantes de leguminosas tropicales es la América tropical. Sin embargo, en el pasado estos vastos recursos genéticos de leguminosas potencialmente forrajeras sólo habían sido aprovechados en parte por los investigadores australianos - pero con miras a las necesidades específicamente australianas - y casi en absoluto por instituciones suramericanas con miras a las necesidades específicas del trópico suramericano. Las colecciones hechas por el IRI de Matão/Brasil durante la primera parte de la década de 1960 son la excepción.

La organización y realización de viajes exploratorios de colección, particularmente a zonas de sabanas tropicales y otras regiones de suelos ácidos e infértiles fue el paso siguiente para la formación en CIAT de

un Banco de Germoplasma de especies forrajeras tropicales adaptadas a las condiciones de sabanas del trópico suramericano.

Se decidió dirigir los viajes principalmente a regiones de suelos Oxisoles y Ultisoles, asumiendo que las probabilidades de encontrar allí plantas adaptadas a condiciones de baja fertilidad del suelo eran particularmente altas.

El objetivo principal de estos viajes, durante los cuales se recorrieron largas distancias en un tiempo relativamente corto, fue el de la recolección general de germoplasma de un máximo número de especies y ecotipos de plantas nativas (particularmente leguminosas) con un potencial forrajero conocido o sospechado. Una vez reconocido el potencial de alguna especie con base en la respectiva evaluación agronómica y/o una vez identificada alguna región específica como fuente de germoplasma promisorio, seguiría otro viaje de recolección, esta vez con mayor intensidad en la búsqueda.

Inicialmente se contó con la financiación del International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), y desde 1974 se realizó una serie de viajes de reconocimiento de colección en Colombia y diversas regiones de Brasil, Bolivia, Panamá y Venezuela. Además, se hicieron algunos viajes de recolección en busca de germoplasma específico: *Desmodium* spp. (Tailandia) y *Centrosema* spp. y *Zornia* spp. (Llanos Orientales de Colombia).

Es de resaltar que los viajes fuera de Colombia se planean y ejecutan como misiones conjuntas entre la respectiva institución nacional y CIAT, de tal modo que el germoplasma recolectado es un producto de genuina colaboración internacional. Como el material colectado durante estos esfuerzos colaborativos forma parte del patrimonio de recursos naturales de su país de origen, el CIAT está haciendo esfuerzos para mantener algunas cantidades mínimas de semilla multiplicada a disposición de las respectivas instituciones nacionales.

La colección del Banco de Germoplasma del Programa de Pastos Tropicales no sólo consiste en materiales que se están obteniendo durante los viajes de recolección, sino también en introducciones que se están recibiendo de otras instituciones dentro de las actividades de intercambio de germoplasma.

El Programa de Pastos Tropicales actualmente dispone de una importante colección de germoplasma de especies forrajeras tropicales (casi 6000 accesiones). Su importancia radica principalmente en el alto grado de especialización de materiales provenientes de regiones de suelos ácidos e infértiles y, por lo tanto, con muchas probabilidades de adaptación a las condiciones de sabana y selva de América tropical.

Otra característica importante de esta colección es que ella representa una colección activa de trabajo: todos los años, varios centenares de accesiones son sometidas a la evaluación inicial en los jardines de introducción en Quilichao, Carimagua y Brasilia. Además, un buen número de entradas pasa por los Ensayos Regionales A en los diversos ecosistemas del área objetivo del Programa.

Otras importantes colecciones de materiales que tienen un potencial alto como plantas forrajeras para regiones de suelos ácidos e infértiles del trópico suramericano, se encuentran principalmente en Brasil (EMBRAPA-CENARGEN en Brasilia, D.F.; EPAMIG en Belo Horizonte, MG; EMGOPA en Goiania, GO; Instituto de Zootecnia en Nova Odessa, SP), Belice y Antigua (CARDI), Florida/USA (Universidad de Florida, ARC Ft. Pierce) y otros países.

EL POTENCIAL DE ANDROPOGON GAYANUS KUNTH EN  
SABANAS DE OXISOLES Y ULTISOLES DE AMERICA

TROPICAL

C.A. JONES

(Traducido por Clemencia Gómez)

El principal producto alimenticio en América Latina es la carne. En las regiones tropicales se produce cerca del 70% de la producción actual.

América tropical tiene mayor población per capita de ganado que Norte América, Europa occidental o Africa tropical; sin embargo, la producción de carne por animal y el consumo de carne per capita son relativamente bajos (CIAT, 1978).

Aproximadamente el 51% (850 millones de hectáreas) de América tropical está formada por Oxisoles o Ultisoles. De este total aproximadamente 300 millones de hectáreas están cubiertas por vegetación de sabanas y aproximadamente 550 millones de hectáreas están cubiertas por vegetación de bosque. Se ha estimado que del 70 al 75% de estos suelos son bien drenados (CIAT, 1978; T. Cochran, comunicación personal). La principal barrera para la producción de carne es estas áreas es el inadecuado suministro de forraje durante todo el año, causado por la baja fertilidad del suelo y por las tensiones de agua en el suelo, sequía de suelos bien drenados e inundación o saturación de agua en suelos pobremente drenados. Unos de los medios para incrementar la producción de carne, es la identificación y el uso de especies forrajeras mejor adaptadas a las condiciones del suelo y climáticas de dichas áreas.

Andropogon gayanus Kunth, conocido comunmente como pasto Gamba o Sadabahar (India), es una especie africana perenne macollada de considerable importancia económica en Africa occidental (Bowden, 1964a; de Leeuw and Brinckman, 1974); desde su introducción en Australia se ha mostrado como promisorio (Anon, 1950 y 1952; Graham, 1951; Reid and Miller, 1970) India (Chatterjee, 1964), Jamaica (Anon, 1957), Brasil (Otero, 1961; Emrich, 1972) y Colombia (CIAT.

1977 y 1978). Se ha informado que en ensayos agronómicos es de fácil establecimiento, altamente productivo, palatable al ganado, compatible con leguminosas y muy resistente a tensiones de sequía, quemas y suelos problemáticos. (Ademosun, 1974; Whyte, Moir and Cooper, 1959; Bowden, 1963a; Bogdan, 1977). El propósito de este artículo es el de revisar la literatura relacionada con las características agronómicas y botánicas y determinar su potencial como gramínea forrajera para suelos ácidos e infértiles de Latino América.

### CARACTERISTICAS BOTANICAS

#### Sistemáticas:

Andropogon gayanus Kunth se divide en tres variedades (Bowden, 1964b var. gayanus (var. genuinus Hack) nudos y pedicelos ciliados a lo largo de un margen: espiguillas glabras pediceladas; arista dura corta de 1-2 cm de longitud.

Var. squamulatus (Hochst). Stapf. Nudos y pedicelos ciliados a los lados de ambas márgenes, espiguillas pediceladas asperas y puberulentas; arista dura espesa; arista de 2-3 cm de longitud.

Var. bisquamulatus (Hochst) Hack. Nudos y pedicelos ciliados sobre ambos márgenes, espiguillas, pediceladas vellosas a pubescentes; aristas duras, densa, frontal y lateral; de 2-3 cm de longitud.

Se ha dividido otra taxa de la var. bisquamulatus. Bor (Citado en Bowden, 1964b), reconoce la variedad angyrophoeus como una forma más velluda con espiguillas pediceladas plumosas pubescentes y hojas basales pubescentes. Foster (1962) reconoce la variedad tridentatus como una forma diploide con nudos y pedicelos ciliados sobre un lado y espiguillas séiles de 6-8 mm de largo (ver Bowden, 1964b).

Foster (1962) ha encontrado variaciones continuas en el grado de vellocidades de las hojas, anchura de la hoja, y la presencia o ausencia de pelos sobre las espiguillas pediceladas, una cualidad usada para distinguir la variedad squamulatus de la variedad bisquamulatus.

### Morfología y Anatomía

Bowden (1964a) estudió en detalle la morfología y la anatomía de la variedad bisquamulatus. La cual es una gran gramínea perenne, con rizomas, con entrenudos cortos y ramas intravaginales, montecillos densos de 1 m de diámetro y producción de grandes inflorescencias de 3 m de alto. Estas características morfológicas y anatómicas son enteramente panicoides.

Sin embargo, el embrión posee dos caracteres festucoides, los cuales son un ectodermo y carecen de escutelo. Las variedades squamulatus y gayanus no han sido estudiadas en detalle.

### Distribución

Bowden (1964b) describió la distribución en altitud geográfica y climática de A. gayanus. en el Africa se presenta casi exclusivamente entre las isoyetas de 400 mm y 1500 mm anuales excepto cuando las condiciones locales favorables de suelo y topografía permiten su crecimiento a niveles de lluvia anuales, inferiores, o cuando las prácticas de limpieza (aclaramiento) de los bosques permiten su extensión a áreas de mayor precipitación normalmente dominados por bosques cerrados (Adejuwon, 1974).

La variedad squamulatus es un tipo vigoroso moderado que no excede 1.5 m en altura y es el más ampliamente distribuido de las tres variedades. Se ha encontrado sobre suelos bien drenados de Africa tropical. Al norte del ecuador se extiende en una amplia faja entre el Sahara y los bosques lluviosos de Senegal, sobre el occidente al Sudan y al norte de Uganda sobre el oriente. Al sur del ecuador se ha encontrado en las sabanas el oriente y el sur de los bosques húmedos ecuatoriales en Zaire, así como al sur de Mozambique y el Transvaal en sur Africa. Ocurre sobre los 2300 a 2600 m.

La var. bisquamulatus es un tipo de gran vigor a menudo excede 2 m en altura. Se ha encontrado en suelos bien drenados a 2000 m y tiene una distribución geográfica casi idéntica a la var squamulatus al norte del ecuador. Esta no ocurre al sur del ecuador. Las variedades squamulatus y bisquamulatus han invadido las áreas de sabana hechas por el hombre, a través de la parte norte de la zona forestal en Nigeria (Adejuwon, 1974). La variedad bisquamulatus

ha sido introducida en Colombia, Sur América y crece vigorosamente con una distribución de lluvia bimodal de más de 1800 mm anuales y con 5 meses de estación seca y 2100 mm de lluvia anual. La variedad gayanus se presenta en tierras inundables estacionales en Africa occidental donde forma poblaciones casi puras (Bogdan, 1977; Bowden, 1964b). También se presenta al sur de los bosques lluviosos ecuatoriales en Zaire. Var. tridentatus es más pequeña que la var. bisquamulatus y se presenta en las partes semidesiertas de la zona Sahel de Africa occidental (Bogdan, 1977; Foster, 1962). Las variedades squamulatus, bisquamulatus y gayanus se presenta naturalmente donde el promedio de la temperatura mínima del mes de invierno más frío no es inferior a 4.4 C (Bowden, 1964b). Las especies toleran ligeras heladas (Chatterjee y Singh, 1966).

Las variedades squamulatus y bisquamulatus pueden resistir 9 meses de sequía, pero su ambiente más favorable parece ser más bajo de 1000 m con una estación seca de 3 a 5 meses y una lluvia total de 750 mm (Bogdan, 1977; Bowden, 1963a).

#### Funcionamiento de la Floración

Andropogon gayanus, como muchos miembros de las Androgoneae (Evans, 1964) es una planta de día corto. La duración crítica del día para floración está entre 12 y 14 horas. (Tompsett, 1976). La floración está intensificada por acortamiento de la duración del día de 12 a 8 horas o por exposición de las plantas viejas a tratamientos de días cortos. La temperatura óptima para la floración es aproximadamente 25C, pero las temperaturas bajas nocturnas (15 C), inhiben fuertemente la floración. Las auxinas, giberelinas, ácido abscisico y el ácido dimetilaminosuccinamico (B9) inhiben la floración bajo condiciones que normalmente se induce. Varios tratamientos con hormonas de crecimiento, incluyen combinaciones mencionadas arriba para estimular floración en días largos.

La remoción parcial o total de las raíces inhibe la floración, sugiriendo que la producción de citokininas o giberelinas ocurre en la raíz (Atkin, Barton y Robinson; 1973) y puede estimular la floración.

La máxima respuesta a floración puede ser inducida por exposiciones a días cortos de una sola hoja expandida, por ejemplo, cubriendo la hoja con papel de aluminio, las hojas jóvenes son más sensibles a los estímulos del fotoperíodo que las hojas viejas. Utilizando esta técnica se podría facilitar el mejoramiento produciendo tres generaciones por año (Tompsett, 1976).

Haggar (1966) informó que en Shika, Nigeria, las macollas formadas antes o durante la parte inicial de la estación lluviosa hacen la mayor contribución al rendimiento final de la semilla. Después de que varias nuevas macollas se formaron después de los dos primeros meses de la estación lluviosa y aquellas que se formaron al caer las flores. Observando el porcentaje de macollas en floración y la longitud de la inflorescencia, las macollas formadas después de la estación lluviosa, llegan a ser similares a aquellas producidas a la iniciación de la estación lluviosa.

En la India la muerte de las macollas ocurre a través del año, pero es mayor después de la emergencia de la panícula y durante la estación seca (Chatterjee y Singh, 1968). En general, las macollas se mueren al año de la formación y son reemplazadas por nuevas. El número de macollas es inferior a la floración y se incrementa al máximo durante la parte inicial de la estación lluviosa. (Singh y Chatterjee, 1965). La floración ocurre aproximadamente durante una hora y se producen entre 600 y 1400 flores (Foster, 1962). La floración es acrópeta y cada par de racimos se toma cerca de 5 días para completar la floración. Tanto la hora del día como la fecha de floración están correlacionadas con el origen del ecotipo. En Shika, Nigeria, las flores de ecotipo hacia el norte seco de Nigeria, se abren más temprano en la mañana que aquellas de los ecotipos del sur lejano. Estos ecotipos también empiezan la floración 48 días más temprano que aquellos del sur lejano (Foster, 1962). Esto es probablemente una respuesta a fotoperíodo (Tompsett, 1976) y una adaptación a la estación corta de lluvias en el norte de Nigeria, ya que cada ecotipo inicia la floración en la fecha que coincide con

el final de la estación de lluvias en su sitio de colección.  
(Foster, 1962).

Foster (1962) informa que las especies producen polen de un par simple de racimos todos los cinco días del período de la floración, pero los estigmas solo se esfuerzan los tres primeros días. El propuso la hipótesis que la fecha de floración es un conjunto que tenderá a iniciarse tan temprano como las condiciones climáticas lo permitan.

Otros estudios han examinado la estructura y función de las hojas, nectarios (Bowden, 1971), las ligulas (Bowden, 1964c) y el metabolismo de los triglicéridos de las semillas germinando (Williams and Bowden, 1973).

#### CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

El Andropogon gayanus, var. bisquamulatus es más vigoroso y agresivo que la variedad squamulatus. (Bowden, 1963a; P.M. de Leeuw, comunicación personal). En el Africa occidental, estas dos variedades son conocidas por su resistencia a la sequía, buena retención de follaje en la estación seca (Anon, 1942; Bogdan, 1977). La especie está bien adaptada a la quema y al manejo cuidadoso en pastoreo; es necesario hacer una quema periódica o corte, con el fin de suprimir el material fibroso o viejo (Bowden, 1963a, Hagggar, 1970). En praderas de A. gayanus no quemadas, ni pastoreadas, la paja puede constituir más del 50% del total de la materia orgánica, durante la época seca (Egunjobi, 1974). En las sabanas orientales de Colombia, el rebrote en la sabana nativa es mayor que el de A. gayanus por los primeros 4 a 5 días después de la quema; sin embargo, dentro de los 10 días siguientes el rebrote de A. gayanus es mayor. Después de 6 semanas, este rebrote puede ser dos veces el de la sabana nativa (997 vs 419 kg de materia seca/ha). La lignificación de los rebrotes parece ser mucho más lenta en A. gayanus que en la sabana nativa (M. Sánchez, comunicación personal).

Es conocido que la var. bisquamulatus coloniza agresivamente tanto en suelos alterados de campos de barbecho (P.N. de Leeuw, comunicación personal), como sabanas nativas alteradas. (J.M. Spain, comunicación personal). En Nigeria norte es sembrado en pasto barbecho y es conocido que es útil en el mejoramiento de la

fertilidad del suelo (Bowden, 1963a). Este efecto benéfico sobre cultivos subsecuentes probablemente debido más a mejoramiento de la fertilidad del suelo que a un gran mejoramiento perdurable de las propiedades físicas del suelo. (Wilkinson, 1975).

Andropogon gayanus esta adaptado a un rango de tipos de suelos, incluyendo suelos aluviales ricos (Barrault, 1973), suelos de serpentina (Wild 1964a y 1974b), Oxisoles y Ultisoles (CIAT, 1977) y suelos areno arcillosos bien drenados y de fertilidad media a alta (Bowden, 1963a).

#### Establecimiento

El Andropogon gayanus se puede establecer por trozos de coronas o semillas. Los trozos de corona son a menudo usados en trabajos experimentales para un establecimiento rápido de una población uniforme. Debido a que la especie es alógama y las plantas varían morfológicamente; los trozos deben ser tomados de un número de plantas y randomizados dentro de la parcela. La siembra por trozos de corona parece promisorio cuando la calidad de la semilla u otros factores no permiten la siembra mecanizada de semilla a una baja densidad de siembra (1,000 plantas/ha o menos). Cuando el suelo se prepara y los trozos se siembran tarde en la época húmeda, la producción de semilla debe asegurar una población suficiente para la siguiente estación lluviosa (J.M. Spain, comunicación personal).

La siembra se puede hacer al voleo o en surcos. Bowden (1963a) recomienda siembras a una profundidad de 1,2 a 2,5 cm en semilleros bien preparados. La tasa de siembra depende grandemente de la fertilidad de la semilla. Bogdan, (1977) recomienda siembras de por lo menos 45 kg de semilla sin limpiar/ha, si la calidad es desconocida. Probablemente será suficiente un total de 2 kg de semilla de germinación pura (J.E. Ferguson, comunicación personal).

El A. gayanus, como muchos pastos perennes produce poco forraje durante la época húmeda, en la cual es sembrado, puede ser sembrado con cultivos anuales asociados para aumentar el

rendimiento económico durante el primer año. En Nigeria (Haggar, 1969), el maíz y la soya son más adaptables a ser cultivos asociados que mucuna (Stizolobium sp) una leguminosa rastrera, o el pasto anual Pennisetum pedicellatum, el cual es muy competitivo. Todos los cultivos asociados reducen significativamente la competencia por malezas y su cosecha temprano ayuda al establecimiento de A. gayanus. Los rendimientos en materia seca son altos en el primer año cuando la gramínea es sembrada al voleo, pero el establecimiento en surcos proporciona una ligera ventaja después del primer año.

#### Rendimiento de materia seca y eficiencia del uso de agua

Los rendimientos conocidos de materia seca para A. gayanus están en el rango de menos 3 (Haggar, 1966) a sobre 17 toneladas de MS/ha/año (CIAT, 1978). En poblaciones maduras los factores importantes determinantes del rendimiento parecen ser anteriores al manejo del pastoreo (Haggar, 1975), fertilidad (Haggar, 1966 y 1975; Barrault, 1973) y lluvia (Barrault, 1973; Haggar, 1975; Anon, 1978).

Bowden (1963a) revisó los rendimientos de materia seca obtenidos en cinco ensayos en el Africa. En estos ensayos A. gayanus siempre estuvo entre las tres especies de mayores rendimientos. Su rendimiento fué aproximadamente comparable al de Panicum maximum. Mayor que P. maximum en dos ensayos, menor rendimiento que P. maximum en 2 ensayos y un rendimiento equivalente en otro.

A 23° de latitud norte en India A. gayanus y Brachiaria brizantha tuvieron rendimientos anuales iguales de M.S. (11.6 ton/ha) y sobrepasaron las otras 10 gramíneas en el ensayo. Es interesante anotar que A. gayanus tuvo los más altos rendimientos de M.S. (1.2 ton/ha) durante la estación seca de siete meses de duración (Singh y Chatterjee, 1965). Sobre las bases anuales el produjo 9 a 10 kg de M.S./ha/mm de lluvia.

En un análisis de varios experimentos en Nigeria y Cameroon, A. gayanus creciendo cerca a la fertilidad óptima, el rendimiento fué de aproximadamente 8 a 12 kg M.S./ha/mm de lluvia en la estación lluviosa de 4 a 5 meses de duración. (Barrault, 1973; Haggar, 1975). En Brasil Emrich (1972) informa rendimientos en peso fresco, los

cuales pueden calcularse sobre las bases de 25% a 30% de M.S. (ver Barrault, 1973), los cuales son equivalentes a 9 a 11 kg M.S./ha/mm de lluvia total, durante 2 épocas lluviosas de 6 meses.

En Colombia (CIAT, 1978; B. Grof, comunicación personal)

A. gayanus creciendo en asociación con leguminosas en un Ultisol infértil con 90 kg  $P_2O_5$ /ha, produjo un rendimiento aproximadamente de 11 kg de M.S./ha/mm de lluvia. Las leguminosas asociadas rindieron un promedio de 3,4 kg M.S./ha/mm de lluvia. En comparación Hyparrhenia rufa y las mismas leguminosas asociadas rindieron 9 y 4.5 kg de M.S./ha/mm de lluvia, respectivamente. Estos altos valores de uso de eficiencia de agua bajo condiciones de fertilidad relativa baja puede ser el resultado de bajas pérdidas de agua debidas a drenaje profundo y escorrentia debido a la distribución bimodal de las lluvias.

Haggar (1970) informó sobre las máximas tasas de crecimiento del cultivo en praderas de A. gayanus ligeramente fertilizado, las cuales fueron ligeramente superiores a 32 kg M.S./ha/día para por lo menos un mes antes a la alongación del tallo.

La habilidad de A. gayanus para permanecer verde a través de gran parte de la estación seca suministrando un forraje temprano al inicio de la época lluviosa es una de sus características agronómicas más importantes (Bowden, 1963a; Bogdan, 1977). A pesar de esto, solo un estudio se ha llevado a cabo sobre su sistema radical (Bowden, 1963b). Andropogon gayanus var bisquamulatus creciendo en plantas espaciadas en Kampala, Uganda. Se identificaron tres clases morfológicas de raíces. Las raíces fibrosas son profusamente rameadas distalmente, usualmente con menos de 0.5 mm de diámetro y extendidas lateralmente a un metro de la planta. Las raíces gruesas tienen 2 mm de diámetro, las ramificaciones están aquí y allá, haciendo un ángulo de 30° a 40° con la superficie del suelo, y rara vez tienen más de 0.5 m de longitud. Las raíces verticales se parecen a las raíces fibrosas excepto que ellas con ramificaciones aquí y allá están extendidas verticalmente más de 80 cm. El sistema total de raíces consiste de 50% de raíces fibrosas, 40% raíces gruesas y 10% raíces verticales (en base a peso).

Durante la época seca sobre un Oxisol en Carimagua, Colombia, A. gayanus como Brachiaria decumbens extrajeron agua de las capas más profundas del perfil del suelo, más que P. maximum (J.M. Spain, comunicación personal). Durante la estación seca produjo rendimientos en M.S., ligeramente mayores que B. decumbens (P. Sánchez, comunicación personal). Dentro de dos meses en la estación seca tanto en la mañana temprano como en la mitad de la tarde los potenciales de agua de la hoja fueron similares a los de B. decumbens y mayores (menos negativo) que aquellos de P. maximum y H. rufa (datos no publicados del autor). Esto probablemente indica un mejor desarrollo del sistema radical que el de P. maximum y H. rufa.

En Carimagua el espaciamiento de los surcos y la frecuencia de corte son los principales factores que afectan los rendimientos relativos de A. gayanus y B. decumbens en la estación húmeda. Con intervalos de corte de 8 semanas y espaciamiento de surcos de 1.0 metro B. decumbens produjo casi dos veces más materia seca que A. gayanus. (Comunicación personal P. Sánchez); sin embargo, con un espaciamiento entre surcos de 0.5 metros y solamente tres cortes por año A. gayanus rindió ligeramente más que B. decumbens o P. maximum (comunicación personal F. Muller). Estos datos están de acuerdo con los de Barrault (1973) los cuales indican que una baja frecuencia de corte favorece la acumulación total de materia seca en A. gayanus. La intercepción de luz probablemente limita la tasa de crecimiento del cultivo bajo corte frecuente y es un factor principal en la disminución del rendimiento bajo corte frecuente y/o espaciamiento amplio de surcos. De estos datos parece que la ventaja competitiva de A. gayanus es que realmente puede ser manipulado para manejo en pastoreo,

#### Calidad

Los valores de porcentaje de proteína cruda (CP) y digestibilidad varían dentro de plantas como una función de la parte de la planta, edad y fertilidad del suelo. El Cuadro 1 resume los datos de un número de fuentes para A. gayanus. De acuerdo al Cuadro 1 se observa que A. gayanus es una gramínea de valor nutritivo medio a bajo.

Miller y Rains (1963) encontraron que de ocho especies estudiadas en el norte de Nigeria, A. gayanus fué la mejor agronómicamente, pero el porcentaje de digestibilidad de la proteína cruda fué comparable al de especies de la sabana nativa. Las comparaciones fueron hechas entre gramíneas creciendo sobre suelos de alta fertilidad; P. maximum y Pennisetum purpureum fueron superiores a A. gayanus en el contenido de digestibilidad y proteína cruda.

—Reid et al (1973) midieron la digestibilidad in vitro de la materia seca (IVDMD) de un número de gramíneas en un período de 16 semanas durante la estación lluviosa en Uganda. La digestibilidad del forraje sin cortar de A. gayanus disminuyó de aproximadamente un 68% al inicio de la estación lluviosa a una tasa de cerca de 1.5% por semana. La digestibilidad fué generalmente más baja que la de un número de especies de Brachiaria y Digitaria decumbens. Esta fué casi igual a la de Cynodon dactylon y P. maximum var Makueni, y fué mayor que la de H. rufa.

Haggar y Ahmed (1970) informaron sobre ensayos de alimentación de 27 ovejas en el cual, corte fresco de heno de A. gayanus fué el alimento durante la estación húmeda en Shika, Nigeria. En cada año IVDMD y el consumo voluntario fueron mayores durante la primera parte de la estación de crecimiento y disminuyeron a medida que avanzó la madurez de las plantas. Hubo pequeños aumentos en el consumo voluntario de materia seca en la época de la emergencia de la panícula, pero disminuyó posteriormente. El IVDMD de los tallos en elongación fué tan alto como el de las hojas. El consumo voluntario estuvo relacionado con IVDMD ( $r=0.40$ ) y CP ( $r=0.82$ ). El porcentaje de proteína cruda estuvo relacionado con el porcentaje de digestibilidad de proteína cruda ( $r=0.88$ ). Se ha concluido que el porcentaje de proteína cruda es un criterio útil para predecir valores nutritivos.

Haggar (1970) estudió el rendimiento, los componentes del rendimiento y los parámetros de calidad en praderas creciendo ininterrumpidamente (no pastoreadas y sin cortar) de A. gayanus var bisquamulatus no fertilizado y ligeramente fertilizado tanto en las estaciones secas y húmedas en Shika, Nigeria. Durante la

estación húmeda en 1964 la materia seca del forraje sin cortar sobre parcelas no fertilizadas aumentó sigmoidalmente a 3.9 tons/ha. Durante la siguiente estación seca la cantidad de materia seca en pie, nunca disminuyó más allá de 2.8 tons/ha; sin embargo, CP disminuyó más de 6% al inicio de la estación húmeda, a aproximadamente 4% durante el período de crecimiento rápido a mediados de la estación húmeda, a menos del 1.5% en el cuarto mes de la estación seca. Durante el análisis de los componentes del rendimiento en la estación húmeda en 1967 se demostró que el porcentaje de hoja verde en el total del rango de la materia seca fue del 60% antes de la elongación del tallo a cerca del 25% a floración. Esto estuvo acompañado por una caída en el contenido del CP de la planta entera de cerca del 4.5% durante la estación lluviosa a 3.0% en el segundo mes de la estación seca. Durante el mismo período el CP de los componentes de la hoja verde, nunca cayeron por debajo de 5.5%.

Bowden (1963a) cita reportes en los que en dos años, ensayos de palatabilidad de 12 variedades en Nigeria, A. gayanus exuberante fué el mayor en palatabilidad seguido por Panicum coloratum, P. maximum y P. purpureum.

En un ensayo de preferencia en ganado Ghana, ovejas y cabras pastorearon un total de 12 especies gramíneas. Todo el ganado demostró preferencia por A. gayanus, P. maximum, Setaria sphacelata, y B. decumbens (Tetteh, 1974).

La importancia del consumo selectivo de baja calidad del heno de A. gayanus al consumo y digestibilidad en ovejas, fué demostrado por Hagggar y Ahmed (1970) y Hagggar (1972). Restringiendo la cantidad de alimento ofrecido, se redujo la digestibilidad de materia seca, presumiblemente porque las ovejas estuvieron forzadas a consumir más porciones no digestibles de tallos. Reduciendo el consumo selectivo por escogencia el heno resultó en un bajo consumo voluntario. Zemelink, Hagggar y Davies (1972) encontraron que el ganado selecciona fuertemente por material frondoso cuando se alimenta con heno de A. gayanus de baja calidad.

Los datos indican que sobre suelos infértiles las poblaciones puras maduras de A. gayanus son incapaces para usarse como heno (Haggar, 1972; Miller y Rains, 1963). Solamente por pastoreo selectivo del material de hojas verdes, pueden los animales obtener una dieta con un contenido de proteína cruda razonable (Haggar, 1970; Haggar y Ahmed, 1970 y 1971); Milford y Minson, 1965. La situación puede mejorarse considerablemente aumentando la fertilidad del suelo (Barrault, 1973; Sen y Mabey, 1966) el manejo dirigido a producir crecimiento continuo joven (Rains y Foster, 1958; Barrault, 1973) e incluir leguminosas asociadas o suplemento (CIAT, 1978; Haggar, 1972).

### Respuesta a Fertilidad

La respuesta de cultivos a fertilización con nitrógeno es difícil de comparar entre sitios y entre años debido a las diferencias en el poder de suministro de nitrógeno de los diferentes suelos y las diferencias en tensiones de sequía, las cuales causan variación en la eficiencia con la cual el N es utilizado por la planta. La Figura 1 demuestra las curvas de respuesta de N encontradas por varios autores para A. gayanus. Las grandes diferencias son evidentes tanto en el poder de suministrar N nativo del suelo (reflejado en el rendimiento sin adición de fertilizante a base de N) y la eficiencia en el uso del N (La pendiente inicial de las curvas de respuesta al N).<sup>1/</sup>

La Figura 2 muestra el efecto de la lluvia sobre la respuesta de rendimiento en materia seca a aplicaciones de fertilizante nitrogenado en varios experimentos en los cuales la lluvia y la respuesta en el rendimiento de materia seca a fertilización con N fueron informados. De la Figura 2 se observa que aproximadamente 600 mm de lluvia anual es necesaria para esperar respuestas significativas a fertilizante nitrogenado. Después de los primeros 600 mm de lluvia cada 100 mm de lluvia (hasta aproximadamente 1250 mm) aumentan la producción por hectárea de materia seca aproximadamente 8 kg/ha/año por kg de fertilizante nitrogenado (hasta

---

<sup>1/</sup>

Respuesta inicial al N y evaluado por el método de "respuesta lineal y plateau" (Waugh, et al, 1975)

aproximadamente 100 kg de N/ha/año).

En Shika, Nigeria (Haggar, 1975) la época de la iniciación de las lluvias fué la época más eficiente para hacer aplicaciones de nitrógeno; cal-nitro y nitrato de calcio fueron fuentes de nitrógeno más eficientes que urea, nitrato de sodio o sulfato de amonio.

Las respuestas de rendimiento a fertilización con fósforo fueron comparadas en A. gayanus, P. maximum, B. decumbens y H. rufa sobre un Oxisol sumamente infértil en Carimagua, Colombia. Todas las cuatro variedades respondieron a 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Sin adición de fertilizante a base de fósforo, los rendimientos de A. gayanus, B. decumbens, H. rufa y P. maximum, fueron 35%, 20%, 10% y 0% del máximo, respectivamente. A 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, el porcentaje de máximo rendimiento de las cuatro gramíneas fué: A. gayanus, 55% B. decumbens 60%, P. maximum 38% y H. rufa 20%. En el mismo experimento A. gayanus respondió menos que las otras tres variedades a fertilización con magnesio. Todas la variedades respondieron a S (J.M. Spain, comunicación personal, 1978).

Los bajos requerimientos externos de fósforo para A. gayanus fueron confirmados en ensayos de maceteras, donde la prueba para los niveles críticos en el suelo determinada por el método de Cate-Nelson fué de cerca de 5,2 ppm (Bray II-P disponible). (F. Muller, comunicación personal, CIAT 1978).

La respuesta de A. gayanus a cal en Oxisoles muy ácidos en Carimagua; Colombia, fué comparable a la de otras especies tolerantes a aluminio como Brachiaria humidicola y Brachiaria radicans. Esta tolerancia fue ligeramente mejor que la de B. decumbens, P. maximum, B. mutica y B. decumbens y fué mucho más tolerante que los híbridos de Cynodon, H. rufa y Axonopus scoparius. (J.M. Spain, comunicación personal, CIAT, 1978). In Ghana, A. gayanus no respondió a aplicaciones de cal, las cuales aumentaron los rendimientos de Cenchrus ciliaris y Tripsacum laxum del 10 al 12% (Kannegieter, 1966).

#### Compatibilidad con Leguminosas

Trabajos en Nigeria (Onayinka, 1973, Adegbola y Onayinka, 1966) han demostrado que el A. gayanus es compatible tanto con leguminosas rastreras (Centrosema sp) y no rastreras (Stylosanthes guianensis). La misma compatibilidad se ha demostrado tanto en ensayos de corte

como de pastoreo en Colombia. (CIAT, 1978; B. Grof, comunicación personal). Se ha informado sobre mezclas exitosas con Clitoria ternata en el norte de Australia (Whyte et al, 1959).

En Ghana de septiembre 1969 a noviembre de 1970 A. gayanus produjo más materia seca que Digitaria decumbens en poblaciones puras (37 vs 17 t/ha), en asociación con Centrosema pubescens (30 vs 29 t/ha) y en asociación con Desmodium leiocarpum (34 vs 20 t/ha) (Tetteh, 1972).

### Producción Animal

Existen varios trabajos relacionados con el comportamiento animal en praderas de A. gayanus. En 1971 de Leeuw informó que en las sabanas de la zona norte de la Guinea; aún cuando limpias pero no cultivadas los máximos rendimientos, que se podrían esperar aún con suplementación moderada de concentrados es de 28 kg de peso vivo/ha/año. En los experimentos revisados por de Leeuw (1971) las mejores capacidades de carga de pastoreo en la sabana nativa durante la estación húmeda fueron de 0.62 animales/ha, lo cual dió una tasa promedio de ganancia de peso vivo en las dos estaciones húmedas de 0.17 kg/animal/día y un total de ganancia de peso vivo de 16 kg/ha sobre un promedio de 142 días. En otro ensayo sobre sabanas nativas la ganancia de peso vivo de 0.62 cabezas/ha fué cerca de 35 kg/ha, durante la estación húmeda (203 días) y menos 14 kg/ha durante la estación seca (140 días). En comparación, la ganancia de peso vivo sobre praderas semi-naturales no fertilizadas de A. gayanus en un período de 3 años en la estación húmeda fué de 0.56 kg/ha/día y una capacidad de carga de 2.0 animales/ha y 0.49 kg/ha con 1.0 animal/ha. En el total de la estación húmeda, la ganancia en peso vivo en este ensayo fue de 84 a 96 kg/ha.

En el occidente de Nigeria se realizó otro ensayo de manejo durante la estación húmeda en una sabana natural dominada en un 66% por A. gayanus. Una aplicación total de 112 kg de N/ha aumentó la producción de materia seca tres veces sobre el control. La ganancia en peso vivo fué de 0.39 y 0.77 kg/animal/día sobre tratamientos no fertilizados y fertilizados, respectivamente y

durante el segundo pastoreo, la fertilización nitrogenada duplicó la materia seca de 33.5% a 67%. La ganancia en peso vivo fué de 116 kg/ha/año sin fertilización de nitrógeno y 250 kg/ha/año con 112 kg de N/ha/año (Adegbola, Onayinka y Eweje, 1968).

### Producción de Semilla

Bogdan (1977) informó que los rendimientos de semilla no limpia variaron de 20 a 100 kg/ha/año, y los rendimientos anuales de semilla no limpia fueron superiores a 90 kg/ha/año obtenidos en India y Brasil. En un ensayo en la India la semilla no limpia contenía solamente de 5 a 10% de cariopsides. Bowden (1973a) reportó que las cariopsides contenían un rango de menos del 1% o más del 60%. La germinación de las cariopsides varió solo ligeramente del 60 al 80%. Bowden (1963a) informó que 2.2 kg/ha de semilla de germinación pura es suficiente para el establecimiento, pero si la pureza de la semilla es variable, se recomienda una dosis mínima de 45 kg/ha de semilla no limpia.

En shika, Nigeria el número de macollas florecidas se aumentó 3 a 4 veces con un solo pastoreo, al inicio de la estación lluviosa en vez de tres veces (Haggar, 1966). Sobre estos suelos aplicaciones superiores a 67 kg  $P_2O_5$ /ha tuvieron poco efecto sobre el rendimiento en materia seca o producción de semilla. Aplicaciones de 168 kg N/ha aumentaron el número de inflorescencias en floración dos a tres veces, aproximadamente. Aplicaciones de 224 kg N/ha aumentó la producción de materia seca de 2,4 a 7.0 t/ha, así como la altura de la inflorescencia de 1.7 a 2.3 m, el número de inflorescencias de 13 a 36  $m^2$  la longitud de la inflorescencia de 46 a 63 cm y aumentando los rendimientos de semilla sin trillar de 25 a 75 kg/ha. Demorando la cosecha hasta después que las puntas del raquis empiezan la absición se ocasiona una severa reducción en el rendimiento de semilla. En este experimento en varios de los tratamientos no se estimó ni la pureza, ni la germinación. Bogdan (1977) informó que la germinación declina del 80% al 50% en el primer año. a 30% en el tercer año y a cero entre el 4 al 6 año de cosecha de la semilla.

En Colombia los rendimientos de semilla seleccionada con grado de 40% de pureza han variado de 30 a 300 kg/ha con un grado medio de rendimiento de la semilla de 120 kg/ha. La germinación de semilla pura no

tratada ha tenido valores tan altos como 65% a los nueve meses (J.E. Ferguson, comunicación personal). Estos rendimientos son considerablemente mejores que aquellos informados en otras partes indicando probablemente la importancia del clima en la producción de semilla.

Rendimientos de 200 kg/ha de semilla seleccionada tuvo el 40% de pureza internacional y 50% de germinación (por ej. 20% de contenido de semilla pura viva), lo cual podría permitir densidades de siembra de 10 kg/ha de dicha semilla (proporcionando 2 kg/ha de SPV). Así, es factible una tasa de multiplicación de aproximadamente 20 (20 hectáreas de semilla por cada hectárea cosechada).

### CONCLUSIONES

Andropogon gayanus Kunth es una de las grandes especies de gramíneas de macolla que es altamente productiva, moderadamente nutritiva en poblaciones puras sin fertilización de nitrógeno y altamente palatable a toda clase de ganado. Es de fácil establecimiento y fácilmente eliminado por el arado. Es muy tolerante a problemas de suelos, incluyendo Oxisoles y Ultisoles, los cuales son bajos en fósforo y tienen altos niveles de saturación de aluminio. Es resistente a las tensiones de quema y sequía y es conocido por su producción de forraje verde en la estación seca y es de rápida recuperación después de la quema; por recrecimiento en la estación lluviosa. Parece estar mejor adaptado a climas monzónicos y a elevaciones inferiores a 2000 m con estaciones secas de 3 a 5 meses (o más) y lluvia anual superior a 750 mm. Bajo fertilidad moderada a alta la producción anual de materia seca varía de 9 a 11 kg/ha/mm de lluvia. Se ha informado que se asocia bien con un número de leguminosas y varios datos disponibles indican que la ganancia animal sobre poblaciones puras o en mezcla con leguminosas son superiores a las de las praderas nativas.

La producción de semilla varía de acuerdo a la localidad, pero es posible obtener una tasa de siembra de 20 hectáreas por hectárea cosechada. Además A.gayanus se adapta bien con cultivos asociados

y existen buenas posibilidades para el desarrollo de técnicas de establecimiento con densidades muy bajas y con un mínimo uso de insumos, aprovechándose de la semilla autopropagada.

CUADRO 1. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA Y COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA  
A. GAYANUS DE VARIAS FUENTES. - 1/

Referencia	Proteína Cruda (t)	Digestibilidad de la materia seca (t)	Tejido	Observaciones
Haggar and Ahmed, 1971	9.2-6.6 (7.9) <sup>2/</sup> 7.7-6.1 (7.0) 5.4-4.5 (4.9) 3.4-2.1 (2.4) 6.6-3.1 (4.7) 3.5-2.2 (3.1) 2.4-1.5 (2.0) 1.5-1.1 (1.3)	66.0-53.2 (58.1) <sup>3/4/</sup> 63.5-51.2 (54.5) 60.9-46.5 (52.1) 49.5-28.3 (37.7) 64.1-42.6 (55.1) 65.9-45.5 (55.2) 60.5-37.4 (49.9) 53.6-32.5 (43.2)	Lámina sin expandir(1) Lámina expandida(2) Lámina parcialmente café(3) Lámina café(4) Tallos debajo de las hojas(1) Tallos debajo de las hojas(2) Tallos debajo de las hojas(3) Tallos debajo de las hojas(4)	Sin fertilización nitrogenada, Muestras de crecimiento de la estación lluviosa Sin cortar sobre un período de 7 semanas en la segunda mitad de la estación lluviosa en Nigeria
Miller and Rains, 1963	6.5 4.3 3.8 4.1 6.1	61.6(en ovejas) <sup>5/</sup> 52.4(en ovejas) 54.8(en bovino) 54.0(en bovino) 53.6(en bovino)	75-100 cm, cortado a 25 cm 100-125 cm, cortado a 25 cm 75-100 cm, cortado a 12-18cm 100-125 cm, cortado a 12-18cm 25-50 cm, cortado a 7-10 cm	Sin fertilización nitro- genada en crecimiento inicial sin cortar en la estación húmeda
Haggar, 1975	7.0-5.4 (6.2) <sup>3/</sup> 7.1-5.5 (6.4) 7.1-5.6 (6.2) 8.1-5.7 (6.9) 9.5-6.9 (7.9) 11.3-8.5 (9.6) 12.6-8.9 (10.4)		4 a 6 semanas Rebrote viejo	0 kg N ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> 28 56 112 224 448 896

1/ Resultados similares fueron reportados por Barrault (1973), Haggar (1970), Haggar y Ahmed (1970), Boudet (1970), Anon, (1973), Oyemba (1957), Reid et al. (1973), y Sen y Mzbeey (1965).

2/ 1 N x 6.25

3/ Rango con promedio en paréntesis

4/ Digestibilidad de la materia seca in vitro

5/ Digestibilidad de la materia seca in vivo

Cambios en los rendimientos de materia seca por unidad de fertilizante nitrogenado ( $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1} \text{kg}^{-1} \text{N}$ )

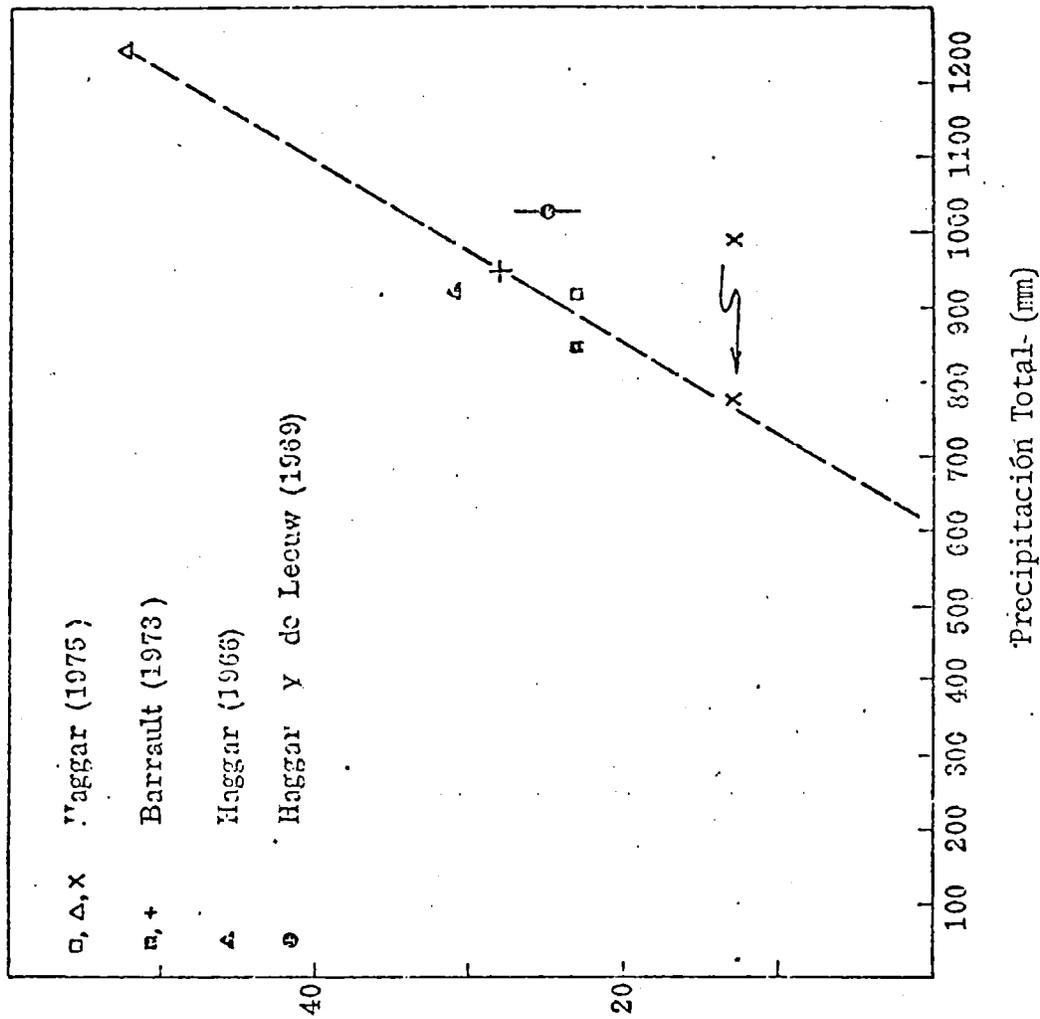


Fig. 2. Efecto de la precipitación en la respuesta de los rendimientos de materia seca a la fertilización nitrogenada. La precipitación correspondiente al punto (x) ha sido corregida por precipitación inefectiva anormalmente alta al principio de la estación lluviosa.

BIBLIOGRAFIA

1  
2  
3 Adegbola, A.A.; Onayinka, B. (1966) The production and management  
4 of grass/legume mixtures at Agege. Nigerian Agriculture  
5 Journal, 3, 84-91.

6 Adegbola, A.A.; Onayinka, B.O.; Eweje, J.K. (1968) The  
7 management and improvement of natural grassland in Nigeria.  
8 Nigerian Agriculture Journal, 5, 5-6.

9 Adejuwon, O. (1974) Savanna in the forest areas of western Nigeria:  
10 distribution and vegetation characteristics. Journal of Tropical  
11 Geography, 39, 1-10.

12 Ademosun, A.A. (1974) Utilization of poor quality roughages in the  
13 derived savanna zone. In Animal production in the tropics,  
14 Ibadan, Nigeria; Heinemann Educational Books, Limited,  
15 152-165.

16 Anonymous (1942) Report for the year 1941-42. Gold Coast  
17 Department of Animal Health, Accra, 5pp.

18 Anonymous (1950) Kimberley Research Station progress report,  
19 1947-49. Journal of the Department of Agriculture of Western  
20 Australia, 27, 199-209.

21 Anonymous (1952) Pasture investigations at regional centres.  
22 C.S.I.R.O. Fourth Annual Report, Canberra.

23 Anonymous (1957) Department of Agriculture investigations 1955.  
24 Bulletin, Department of Agriculture, Kingston, Jamaica,  
25 No. 55 (N.S.), pp. 106.

26 CIAT (1977) Beef Production Program Annual Report 1976. Centro  
27 Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, pp. 75.

- 1 CIAT (1978) Beef Production Program Annual Report 1977. Centro  
 2 Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, in press.
- 3 Atkin, R.K.; Barton, G.E.; Robinson, D.K. (1973) Effect of root-  
 4 growing temperatures on growth substances in xylem exudate of  
 5 Zea mays. Journal of Experimental Botany, 24, 475-487.
- 6 Barrault, J. (1973) La recherche fourragère au Nord-Cameroun.  
 7 Production et valeur alimentaire de quelques fourrages locaux  
 8 (Travaux menés par l'IRAT de 1965 a 1971). [ Forage crop  
 9 research in North Cameroon. Production and food value of some  
 10 local forage (work carried out by IRAT from 1965 to 1971) ] .  
 11 L'Agronomie Tropicale, Paris, 28, 173-188.
- 12 Bogdan, A.V. (1977) Tropical pasture and fodder plants. London;  
 13 Longman, 475 pp.
- 14 Boudet, G. (1970) Management of savanna woodland range in West  
 15 Africa. Proceedings of the 11th International Grasslands  
 16 Congress, Surfers Paradise, p. 1-3.
- 17 Bowden, B.N. (1963a) Studies on Andropogon gayanus Kunth.  
 18 I. The use of Andropogon gayanus in agriculture. Empire  
 19 Journal of Experimental Agriculture, 31, 267-273.
- 20 Bowden B.N. (1963b) The root distribution of Andropogon gayanus  
 21 var. bisquamulatus. East African Agricultural and Forestry  
 22 Journal, 29, 157-159.
- 23 Bowden B.N. (1964a) Studies on Andropogon gayanus Kunth. II. An  
 24 outline of the morphology and anatomy of Andropogon gayanus  
 25 var. bisquamulatus (Hochst.) Hack. Journal of the Linnean  
 26 Society (Botany), 58, 509-519.

- 1 Haggan, R.J.; de Leeuw, P.N. (1969) Annual report of the  
2 Institute for Agricultural Research and Special Services, Ahmadu  
3 Bello University, 1967-68. Institute of Agricultural Research,  
4 Samaru, 78 pp.
- 5 Leeuw, P.N. de. (1971) The prospects of livestock production in the  
6 Northern Guinea Zone savannas. Samaru Agricultural  
7 Newsletter, 13, 124-133.
- 8 Leeuw, P.N. de; Brinckman, W.L. (1974) Pasture and rangeland  
9 Improvement in the Northern Guinea and Sudan Zone of Nigeria.  
10 In Animal production in the tropics, Ibadan, Nigeria; Heinemann  
11 Educational Books, Limited, 124-136.
- 12 Milford, R.; Minson, D.J. (1965) Intake of tropical pasture species.  
13 Proceedings of the 9th International Grasslands Congress, São  
14 Paulo, 815-822.
- 15 Miller, T.B.; Rains, A.B. (1963) The nutritive value and agronomic  
16 aspects of some fodders in Northern Nigeria.  
17 Journal of the British Grassland Society, 18, 158-167..
- 18 Onayinka, E.A.O. (1973) Hints on establishment and management of  
19 sown pasture in Western Nigeria. Research Bulletin,  
20 University of Ife, Institute of Agricultural Research and  
21 Training, No.3, 20 pp.
- 22 Oyenuga, V.A. (1957) Agricultural value of Nigerian grass species.  
23 Empire Journal of Experimental Agriculture, 25, 237-255.
- 24 Rains, A.B.; Foster, W.H. (1957) Effect of cutting Andropogon  
25 gayanus (gamba) at different heights. Report of the Department  
26 of Agriculture of Northern Nigeria, Part II, 1956-57,  
27 163-164.

- 1 Reid, P.A.; Millier, I.C. (1970) New grasses for the top end Gamba  
2 grass. Turnoff, 2, 26-27.
- 3 Reid, R.L.; Post, A.J.; Olsen, F.J.; Mugerwa, J.S. (1973) Studies  
4 on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda.  
5 I. Application of in vitro digestibility techniques to species and  
6 stage of growth effects. Tropical Agriculture, Trinidad, 50,  
7 1-15.
- 8 Sen, K.M. Mabey, G.L. (1965) The chemical composition of some  
9 indigenous grasses of the coastal savanna of Ghana at different  
10 stages of growth. Proceedings of the 9th International Grasslands  
11 Congress, São Paulo, 763-771.
- 12 Singh, R.D.; Chatterjee, B.N. (1965) Tillering of perennial grasses  
13 in the tropics of India. Proceedings of the 9th International  
14 Grasslands Congress, São Paulo, 1075-1079.
- 15 Tetteh, A. (1972) Comparative dry matter yield patterns of grass/  
16 legume mixtures and their pure stands. Ghana Journal of  
17 Agricultural Science, 5, 195-199.
- 18 Tetteh, A. (1974) Preliminary observations on preference of herbage  
19 species by cattle, sheep and goats grazing on range on the  
20 Achimota Experimental Farm. Ghana Journal of Agricultural  
21 Science, 7, 191-194.
- 22 Tompsett, P.B. (1976) Factors affecting the flowering of Andropogon  
23 gayanus Kunth. Responses to photoperiod, temperature, and  
24 growth regulators. Annals of Botany, 40, 695-705
- 25 Waugh, D.L.; Cate, R.B.; Nelson, L.A.; Manzano, A. (1975) New  
26 concepts in biological and economical interpretation of fertilizer  
27 response, Soil management in Tropical America, North

Prelanzamiento del pasto  
*Andropogon gayanus* Carimagua 621  
para suelos ácidos e infértiles del Trópico



**5 de Diciembre, 1978**

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
Resumen .....	1
1. Histórico .....	3
2. Características positivas: .....	4
2.1 Vigor y crecimiento	4
2.2 Tolerancia a sequía	4
2.3 Adaptación a suelos ácidos e infértiles	9
2.4 Bajos requerimientos de fósforo	12
2.5 Bajos requerimientos de nitrógeno	16
2.6 Tolerancia a la quema	20
2.7 Resistencia a insectos y enfermedades	20
2.8 Alta producción de semillas	23
2.9 Compatibilidad con leguminosas	23
2.10 Potencial para uso en sistemas de bajos insumos	23
2.11 Calidad nutritiva moderada	25
2.12 Alta producción animal	30
2.13 Pasto anti-garrapatas	33
3. Características negativas .....	34
3.1 Lento crecimiento inicial	34
3.2 Susceptibilidad a defoliación intensa	34
4. Características desconocidas .....	38
4.1 Producción animal durante la época seca	38
4.2 Tolerancia a especies brasileñas de salvazo	38
4.3 Potencial como maleza	38
5. Pasos propuestos a seguir .....	39
5.1 Multiplicación de semilla básica	39
5.2 Investigación adicional	39
5.3 Mecanismo	40
6. Nombre propuesto .....	40
7. Bibliografía citada .....	41

## RESUMEN

Después de 4 años de evaluación en varias estaciones experimentales de Colombia y con validación en ensayos regionales en varios países latinoamericanos, se ha comprobado que la accesión CIAT 621 de Andropogon gayanus reúne los objetivos del ICA y del CIAT, al ser una gramínea forrajera de alta productividad en suelos Oxisoles y Ultisoles adaptada a sistemas con bajo uso de insumos. Las características que hacen sobresaliente este pasto, comparándolo con Brachiaria decumbens y Panicum maximum son:

- 1) Vigor y productividad en suelos ácidos e infértiles, incluso a principios de la época seca;
- 2) completa adaptación a altos niveles de aluminio intercambiable;
- 3) bajos requerimientos de nitrógeno y fósforo;
- 4) tolerancia a quema y muy rápido rebrote;
- 5) ausencia hasta el presente de ataques de plagas y enfermedades y mantenimiento de una buena fauna benéfica;
- 6) compatibilidad con leguminosas promisorias;
- 7) alta producción de semillas;
- 8) adaptabilidad a sistemas de establecimiento de bajo costo;
- 9) excelente palatabilidad y calidad nutritiva aceptable;
- 10) mayor productividad animal en el primer año de pastoreo;
- 11) mal hospedero para garrapatas;
- 12) persistencia.

2.

Los factores negativos son: (1) un crecimiento inicial de plántulas lento, y (2) una digestibilidad in vitro moderada.

Los factores desconocidos hasta ahora son (1) tolerancia a varias especies de salivazo (mión o cigarrinha), (2) productividad animal en el segundo año de pastoreo, y (3) potencial de maleza.

Se propone aumentar la producción de semilla básica hasta tener listas 4 toneladas, fecha en la cual podría ser lanzada al mercado en Colombia a fines de 1979. Debido a que esta especie carece de un nombre vulgar en América Latina, se propone llamarla pasto "Carimagua" símbolo de la colaboración ICA-CIAT y usar como cultivar el número 621. Si durante el transcurso de la etapa de producción basal de semillas se encuentran factores negativos serios en pruebas regionales o en otros ensayos, no se lanzará oficialmente.

## 1. HISTORICO

Andropogon gayanus es una gramínea forrajera oriunda del Africa Occidental, en donde es uno de los componentes de las sabanas nativas en dichas zonas, en suelos Alfisoles de pH 6, pero bajos en fósforo y sujetos a una fuerte estación seca. Ecotipos de esta gramínea han sido introducidos en varios países de América Latina pero no fueron evaluados más allá de parcelas individuales hasta que el Dr. Bela Grof (CIAT) introdujo en 1973 semilla de la Estación Experimental Shika, Nigeria, y comenzó un proceso de evaluación sistemática a partir de 1974. Desde esa época ha sido probado en CIAT-Palmina, El Limonar, Carimagua y CIAT-Quilichao, llegando al nivel de pruebas bajo pastoreo y ganancia de peso vivo en Carimagua y Quilichao. El ecotipo CIAT 621 fue introducido a Brasilia en 1977 en un experimento de producción de semillas y está actualmente sembrado en ensayos regionales ubicados en San Ignacio (Bolivia), Yurimaguas, Pucallpa y Tarapoto (Perú), Santo Domingo (Ecuador), Santander de Quilichao, Villavicencio, El Nus (Colombia), Uracoa, Jusepín, El Tigre, Atapirire, Calabozo, Guachi (Venezuela) y Nueva Guinea (Nicaragua). Durante este mes también se está sembrando en 15 ensayos regionales en Brasil ubicadas en los estados de Goias, Minas Gerais, Bahia, Pará, Amazonas, Roraima, Rondonia y Acre.

## 2. CARACTERISTICAS POSITIVAS

### 2.1 Vigor y crecimiento:

A. gayanus 621 tiene poco vigor durante la etapa de plántula, pero después sus tasas de crecimiento son parecidas a Bracharia decumbens o Panicum maximum durante la época de lluvias y superiores a estas dos gramíneas durante la época seca. La Figura 1 muestra la disponibilidad de forraje verde (expresado en materia seca) en un experimento de O. Paladines en Carimagua bajo tres presiones de pastoreo continuo. La Figura 2 compara la producción de materia seca durante épocas de lluvia y seca en CIAT-Quilichao bajo pastoreo. Puede notarse que A. gayanus y Bracharia decumbens producen cantidades parecidas durante la época de lluvias, pero Andropogon la supera durante la primera mitad de la época seca.

### 2.2 Tolerancia a la sequía

A. gayanus 621 tolera más la falta de agua que B. decumbens y otras gramíneas. La Figura 3 ilustra el balance hídrico durante la última época seca en CIAT-Quilichao y en el cual B. decumbens empezó a sufrir seriamente por falta de agua 45 días antes que A. gayanus (véase el crecimiento en época II, Figura 2). Hasta el momento encontramos 4 razones que explican este fenómeno : (1) una mayor eficiencia de utilización de agua disponible. Andropogon produjo 22 kg MS/ha por mm de agua transpirada, mientras que P. maximum produjo solamente 17 (Fig.4). Asimismo, durante las primeras 12 semanas de la estación seca en Quilichao (épocas II y

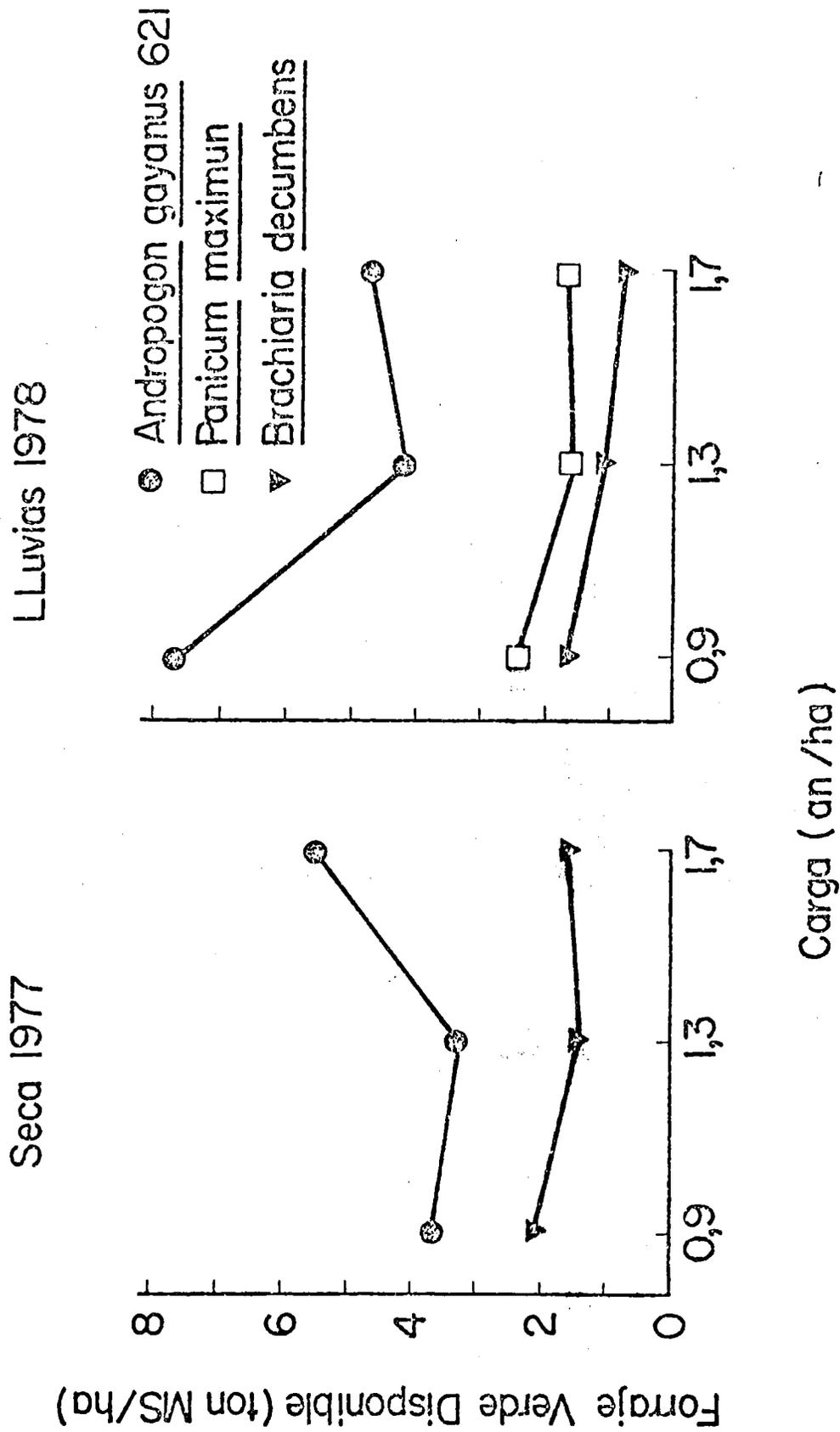


Figura 1. Producción de forraje verde disponible en experimentos de pastoreo continuo en un Oxisol de Carimagua durante las estaciones seca y lluviosa. Gramíneas puras que recibieron 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 20 kg Mg y S. (Datos obtenidos por O. Paladines).

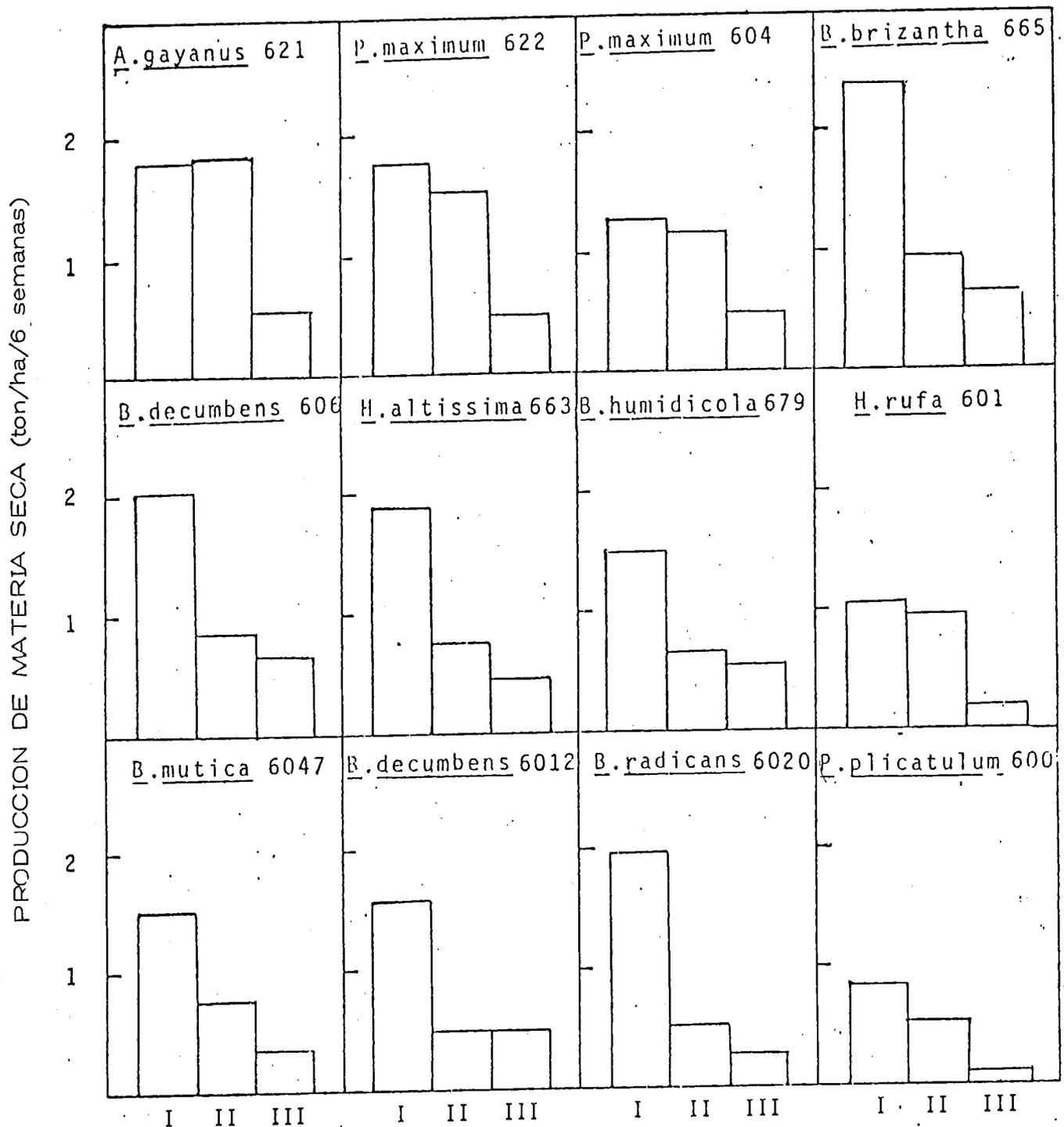


Figura 2. Crecimiento de varias gramíneas en CIAT-Quilichao durante I = época de lluvias, II = primeras 6 semanas de época seca y III = segundas 6 semanas de época seca. (Datos obtenidos por C.A. Jones).

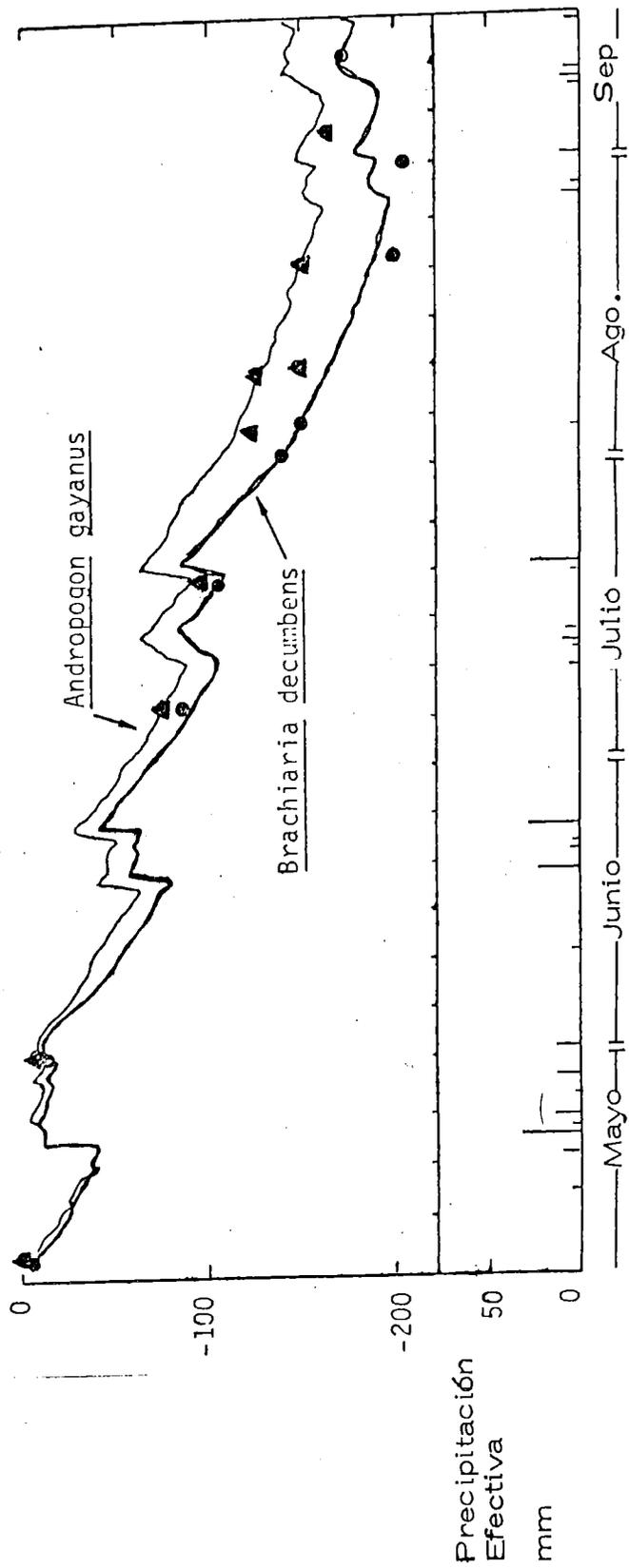


Figura 3. Contenido de humedad observada y estimada (●, ▲) en un perfil de suelo de CIAT-Quilichao. El contenido de agua del perfil de suelo estuvo en "capacidad de campo" en la primera fecha de muestreo en Mayo. (Datos obtenidos por C.A. Jones).

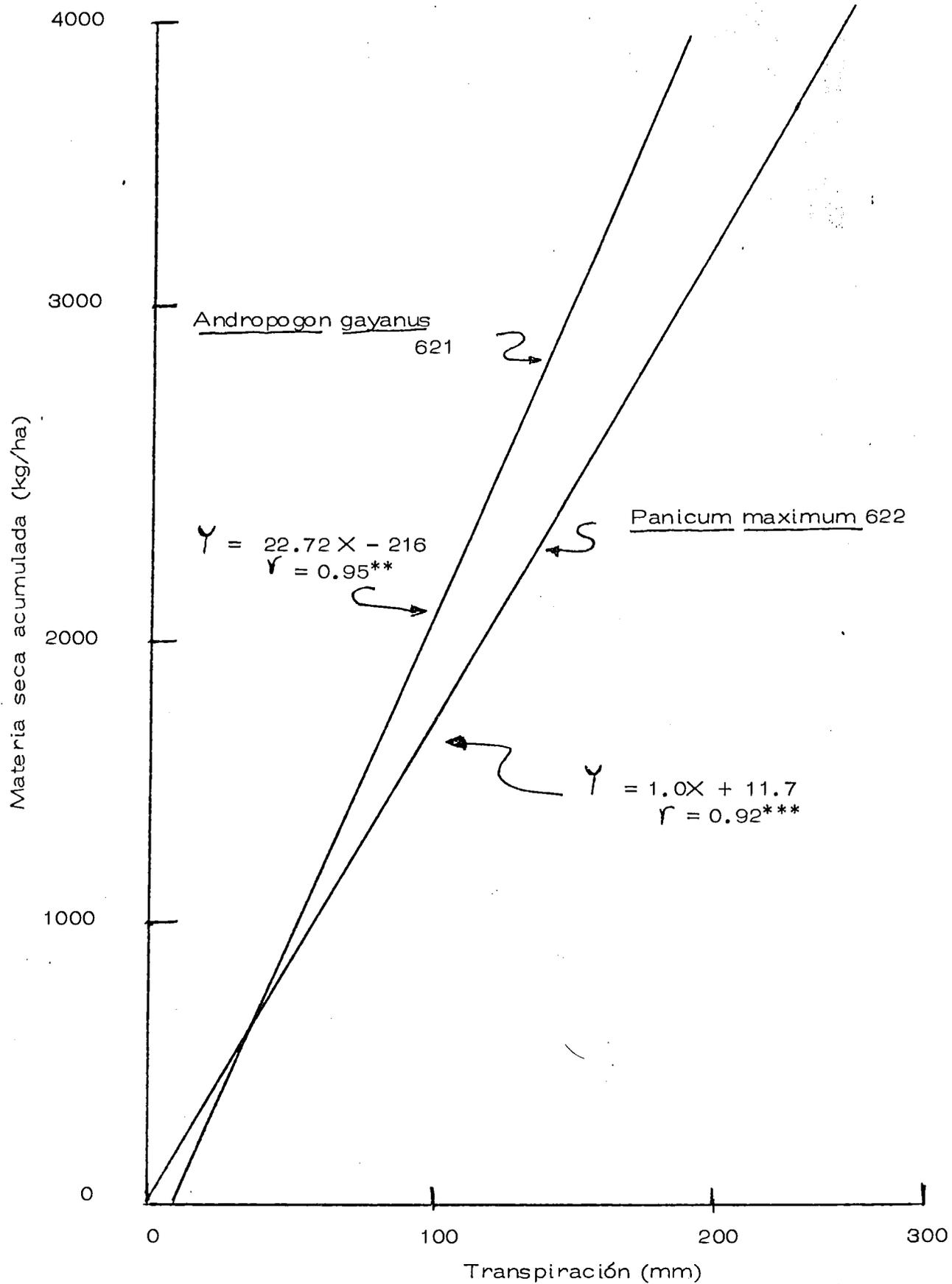


Figura 4. Producción de materia seca por unidad de uso de agua. CIAT-Quilichao. (Datos obtenidos por C.A. Jones).

III de Figura 2), Andropogon consumió 20 mm de agua menos que Brachiaría y produjo 60% más de materia seca. (2) El consumo reducido de agua permite a Andropogon mantener una tensión de agua en la planta más baja que la de Brachiaría (Cuadro 1). (3) Sus estomas no son tan sensibles como los de P. maximum a la tensión de agua en la planta, y así se puede mantener los estomas más abiertos durante períodos de sequía (Cuadro 1). (4) Su vellosidad mantiene gotas de rocío por más tiempo que en Brachiaría y Panicum. Al caminar por un pasto de Andropogon a media mañana, las personas salen con los pantalones mojados, mientras que eso no ocurre en Brachiaría y Panicum. Se estimó que esta característica produce un microclima más favorable para las leguminosas asociadas, y puede retardar el inicio de la presión diurna de sequía que ocurre en la época seca.

### 2.3 Adaptación a suelos ácidos e infértiles

Andropogon gayanus 621 está adaptada perfectamente a acidez extrema de suelos Oxisoles y Ultisoles. En Carimagua, en un suelo de pH 4.3 y 81% de saturación de Al, respondió negativamente a aplicaciones de cal, obteniéndose los mejores rendimientos sin cal. La Figura 5 demuestra que el Andropogon es ligeramente más tolerante a aluminio que B. humidicola, B. decumbens, y mucho más que Hyparrhenia rufa.

Andropogon gayanus 621 aparentemente se adapta bien a suelos menos ácidos tales como los Alfisoles de Santo Domingo de los Colorados con pH 5.7 y Mblisoles en CIAT-Palmira con pH 7. Se

Cuadro 1. Tensión del agua en los tallos y resistencia estomatal en cuatro especies durante la época de sequía en Quilichao (3 Agosto, 1978). (Datos de C.A. Jones).

Espe cie	Tensión (bares)	Resistencia estomatal (seg/cm)
<u>Panicum maximum</u>	13.42 a	26.41 b
<u>Andropogon gayanus</u>	15.50 a	13.45 a
<u>Hyparrhenia rufa</u>	18.96 b	36.72 c
<u>Brachiaria decumbens</u>	19.08 b	16.34 a

% de rendimiento  
máximo

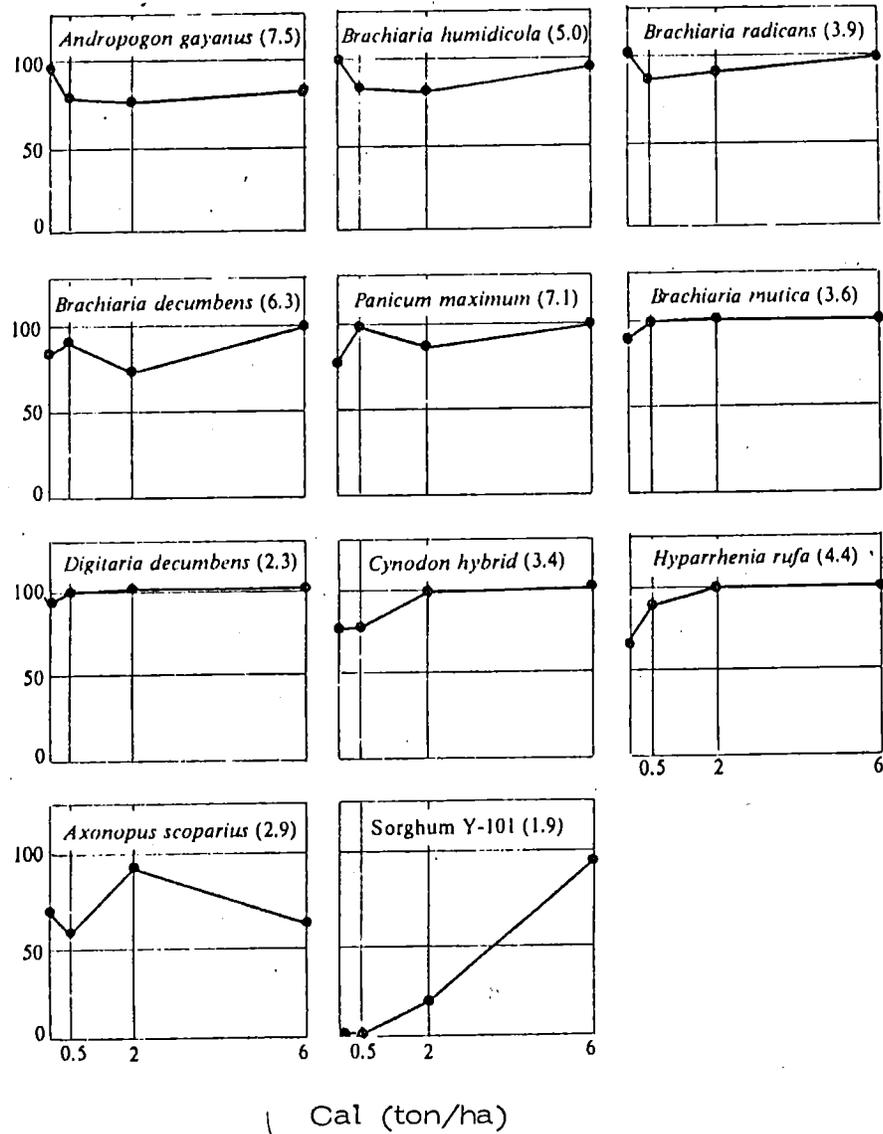


Figura 5. Respuesta a aplicaciones de cal de varias gramíneas en Carimagua (Datos obtenidos por J.M. Spain).

desconoce sin embargo, su adaptabilidad a suelos alcalinos y sódicos, lo cual sería fácil de establecer en el CIAT. Se desconoce también su adaptación a zonas de clima templado y frío, ya que no se ha documentado su comportamiento a elevaciones superiores a 1000 m. Sin embargo, de acuerdo con la literatura africana resumida por Jones (1979), la especie se adapta a un amplio rango de suelos y se encuentra en Africa hasta en alturas superiores a los 2.300 m.

#### 2.4 Bajos requerimientos de fósforo

En Carimagua datos preliminares indican que A. gayanus utiliza más eficientemente el fósforo que P. maximum común, P. maximum cv. Makueni, Hyparrhenia rufa o Paspalum plicatulum a niveles de aplicación de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha, una cantidad económicamente factible. A dicho nivel, A. gayanus 621 sobrepasó el rendimiento de todas las gramíneas en el ensayo, incluyendo las especies más productivas de Brachiaria (Fig. 6). Cabe destacar que los datos de este ensayo fueron tomados después del establecimiento; la altura del corte (10 cm) y la frecuencia (6 semanas) probablemente favoreció las especies postradas como Brachiaria.

En otro experimento en Carimagua se determinó que el nivel crítico (Cate-Nelson) de P del suelo (Bray II) para A. gayanus 621 es de aproximadamente 5 ppm, lo cual corresponde a 100 kg de  $P_2O_5$ /ha y un nivel crítico de P en el tejido de 0.11% (Figs. 7 y 8). Los niveles correspondientes a P del suelo para P. maximum común (CIAT 604) y Brachiaria decumbens (CIAT 606) son 6 y 7 ppm,

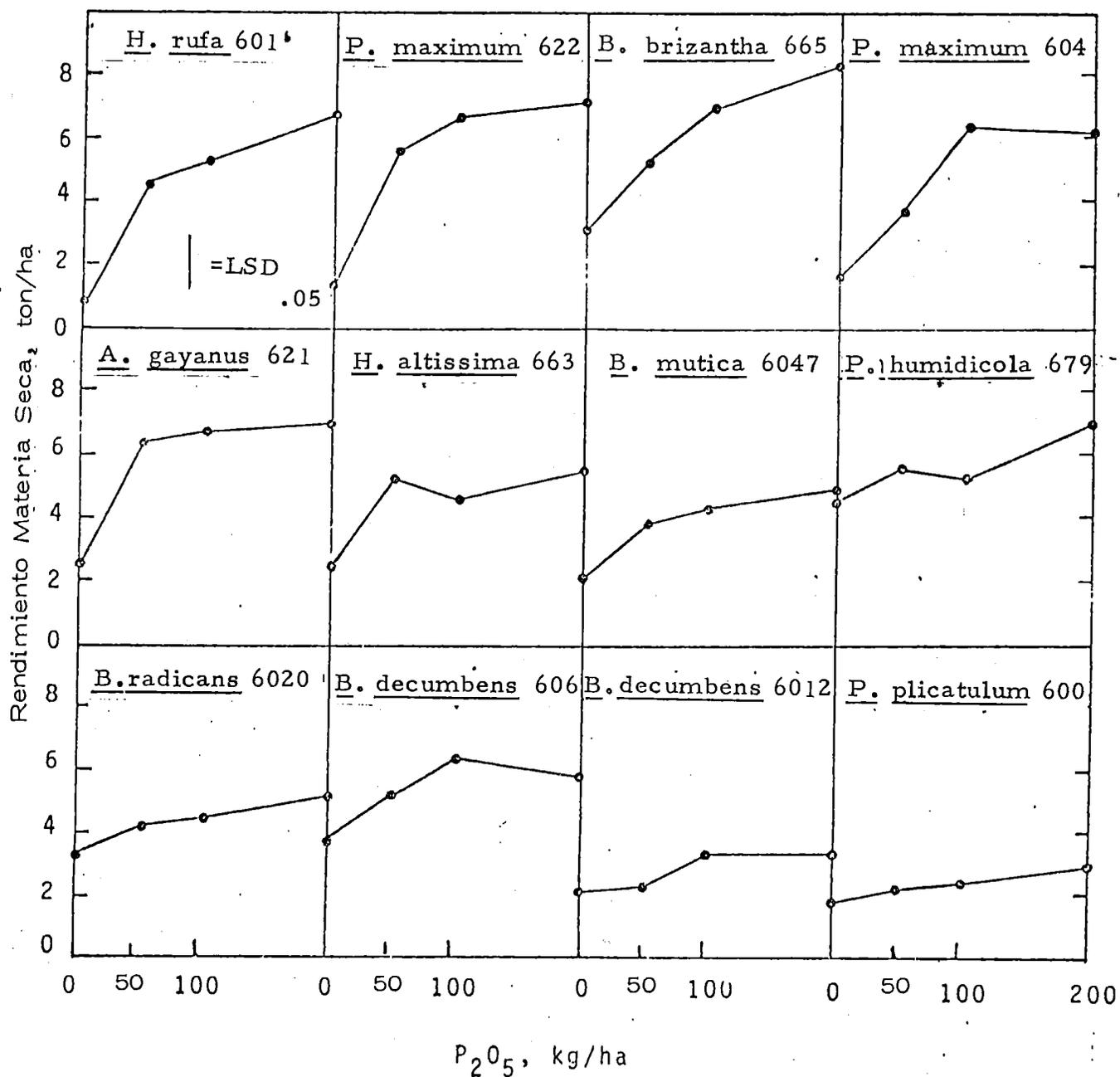


Figura 6. Respuesta de 12 accesiones de gramíneas a niveles de fertilidad de P en Carimagua. Suma de tres cortes en la estación lluviosa. Todos los tratamientos recibieron 400 kg N/ha/año. (Datos obtenidos por C.A. Jones).

Rendimiento relativo (%)

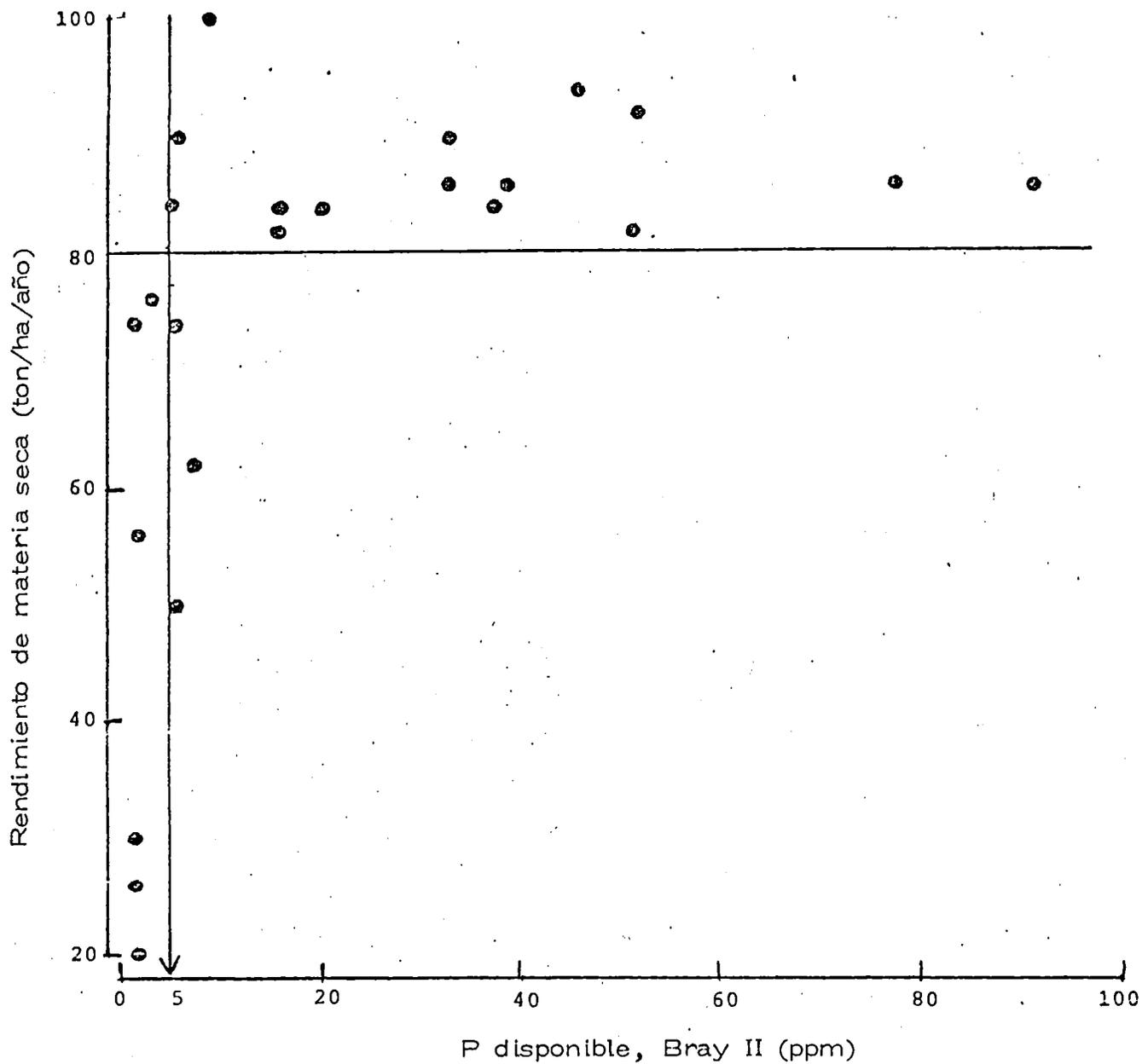


Figura 7. Estimación del nivel crítico de fósforo disponible en el suelo de Andropogon gayanus en Carimagua. (Datos obtenidos por P.A. Sánchez).

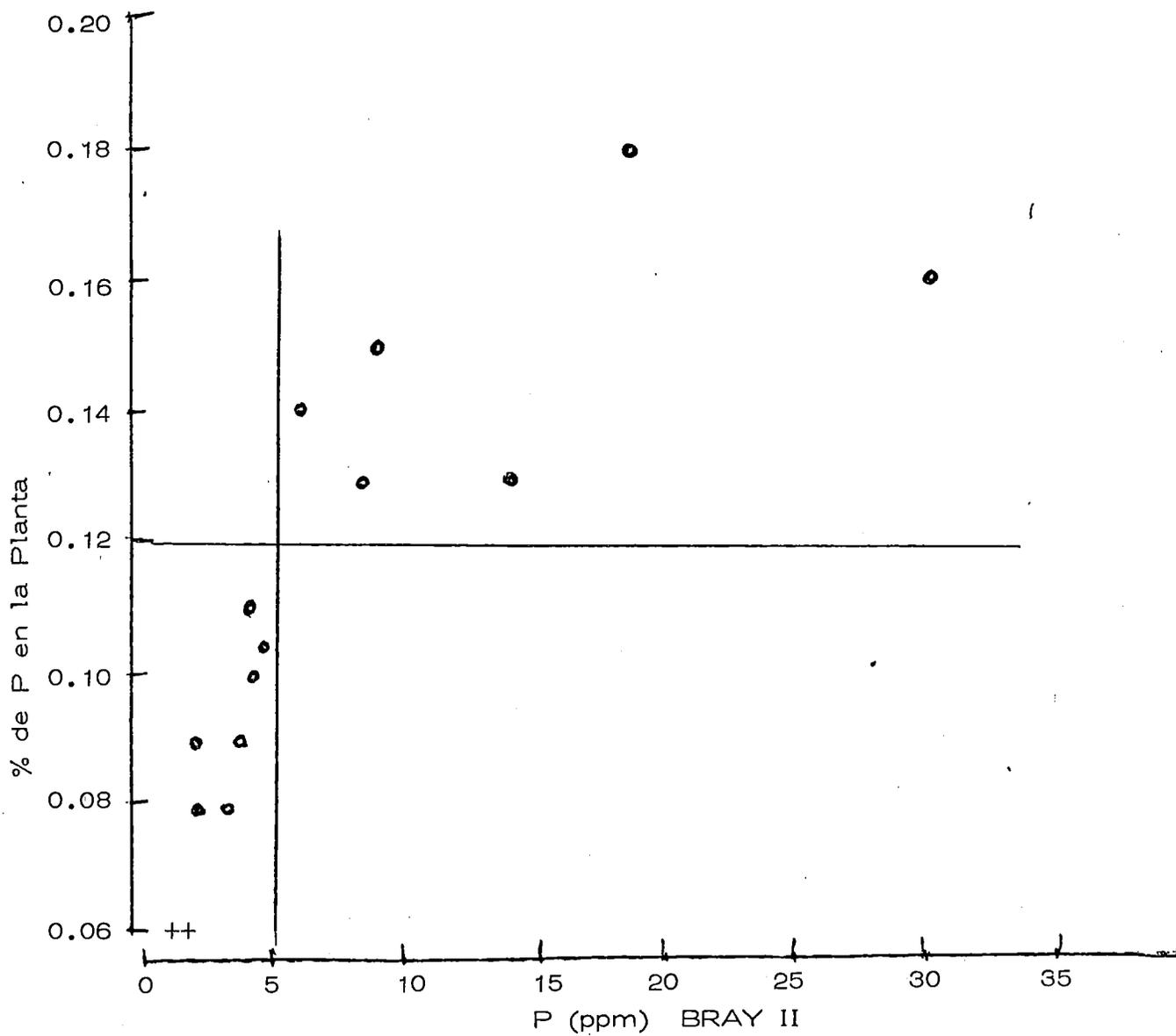


Figura 8. Requerimiento interno de fósforo de Andropogon gayanus en Carimagua (Datos obtenidos por P.A. Sánchez).

respectivamente y para tejido de 0.14 y 0.12% P respectivamente.

En CIAT-Quilichao, con niveles más altos de P nativo en el suelo que en Carimagua, P. maximum común respondió positivamente hasta 400 kg de  $P_2O_5$ /ha durante el establecimiento (los dos primeros cortes) y a 50 kg de  $P_2O_5$ /ha posteriormente (Fig. 9).

Andropogon gayanus respondió a 400 kg en el primer corte pero posteriormente la fertilidad natural del suelo resultó adecuada. En el tercero y cuarto cortes la tasa de crecimiento de A. gayanus fue mayor que la de P. maximum a todos los niveles de fertilidad.

Los resultados de estos experimentos indican que, comparado con otras gramíneas, A. gayanus hace un uso más eficiente del fósforo nativo del suelo y, en Carimagua, responde bien a niveles bajos de P aplicado como fertilizante.

## 2.5 Bajos requerimientos de nitrógeno

Tanto en Carimagua como en Quilichao, A. gayanus ha demostrado su habilidad para mantener altas tasas de crecimiento sin la aplicación de nitrógeno como fertilizante (Figs. 10 y 11). A. gayanus mostró durante el primer año menos respuesta de crecimiento a la aplicación de fertilizante nitrogenado que las otras especies incluidas en los experimentos, probablemente debido a una mayor eficiencia en la utilización del N nativo. Esto sugiere que praderas de A. gayanus pueden ser menos susceptibles que las de otras especies a degradación a largo plazo debido a deficiencias de N. Su color más verde apoya esta observación. Sin embargo, resulta predecible que

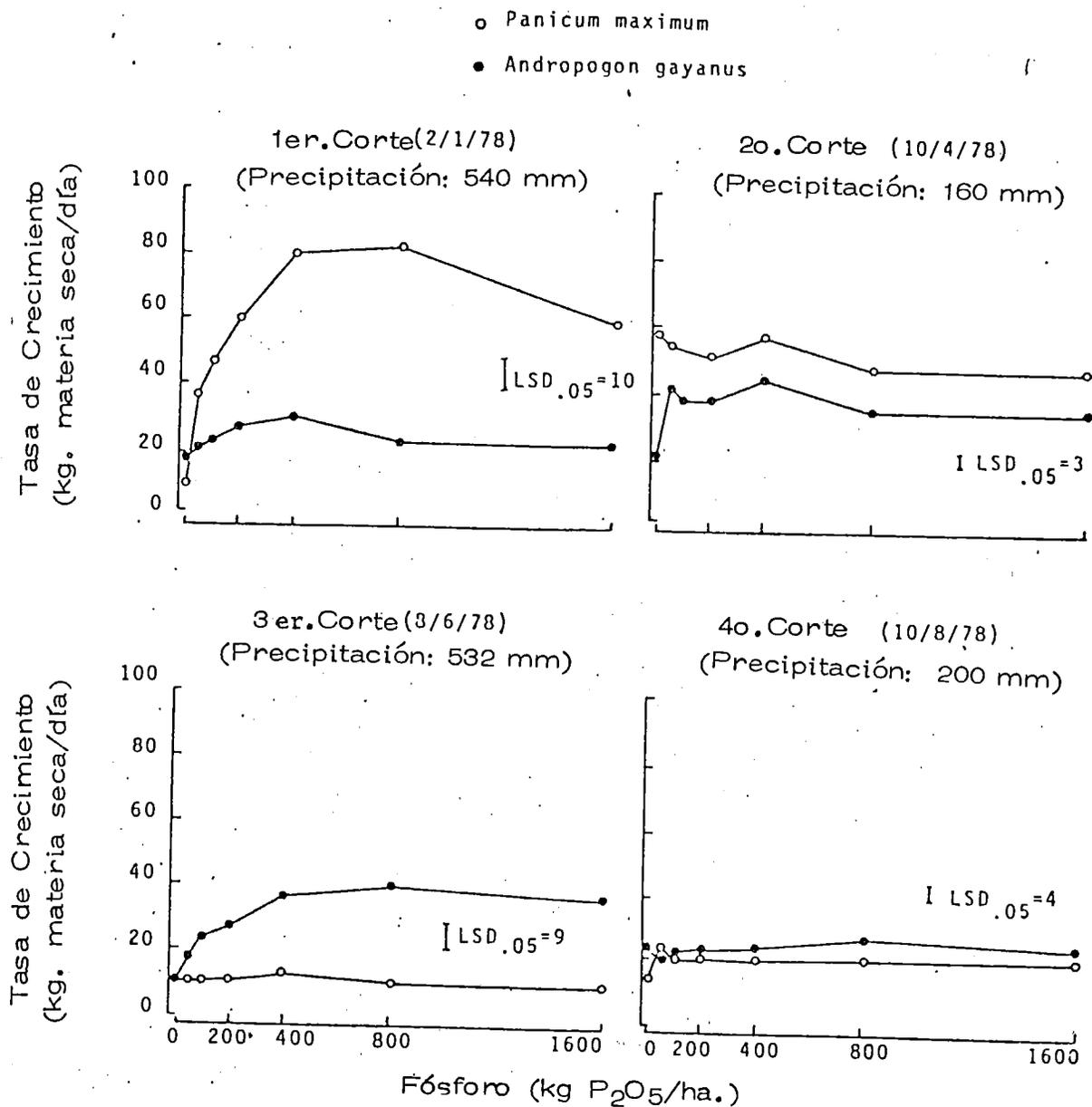


Figura 9. Efecto de dosis de fósforo en la tasa de crecimiento de *A. gayanus* y *P. maximum* en Quilichao. (Datos obtenidos por P.A. Sánchez).

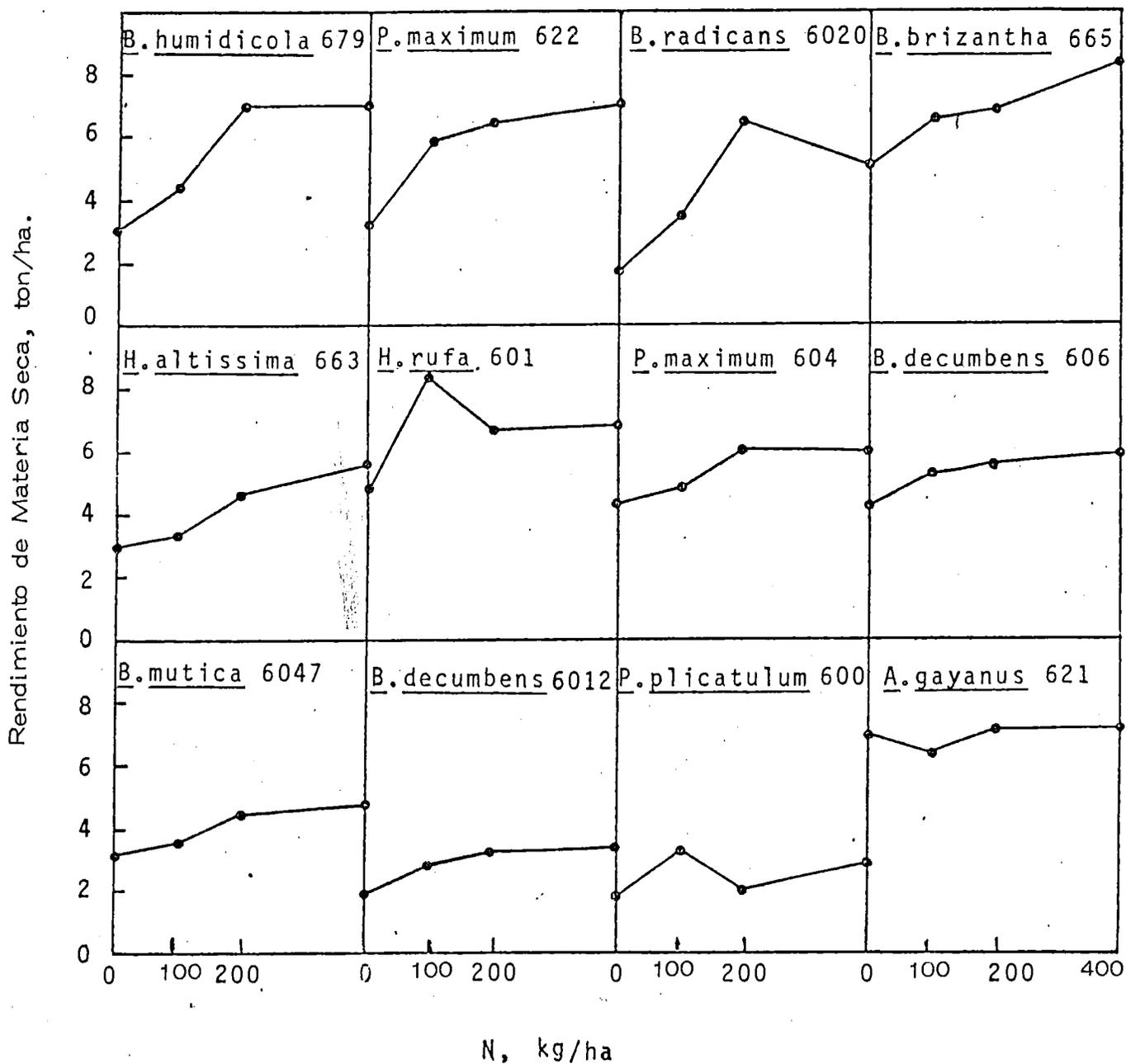


Figura 10. Respuesta a Nitrógeno en Carlomagua con 200 kg  $P_2O_5$ /ha, suma de tres cortes en época húmeda (Datos obtenidos por C.A. Jones).

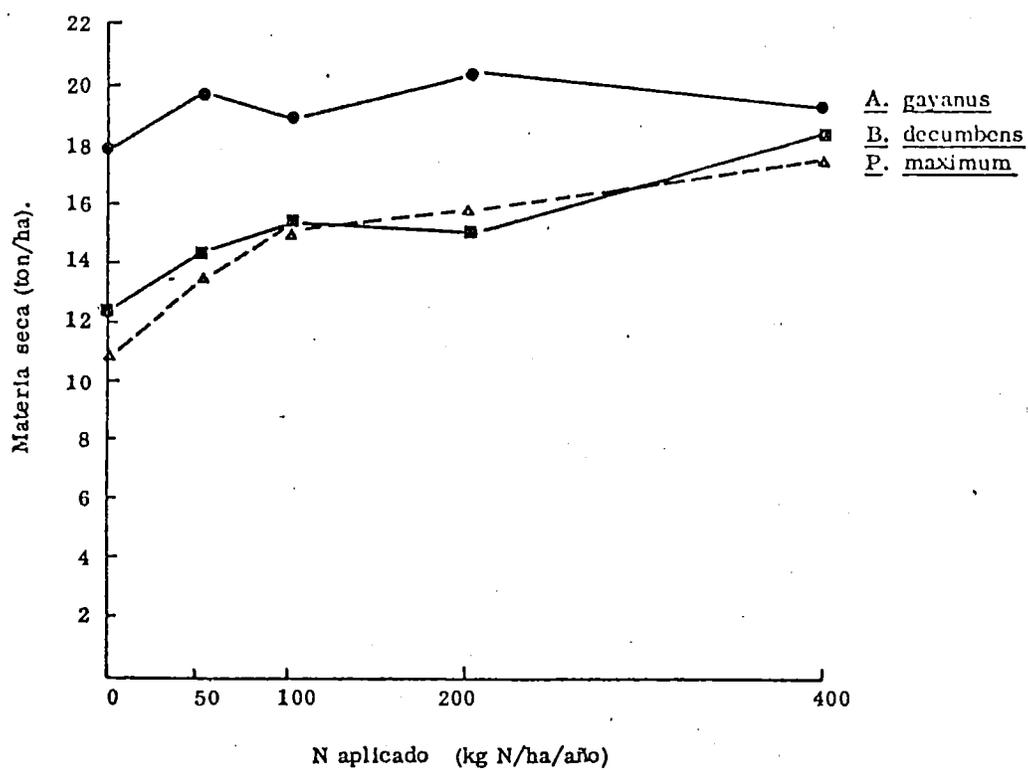


Figura 11. Respuesta a la aplicación de Nitrógeno en 5 cortes (10 meses) en Quilichao. 0 Cal, 50  $P_2O_5$  y 50  $K_2O$ . (Datos obtenidos por P.A. Sánchez).

como gramínea, necesitará con el tiempo una fuente externa de N, preferiblemente de leguminosas.

## 2.6 Tolerancia a la quema

La quema es un instrumento importante de manejo en la sabana en gran parte del área de actuación. Se sabe que la quema es útil en el manejo de plagas que afectan a los animales y las plantas, manejo de enfermedades, destrucción del material fibroso de baja calidad acumulado, lo cual es casi inevitable en praderas tropicales. Por estas razones la resistencia a la quema es muy importante tanto en las gramíneas como en las leguminosas tropicales (felizmente las leguminosas más promisorias compatibles con Andropogon, Stylosanthes capitata, Zornia latifolia y Desmodium ovalifolium, también toleran la quema.

En un ensayo estandar de quema en Quilichao, A. gayanus fue la accesión más resistente (Fig.12). Ocho semanas después de la quema del cultivo establecido, el contenido de materia seca del follaje fue mayor en el cultivo en el cual se practicó la quema que en donde no se la practicó (Cuadro 2). El tratamiento de quema prolongó el período vegetativo. Por esta razón parece que A. gayanus es una especie bien adaptada a la quema periódica.

## 2.7 Resistencia a insectos y enfermedades

En Colombia hasta la fecha se ha encontrado que A. gayanus está notablemente libre de plagas y patógenos. Se sabe que produce secreciones de azúcar en las ligulas las cuales atraen insectos benéficos. Parece resistir las especies de mión (salivazo, cigarrinha)

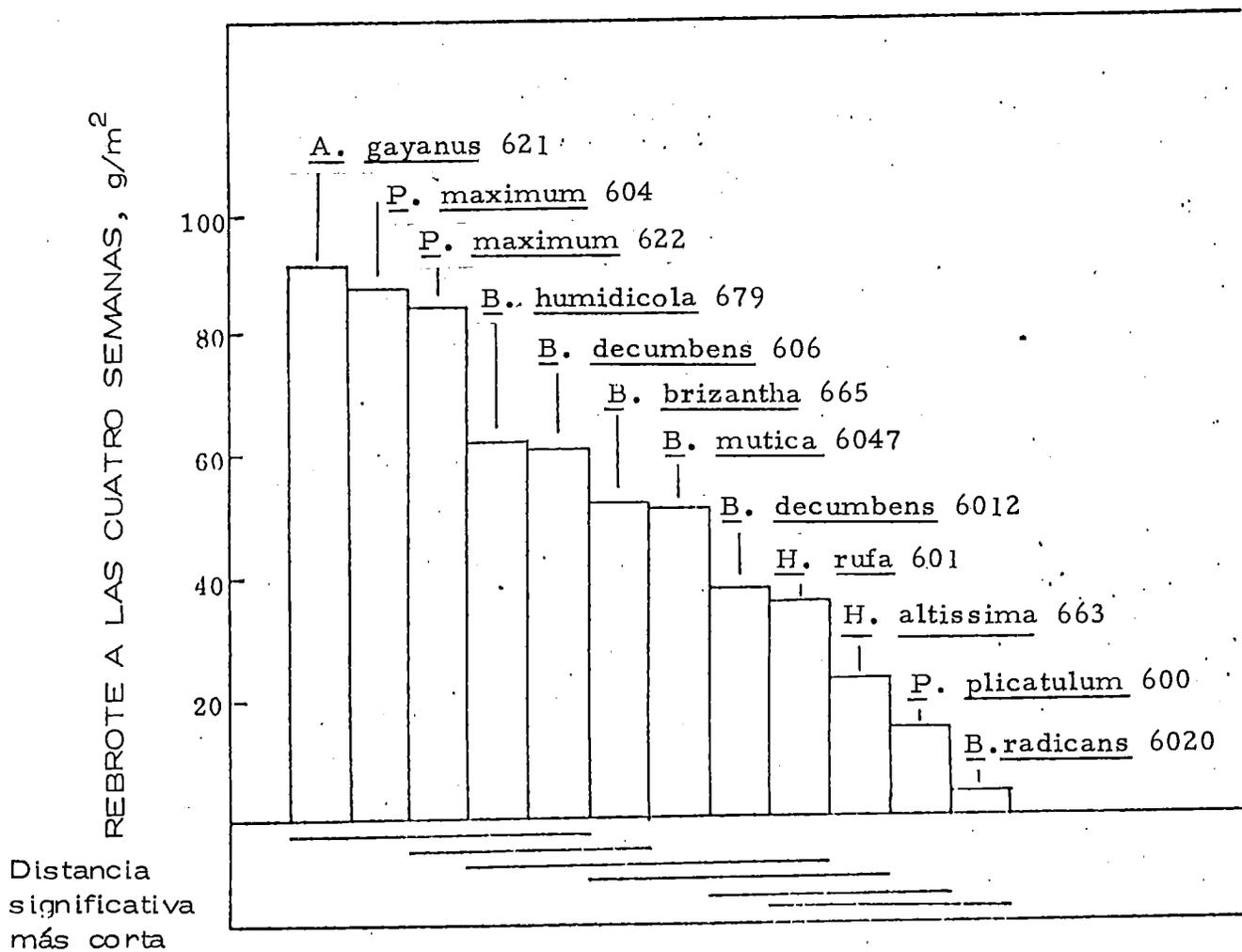


Figura 12. Rebrote de 12 accesiones de gramíneas después de un tratamiento estandar de quema. (Datos obtenidos por C.A. Jones).

Cuadro 2. Efecto de la quema en la cantidad de materia seca foliar  
(Datos obtenidos por C.A. Jones)

Edad del rebrote	Materia seca foliar	
	Corte con quema	Corte sin quema
Semanas	----- kg/ha-----	
4	942	1290
8	3761	3012
12	5785	5650

el cual causó daños severos a Brachiaria decumbens en los experimentos en "El Tomo" en Carimagua. Es desconocida su resistencia a especies brasileñas de mión.

Además, la fauna benéfica de Andropogon es superior y mejor distribuída que la de otras especies. La Figura 13 ilustra esto en condiciones de CIAT-Quilichao.

#### 2.8 Alto potencial de producción de semillas

La producción de semilla de A. gayanus 621 es excelente. En Colombia (Palmira y Quilichao) y en Brasil se obtiene un promedio de 125 kg/ha/año de semilla pura, con una tasa de multiplicación de aproximadamente 30 ha a sembrar por hectárea cosechada. Se solucionó el problema de aristas mediante la construcción de un desaristador diseñado por el Dr. Ferguson, y la semilla clasificada tiene una pureza hasta de 45%. Semillas puras pueden germinar 50% en 6 meses.

#### 2.9 Compatibilidad con leguminosas

La ventaja principal de A. gayanus sobre Brachiaria decumbens es su compatibilidad con leguminosas, debido al hábito erecto de Andropogon en relación al hábito estolonífero sumamente agresivo de Brachiaria decumbens. Esta compatibilidad es necesaria para que las leguminosas funcionen aportando nitrógeno, proteína y materia seca especialmente durante la época seca.

#### 2.10 Potencial para uso en sistemas de bajos insumos

Andropogon gayanus tiene un gran potencial para usarse en sistemas de manejo que involucran bajos insumos. El sistema de

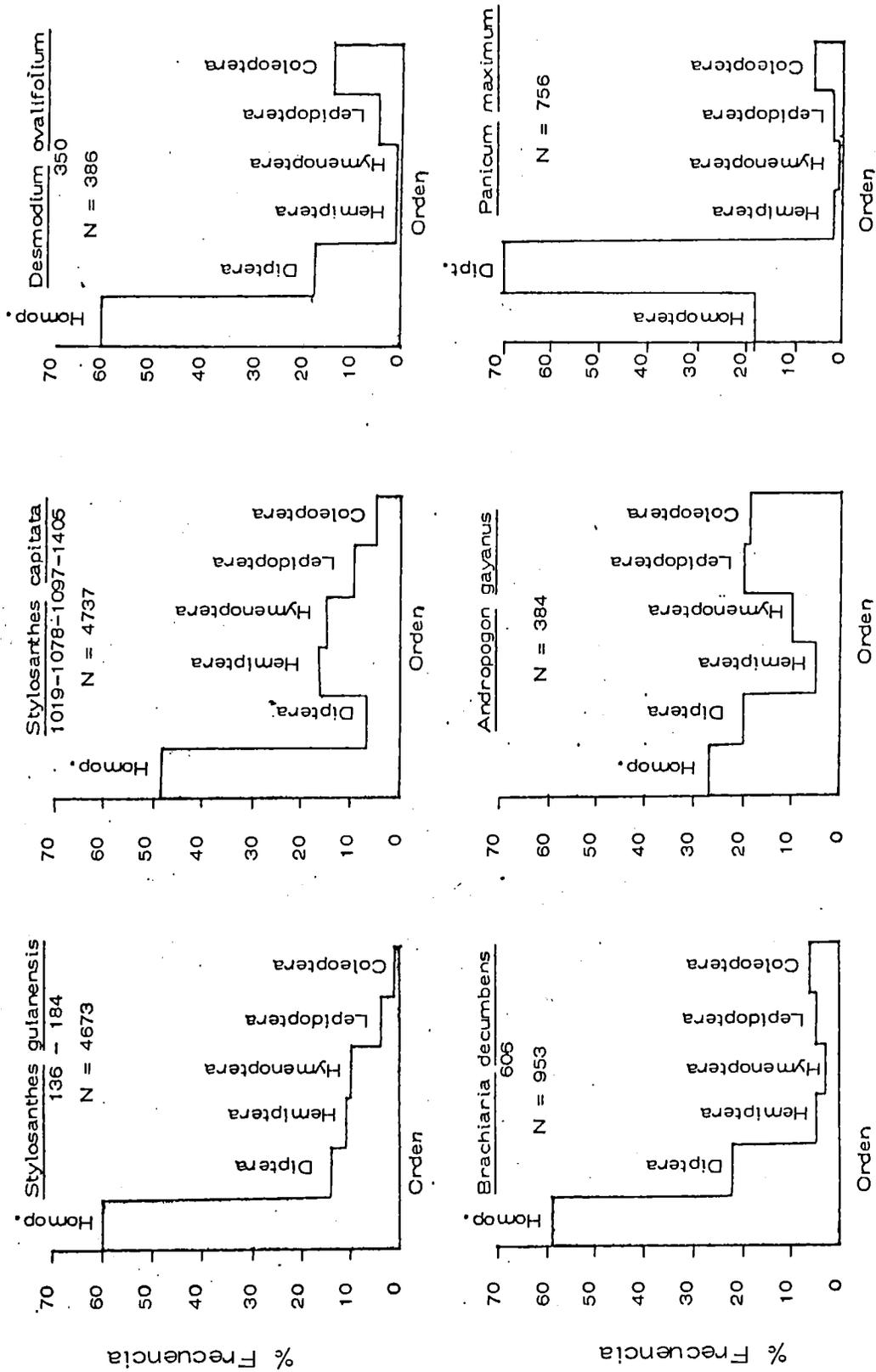


Figura 13. Frecuencia aparente (%) de diferentes órdenes de insectos en algunas leguminosas y gramíneas después del muestreo en la Estación de Quilichao, 1978. N = Número de insectos detectados (Datos obtenidos por M. Calderón).

siembra de baja densidad transplantando cepas a razón de 1000/ha, con muy bajo nivel de fertilización en la mata y la subsiguiente fertilización al voleo solamente después de la germinación de semillas autopropagadas, ofrece un medio de establecimiento de bajo costo y riesgo particularmente adaptado a fincas pequeñas y medianas. Las tasas de crecimiento son altas, aún con bajos aportes de P como fertilizante. Después de establecido, A. gayanus hace uso eficiente del P natural del suelo. Este se adapta al manejo utilizando la quema, técnica usada ampliamente en sabanas y selvas. Su alta palatabilidad y hábito de crecimiento erecto casi aseguran la compatibilidad a largo plazo con las leguminosas resistentes al fuego.

#### 2.11 Calidad nutritiva moderada

Como ha sido anotado en el artículo de revisión (Jones, 1979), A. gayanus es una especie con valor nutritivo moderado cuando crece sin leguminosas en suelos en donde se ha agotado el N. De igual manera el valor nutritivo de varias partes de la planta es diferente y disminuye con la edad. La selectividad del animal cobra importancia en este caso.

En estudios realizados en Carimagua se ha determinado la digestibilidad in vitro de materia seca de varias especies de gramíneas de 6 meses de rebrote durante la estación lluviosa (Fig. 14). La digestibilidad de A. gayanus es menor que la de la mayoría de las otras especies y si la materia seca disponible es insuficiente para la selección de material de hojas y tallo verde digestible, la digestibilidad podría limitar la ganancia de peso del animal. Sin embargo

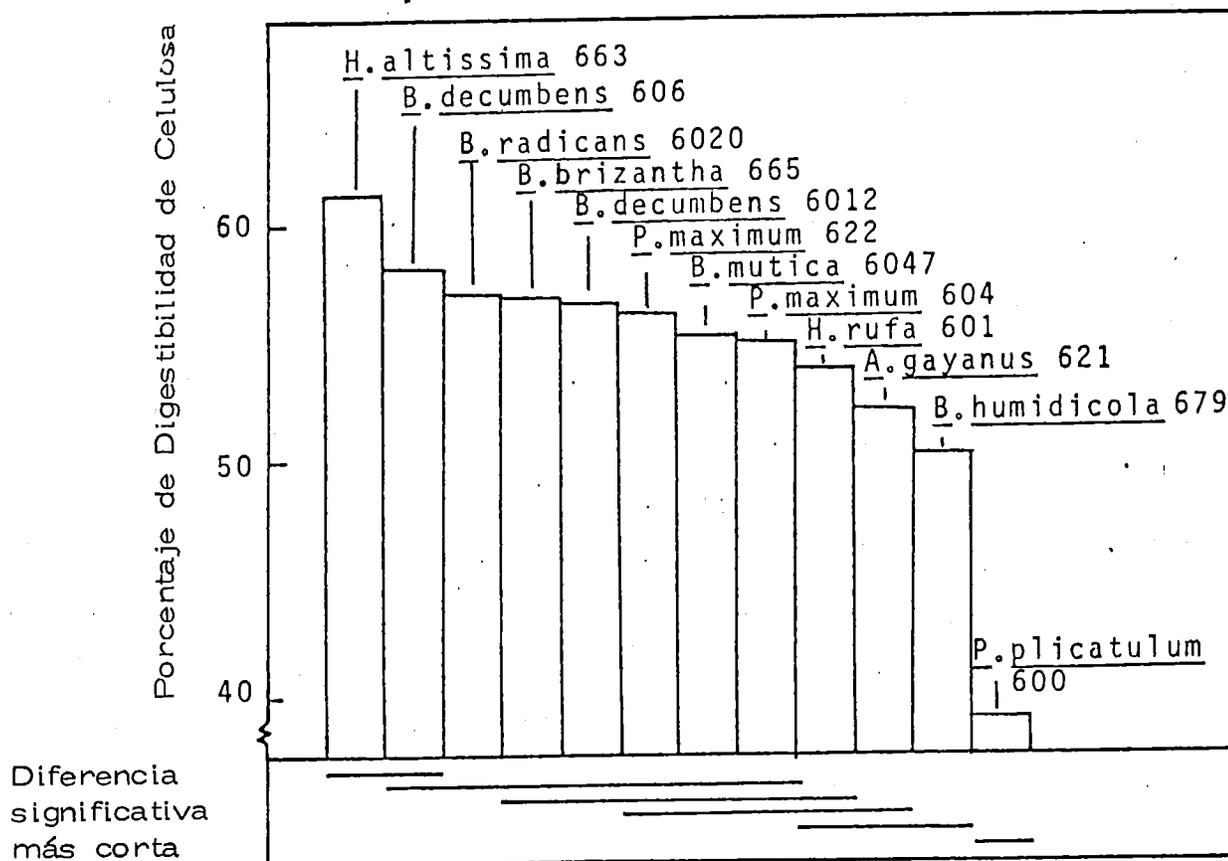


Figura 14. Digestibilidad promedio de materia seca por prueba de celulosa de un rebrote de seis semanas cosechado a mano en la estación húmeda en ocho tratamientos de fertilidad en Carimagua. Para obtener estimaciones de digestibilidad *in vitro* (Tilley y Torrey) se debe agregar 4% a los valores indicados (Datos obtenidos por C.A. Jones).

estudios de digestibilidad y consumo in vivo indican altos valores, muy superiores a los que los animales necesitan para su mantenimiento (Fig. 15).

A pesar de que el contenido de N de toda la planta de A. gayanus es con frecuencia menor que el de otras especies, en una comparación de 12 especies que recibieron 0 y 50 kg de N y fueron contadas a las 6 semanas, A. gayanus mantuvo valores relativamente altos de N en el tejido (Fig. 16). En efecto, parece que A. gayanus es capaz de mantener tasas altas de crecimiento con niveles muy bajos de N en el tejido; y la selección de especies que tengan alto contenido de N en el tejido, puede resultar en aquellas que requieran niveles más altos de N en el suelo para su crecimiento. Se ha postulado que la composición peculiar de la enzima del tejido fotosintético de las gramíneas tropicales es una adaptación a niveles bajos de fertilidad de N, así como también a altos niveles de radiación solar. Esto les permite hacer la mayor parte de aportes limitados de N en muchos ambientes tropicales. Andropogon gayanus parece ser un buen ejemplo de esta tendencia.

A pesar de los bajos requerimientos de N en el suelo y en el tejido, A. gayanus es capaz de aumentar su contenido de N en el tejido en sistemas de pastoreo que tengan aportes adecuados de N de leguminosas asociadas. En la Hacienda "El Limonar", el contenido de N en el tejido fue más bajo que en otras gramíneas durante la primera estación húmeda después del establecimiento; sin embargo, en las estaciones húmedas subsiguientes, aparentemente

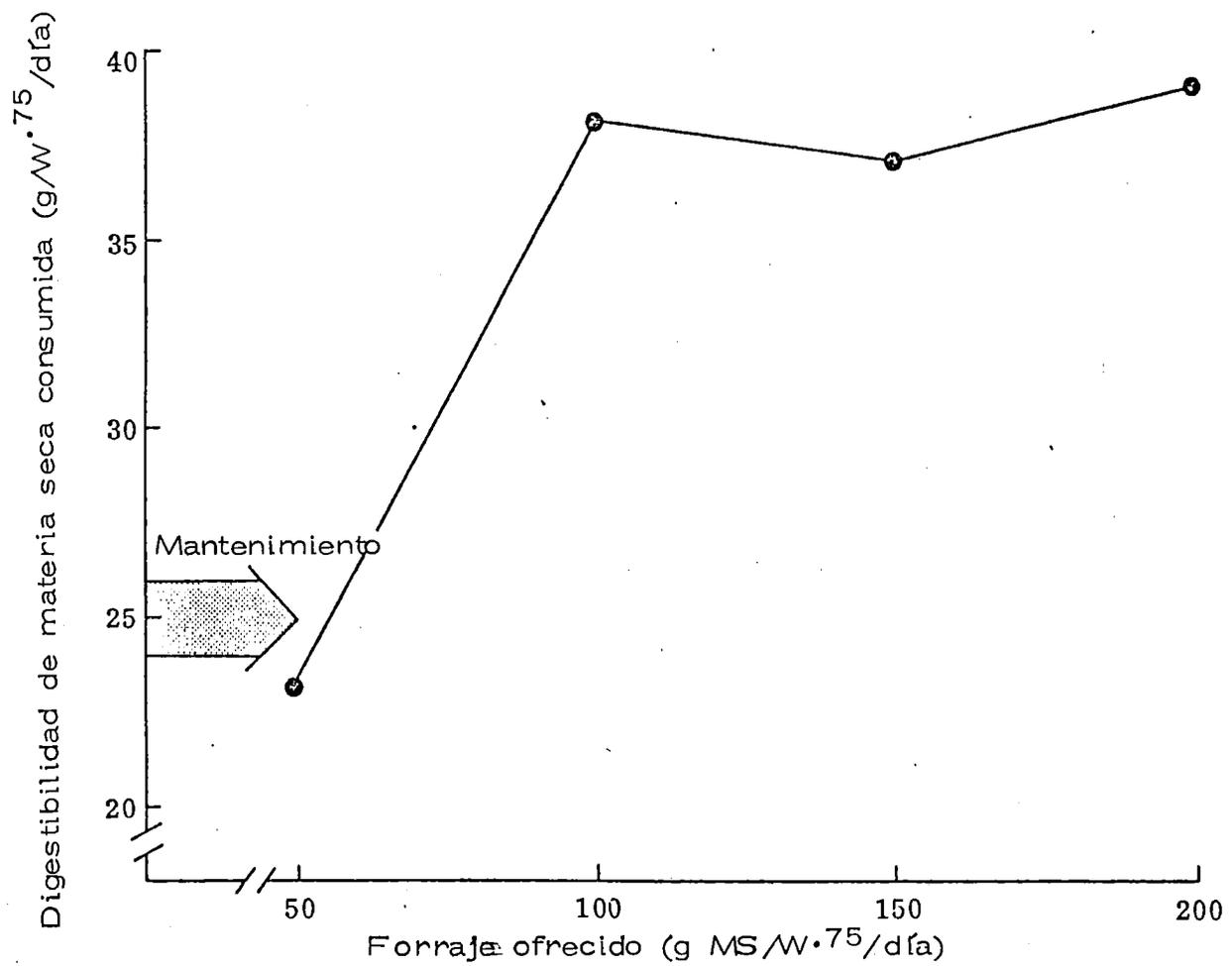


Figura 15. Consumo de materia seca digestible de pasto Andropogon gayanus 621 cortado durante la estación seca como un rebrote de 44 días y suministrado a cameros enjaulados (Datos obtenidos por O. Paladines).

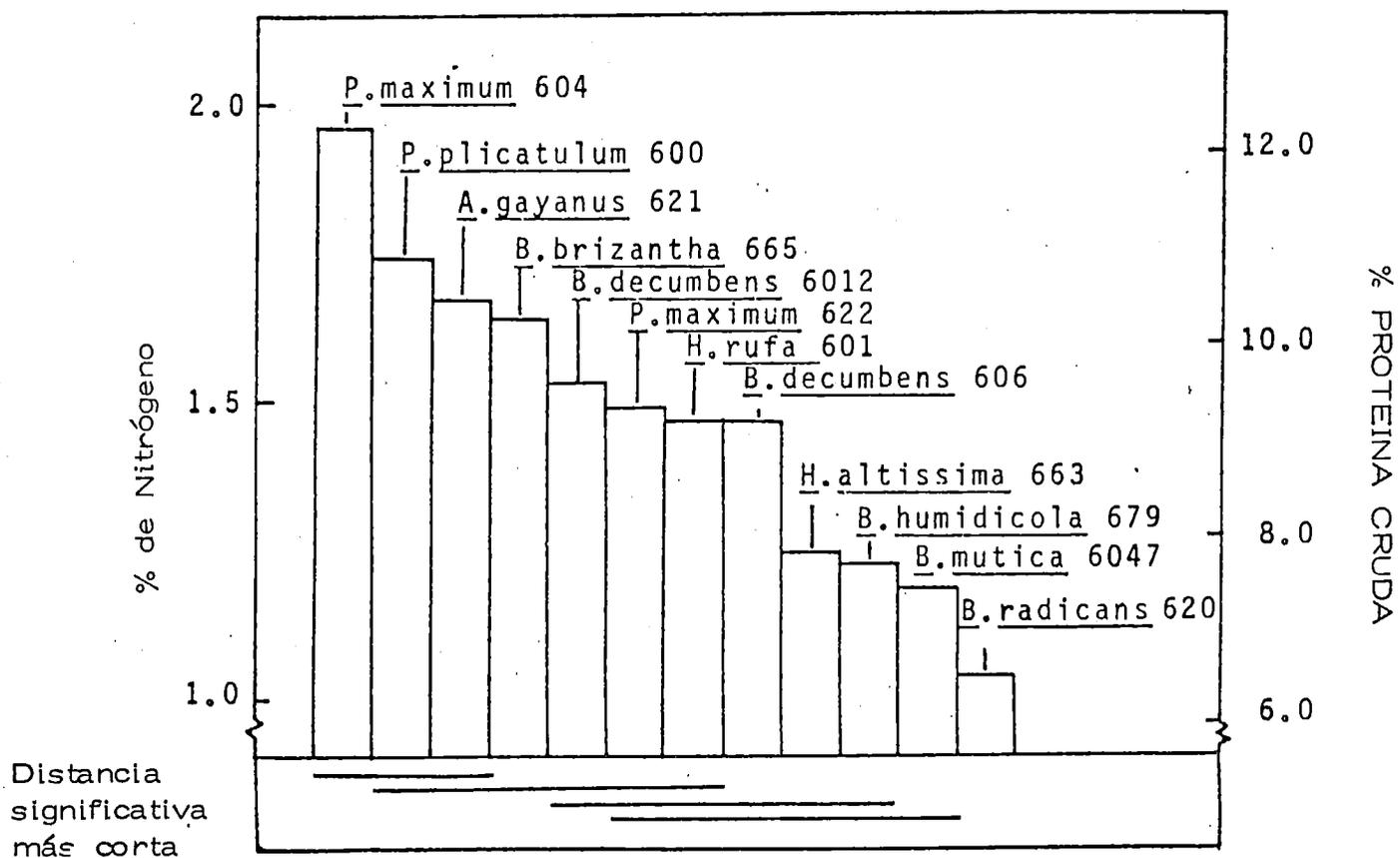


Figura 16. Contenido promedio de N y proteína cruda de un rebrote de 6 semanas cosechado a mano en la estación húmeda en Carimagua y CIAT-Quilichao en tratamientos que tienen 0 ó 50 kg N/ha/año (Datos obtenidos por C.A. Jones).

tomó ventaja de la fijación de N por el componente leguminosa. En la segunda estación húmeda y las subsiguientes, el contenido de N en el tejido de A. gayanus aumentó en relación con el de otras especies gramíneas (Cuadro 3).

La palatabilidad de Andropogon gayanus es muy superior a Brachiaria decumbens y Panicum maximum.

## 2.12 Alta producción animal

En Carimagua se han realizado ensayos con animales con A. gayanus por menos de un año. Cuando se empezó el pastoreo durante la estación seca de 1977-78, los animales en A. gayanus perdieron peso debido probablemente a la baja calidad y consumo reducido de forraje. Esto se debió a su excesiva fibrosidad.

Durante la estación húmeda de 1978 la producción de forraje verde fue alta y las ganancias de los animales estuvieron entre las mayores que se hayan registrado en Carimagua. La carga hasta de 3 animales/ha empleada fue evidentemente insuficiente. La tasa de crecimiento sorprendente en la estación húmeda de A. gayanus probablemente causará dificultad para su manejo, pudiendo ser obligatorio manejarlo con una alta carga animal durante el invierno, más de 3 animales/ha y probablemente quema. La ganancia de peso vivo fue superior en Andropogon que en Brachiaria y Panicum tal como lo indica la Figura 17. Sin embargo esta es información preliminar obtenida en 90 días de pastoreo y debe confirmarse en el año siguiente con cargas más adecuadas al crecimiento del pasto.

Cuadro 3. Contenido de proteína cruda en varias graminéas asociadas con leguminosas bajo pastoreo.<sup>1/</sup>

	Ensayo	Estación				
		Sequia 77	Lluvia 77	Sequia 77-78	Lluvia 78	
<u>Andropogon gayanus</u>	1*	4.3	7.9	4.9	8.0	2.3
<u>Brachiaria decumbens</u>	1	5.7	8.4	5.7	7.5	3.1
<u>Hyparrhenia rufa</u>	1	3.8	10.4	4.1	7.9	2.7
<u>Panicum maximum</u>	1	-	-	10.9	12.3	5.9
<u>Andropogon gayanus</u>	2**	6.7	9.7	6.0	8.6	3.8
<u>Andropogon gayanus</u>	3***	4.6	7.8	5.4	8.7	2)
<u>Brachiaria decumbens</u>	3	4.4	8.4	5.5	6.0	2)
<u>Hyparrhenia rufa</u>	3	-	10.9	3.1	6.9	2)
<u>Panicum maximum</u>	3	-	11.9	11.8	12.8	2)

1/ Resultados obtenidos por Henk Jansen.

\* Asociado con Stylosanthes guianensis

\*\* Asociado con Centrosema spp.

\*\*\* Asociado con una mezcla de varias leguminosas

2) Análisis pendiente

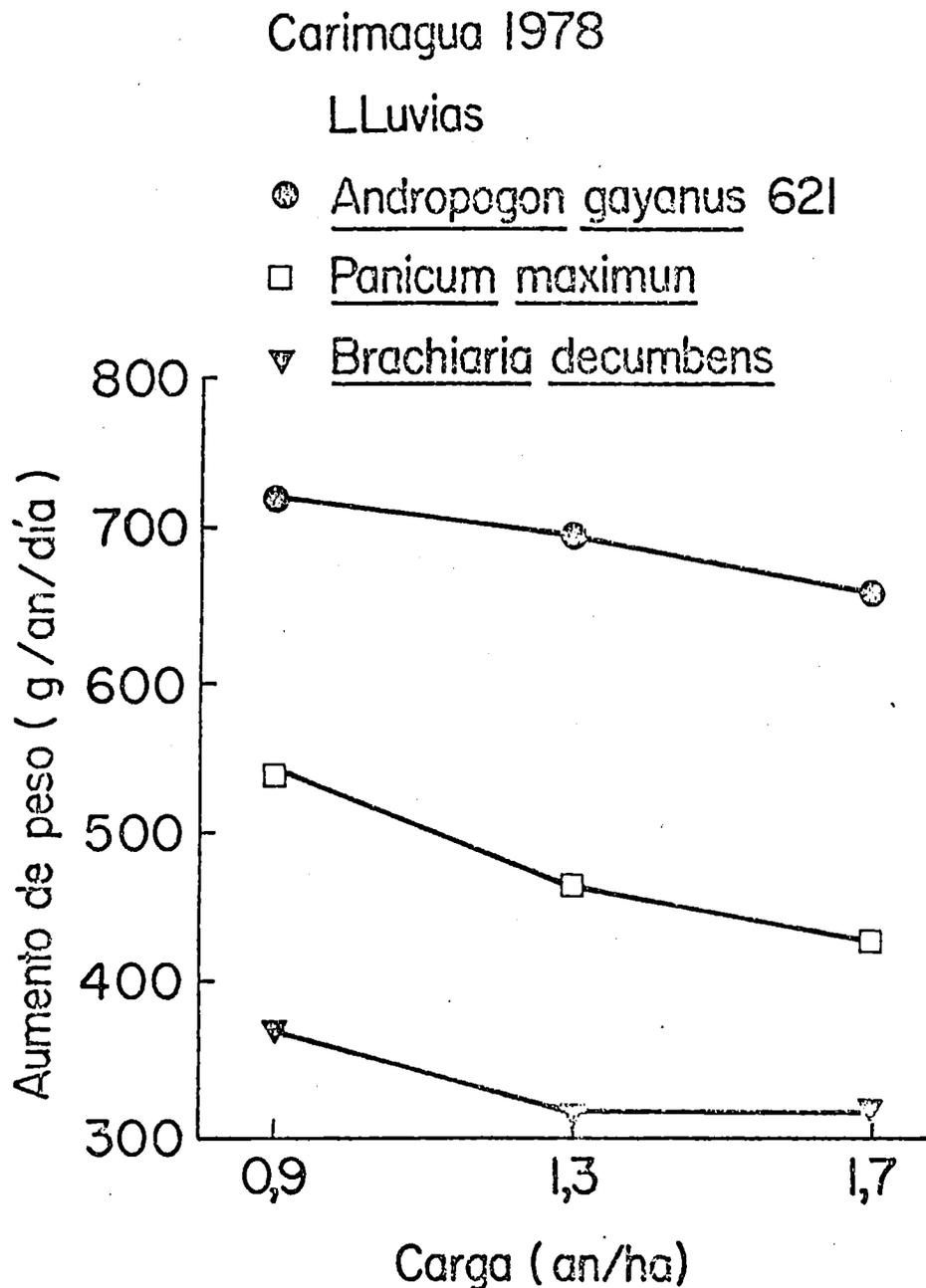


Figura 17. Aumento de peso diario de nuevos pastos. Los promedios de B. decumbens corresponden a una pradera pastoreada en su cuarto año y representan 251 días de pastoreo, en P. maximum la pradera tiene un año de pastoreo y corresponde a 251 días de pastoreo; en el caso de A. gayanus la pradera está en su primer año de pastoreo y el promedio representa solamente 90 días de pastoreo (datos obtenidos por O. Paladines).

### 2.13 Pasto anti-garrapatas

Estudios recién publicados por Thompson y otros (1978) indican que después de Melinis minutiflora, Andropogon gayanus 621 mostró el más alto grado de control natural de garrapatas siendo muy superior a Brachiaria decumbens, Hyparrhenia rufa y otros. Se considera que Andropogon gayanus como pasto anti-garrapatas, porque mantiene una población constantemente baja de garrapatas.

### 3. CARACTERISTICAS NEGATIVAS

#### 3.1 Lento crecimiento inicial

El vigor inicial de A. gayanus es más lento que de otras gramíneas, particularmente P. maximum. Este problema es mayor cuando las plántulas se desarrollan de semilla sexual que de cepas. Hemos tenido problemas en establecer potreros de Andropogon con leguminosas, sembrando las leguminosas antes de la gramínea, en donde las leguminosas tienden a dominar. La solución a este problema se basa en aplicar la dosis recomendada de fósforo en bandas, de manera que esté rápidamente disponible a las plántulas de Andropogon. También se necesita abandonar la práctica de sembrar primero las leguminosas, como se ha estado haciendo en Carimagua. La siembra simultánea con leguminosas parece ser la forma más aceptable, siempre y cuando se aplique el fósforo en banda. Después de establecido, Andropogon es sumamente vigoroso.

#### 3.2 Susceptibilidad a defoliación intensa

Las gramíneas tropicales erectas son a menudo más susceptibles a fuerte defoliación que las especies postradas. El corte bajo y frecuente a menudo elimina grandes cantidades de los futuros brotes donde crecen los retoños. Andropogon gayanus es más susceptible al corte bajo ( a 0 ó 5 cm) que la mayoría de las otras especies (Fig. 18). Su rebrote parece ser directamente proporcional a la cantidad del área del follaje (Fig. 19). El corte severo reduce drásticamente el cultivo establecido y por el rebrote subsiguiente

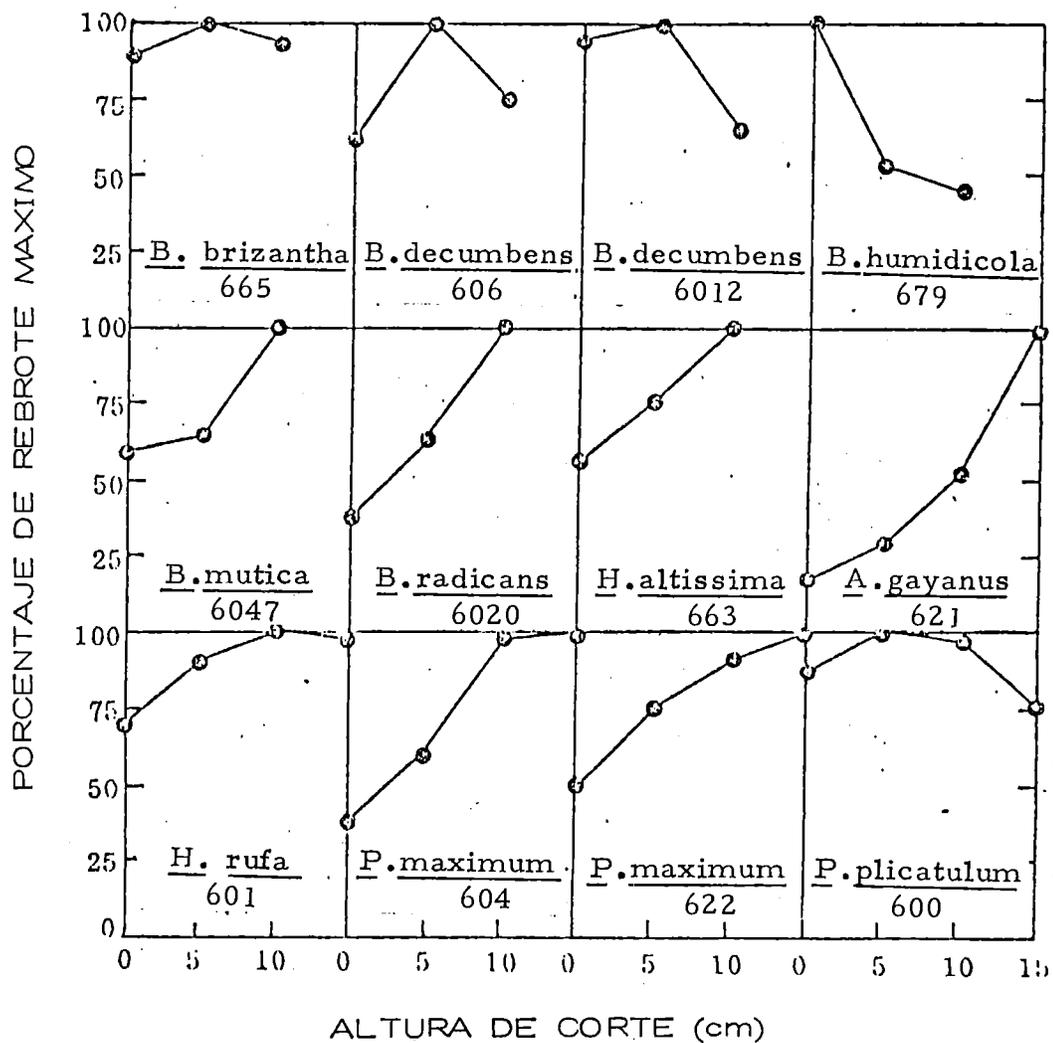


Figura 18. Efecto de la altura de corte sobre el porcentaje de rebrote máximo a las 3 semanas en 12 accesiones de gramíneas. (Datos obtenidos por C.A. Jones).

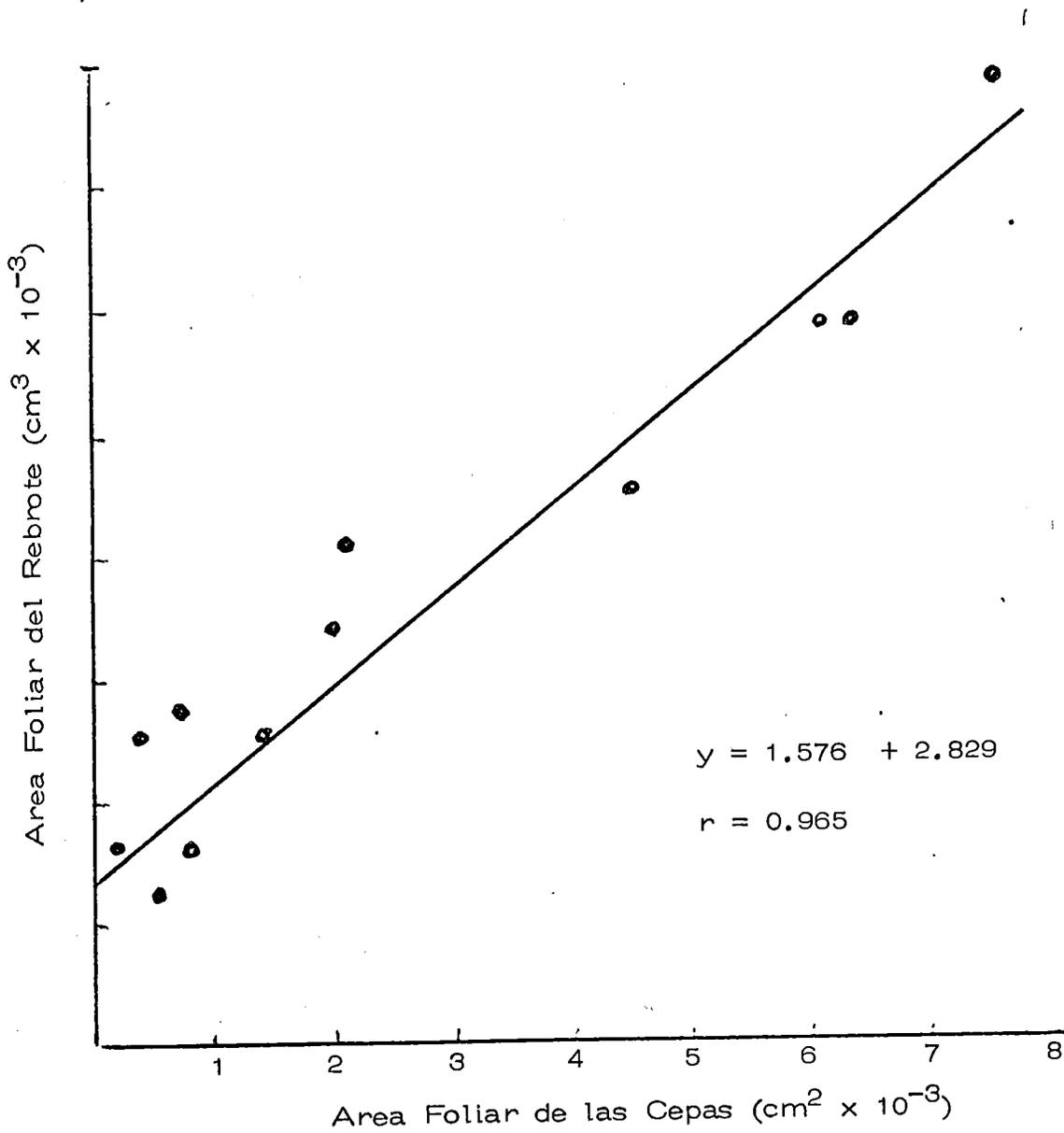


Figura 19. Relación entre área foliar de rebrotes y área foliar de las cepas de Andropogon gayanus. (Datos obtenidos por C.A. Jones).

El corte severo reduce drásticamente el cultivo establecido y por el rebrote subsiguiente aunque sea adecuada la tasa promedio de crecimiento relativo.

Los resultados preliminares indican que en Quilichao períodos de alta presión de pastoreo y descanso de menos de 6 semanas afectan más severamente al A. gayanus que al Panicum maximum común o al B. decumbens, cuando las tres especies estaban sembradas con leguminosas en un mismo potrero. Los animales consumieron más fuertemente Andropogon que las otras gramíneas y leguminosas debido a su superior palatabilidad. Cuando Andropogon es la única gramínea en un potrero, este problema no existe.

#### 4. CARACTERISTICAS DESCONOCIDAS

##### 4.1 Producción animal durante la época seca

Se desconoce este dato sumamente importante, el cual estará disponible para Abril de 1979. Las características anteriormente descritas sugieren una alta productividad, pero tiene que ser comprobado.

##### 4.2 Tolerancia a especies brasileñas de salivazo

Este es un aspecto sumamente importante el cual lo están evaluando entomólogos de CEPLAC en Bahía, Brasil, ya que especies chupadoras llamadas en conjunto como "salivazo", "mión", "cigarrinha", "spittlebug", han acabado con millones de hectáreas de Brachiaría decumbens en Brasil.

##### 4.3 Potencial como maleza

Debido a su capacidad de autopropagación, Andropogon gayanus puede convertirse en una maleza en sitios donde su presencia no es deseable. Se está investigando su posible control como maleza.

## 5. PASOS A SEGUIR

La información disponible es considerada suficiente por el ICA y el CIAT para tomar la decisión de prelanzamiento de Andropogon gayanus 621 como un pasto comercial para las zonas de suelos Oxisoles y Ultisoles del trópico bajo en Colombia. Antes de hacer el lanzamiento efectivo a agricultores, sin embargo, se requiere tomar los siguientes pasos de prelanzamiento:

### 5.1 Multiplicación de semilla básica

Se propone producir en el transcurso de 1979, aproximadamente de 3 a 4 toneladas de semilla básica pura, suficiente para sembrar aproximadamente 800 has en forma comercial. Para esto se necesitaría sembrar:

15 has en Palmira

10 has en Carimagua

7 has en Valledupar

Para esto se han reservado 400 kg de semilla básica en CIAT-Palmira. Sin embargo, mientras que se esté produciendo la semilla básica, se deben adelantar contactos con las compañías productoras de semilla, a fin de evaluar y sugerir a las autoridades respectivas, el mecanismo apropiado de producción, distribución y control de calidad de semillas comerciales.

### 5.2 Investigación adicional

Además de la investigación ya programada y mencionada en las secciones anteriores, incluyendo su adopción a las 30 pruebas

regionales en marcha, se sugiere que el ICA establezca ensayos de adaptación a otras zonas en Colombia fuera de los Llanos Orientales para delimitar con precisión los límites ecológicos de este pasto.

### 5.3 Mecanismo

En Colombia, los mecanismos ICA-CIAT usados en lanzamientos de variedades de arroz pueden ser utilizados.

Si durante el transcurso del año 1979 se obtienen datos negativos de fondo, esta decisión puede anularse o postergarse de común acuerdo entre ICA y CIAT.

## 6. NOMBRE PROPUESTO

Debido a que la especie Andropogon gayanus carece de un nombre vulgar en América Latina, se propone llamarlo "Pasto Carimagua" nombre que simboliza la colaboración de ICA-CIAT y que se use como cultivar el número de accesión 621.

## 7. BIBLIOGRAFIA CITADA

CIAT. 1976, 1977, 1978. Informes Anuales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

Jones, C.A. 1979. The potential of Andropogon gayanus Kunth for Oxisol and Ultisol savannas of Tropical America. Herbage Abstracts 49: 1-8.

Thompson, K.C., J. Roa and T. Romero. 1978. Anti-tick grasses as the basis for development practical tropical tick control packages. Trop. Anim. Hlth. Prod. 10: 175-182.

BRACHIARIA DECUMBENS (Pasto Signal)  
UNA REVISION CON REFERENCIA PARTICULAR A AUSTRALIA

D.S. Loch\*

Traducido por: L.E. Tergas\*\*

ABSTRACTO

*Brachiaria decumbens* (Pasto Signal) es una gramínea estolonífera de alto rendimiento adaptada a un amplio rango de suelo bien drenado en las áreas húmedas tropicales. No presenta plagas o problemas de enfermedades importantes y está generalmente mejor adaptada a tales áreas que *Digitaria decumbens* (Pasto Pangola)- la alternativa más importante para la formación de pasturas- excepto donde se presenta condiciones de inundación o de drenaje pobre.

En el norte de Queensland los pastizales de Pasto Signal puro que reciben fertilización nitrogenada se recomiendan para el uso estratégico como pastizales de emergencia en sistemas predominantes de asociaciones de gramíneas y leguminosas. Esta especie se adapta bien a condiciones intensivas de utilización porque es muy eficiente en usar nitrógeno del fertilizante y soporta cargas elevadas. Sin embargo, es una gramínea agresiva y el *Desmodium heterophyllum* es la única leguminosa que se reconoce por formar un sistema asociado productivo estable con *Brachiaria decumbens* a largo plazo.

La situación taxonómica es algo confusa. Distinciones entre las diferentes especies de *Brachiaria* que se usan comunmente en los pastizales no es muy clara y se necesitan estudios detallados en cuanto a su morfología y variaciones agronómicas.

---

\* Department of Primary Industries, P.O. Box 33, Gympie, Qld. 4570

\*\* Programa Canado de Carne, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

## INTRODUCCION

El género *Brachiaria* incluye un número de especies que son utilizadas por los forrajeros en los trópicos. Además de algunas especies anuales ampliamente distribuidas en Africa tropical, seis especies perennes- *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. mutica*, y *B. ruziziensis* - han sido usadas en pastos tropicales con varios grados de éxito. *Brachiaria decumbens* es una de las más ampliamente usadas y en años recientes se ha mostrado un aumento en su interés en numerosos países. Es por lo tanto apropiado revisar la información disponible y evaluar su potencial en pastos tropicales.

## ORIGEN Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

*B. decumbens* está ampliamente distribuída en los pastizales abiertos y aquellos parcialmente sombreados en la meseta de los grandes lagos en Uganda y países adyacentes de Africa del este y central (21, 28, 40, 55, 90, 101, 111). Se considera como una especie nativa valiosa que provee buen pastoreo tanto para el ganado como para los animales silvestres (41, 42, 44, 45, 57, 90).

En Uganda ocurre en una variedad de climas y de comunidades de plantas derivadas- matorral, monte, sabana con árboles, sabana con monte y pastizales, y pastizales con bosque (70, 71, 72, 73, 74, 75). Estos se encuentran sobre un amplio rango de condiciones ambientales: altitudes que varían desde alrededor de 650 a 2.300 metros; promedios anuales de precipitación que van desde aproximadamente 700 a 1.600 mm con estaciones secas de entre 1 y 5 1/2 meses de duración; suelos en pendientes bien drenadas incluyen suelos pobres y desde arenas hasta arcilla, mientras en los valles que se inundan periódicamente incluye suelos arenosos, arcillas y suelos aluviales sin diferenciar. La mayoría de las comunidades se queman anualmente o regularmente.

Las especies se han mostrado promisorias en un sinnúmero de países tropicales en Africa, Centro y Sur América, Sur de Asia y la región del Pacífico. Estos incluyen Malawi (5, 9), Jamaica (2, 92), Trinidad (46, 65), Guyana (4), Guyana Francesa (22), Surinam (3, 16, 35, 36, 37, 66), Venezuela (84, 119), Colombia (19), Perú (96), Brasil, India (69), Sarawak (12, 13, 43), Sabah (10, 11), Papua y Nueva Guinea (7, 62), Fiji (93) y el norte de Australia (18, 78, 102, 115).

#### HISTORIA EN AUSTRALIA

Las semillas fueron introducidas a Queensland desde el Departamento de Agricultura de Kampala, Uganda en 1930 (C.P.I. 1694) y en 1937 (C.P.I. 6798)18).

Esta última introducción fue multiplicada y luego evaluada bajo condiciones de pastoreo en Fitzroyvale en la costa central de Queensland por el C.S.I. R. (83).

La introducción original fué multiplicada por el C.S.I.R. en Gatton en el sur de Queensland y luego en Fitzroyvale (18), Durante los años 30 se mostró alrededor de Brisbane por el Departamento de Agricultura de Queensland y Stock at Lawnton, St. Lucia, y Moggill, y se ha mantenido naturalizada en partes de Brisbane. En base a los buenos resultados en la costa sur y central de Queensland, C.P.I. 1694 se consideró como útil (79).

Desde 1936 C.P.I. 1694 fue sembrada por el Departamento de Agricultura y Ganadería en South Johnstone en la costa tropical húmeda del norte de Queensland (52) aunque ha producido relativamente altas cantidades de materia seca durante los experimentos bajo corte (97) su amplia utilización en forma comercial no ha sido posible en este estado: la germinación de la semilla ha sido invariablemente pobre; los problemas de manejo fueron previstos y no hubo una leguminosa acompañante que encaje con una gramínea tan agresiva ( T.G. Graham, comunicación personal).

Su alta productividad fue demostrada ampliamente en experimentos bajo corte y pastoreo en los comienzos de 1960 (51, 54). Sin embargo, no fue hasta que *Brachiaria decumbens* fue mostrada funcionalmente como un pasto fértil (50) que el Comité de Coordinación de Plantas Forrajeras de Queensland dió a conocer C.P.I. 1694 para su uso comercial en 1966 (18). El nombre común Pasto Signal fue aprobado por la autoridad de registro de plantas forrajeras pero el status de cultivar (Basilisk) fue retenido hasta diciembre de 1973 (78).

El nombre Pasto Signal se refiere al arreglo de los racimos como una señal de ferrocarril, pero esta selección como nombre común oficial de *Brachiaria decumbens* en Australia puede encaminar a una confusión porque es usado por algunos investigadores en el exterior (64, 114) en referencia a una especie relacionada muy cercanamente como es *Brachiaria brizantha*. Diferentes nombres comunes han sido aplicados al *B. decumbens* en otros países: por ejemplo Pasto de ovejas en Surinam (16, 35, 66) Pasto de ovejas pequeña en Trinidad (27, 49) y Pasto Surinam en Jamaica (86, 92).

#### TAXONOMIA

La distinción entre varias especies de *Brachiaria* usadas en pastizales no es muy clara y la confusión es bastante común. Sin embargo, no hay una solución simple a tantas especies que están interrelacionadas.

La descripción de *B. eminii* (como *Panicum Emini*) (81) precede la descripción de Stapf's (101) de *B. decumbens* por 15 años. Robyns, el cual transfirió subsecuentemente la especie original hacia *B. eminii* (94) consideró que ambas especies eran idénticas y por lo tanto trató al *Brachiaria decumbens* como su sinónimo (94, 95). Su punto de vista ha influído, desde entonces, en otros autores (ej. 87, 114), pero la opinión actual en Kew es que *B. decumbens* y *B. eminii* son dos especies separadas, la primera siendo perenne decumbente con 2 a 4

racimos y espigas de 4 a 5 mm de largo y la última siendo más delgada, anual erecta con 7 a 12 racimos y espigas de 3 a 4 mm de largo (S.A. Renvoize, comunicación personal).

B. *brizantha* y B. *decumbens* se integran completamente en todas sus características morfológicas y las descripciones de estas dos especies representan no más de los dos extremos de un rango de variación (S.A. Renvoize, comunicación personal). Sin embargo, ya que estos dos extremos son muy diferentes parece conveniente mantenerlas como especies separadas que se pueden distinguir en la siguiente forma:

B. *decumbens*: Perenne decumbente, tallo hasta cerca de 1.5 m de largo; lámina de las hojas lanceolada, de 10 a 15 mm de ancho y menos de 20 cm de largo; 2 a 4 racimos hasta de 6 cm de largo, rara vez más; el raquis es plano, a veces en forma de cinta, ciliado alrededor de los ángulos, las espiguillas continuas muy de cerca y generalmente en dos rangos; las glumas superiores presentan 7 nervosidades con pelos plateados.

B. *brizantha*: Es una planta perenne macollada con tallos corpulentos hasta cerca de dos metros de altura, las hojas lineales(6) 8 - 14 mm de ancho con más de 20 cms de largo; 2-8 racimos 6 a 20 cms de largo, el raquis con cilia basal alrededor de las márgenes; las espiguillas espaciadas más ampliamente de tal manera que parecen estar situadas en un solo rango en el raquis, el cual es vellosa en la base; las glumas superiores con 7 a 11 nervios usualmente lampiños.

Especímenes de B. *decumbens* recolectado de praderas comerciales y establecimientos naturalizados en Queensland se diferencian de la forma típica en tallos

más largos y racimos más largos y mas numerosos (2-7); ellos estan al final de un rango de variación en *B. decumbens* y dentro de un rango de introgresión con *B. brizantha* ( S.A. Renvoize, comunicación personal). En vista de esto no es sorprendente que el material naturalizado alrededor de Brisbane y aceptado como *B. decumbens* fue hasta recientemente confundido con *B. brizantha*.

#### DESCRIPCION MORFOLOGICA

Stapf (101) ha provisto una descripción detallada de *B. decumbens*, la cual ha sido reproducida en gran escala por Barnard (18) y Mackay (78).

Brevemente *B. decumbens* es una gramínea vigorosa y estolonífera con hojas cortas, verde claro que desarrolla raíces desde los nódulos inferiores de los tallos erectos. Estos se desarrollan desde una base larga estolonífera de 30 a 45 cms de altura en estado vegetativo y hasta un metro de altura en estado de floración. La inflorescencia es una panícula secundaria de 2-4 racimos más o menos curvados ligados en angulos rectos al raquis de la panícula y distribuidos horizontalmente. Las espiguillas tienen una florecilla masculina inferior y una florecilla fertil hemafrodita superior y estan colocadas en una forma continua muy de cerca y generalmente se arreglan en dos rangos.

#### VARIACION GENETICA

*B. decumbens* es tetraploide con 36 cromosomas (89, 118) y por lo menos en el caso de Basilisk es apomíctica, aposporosa (89). No hay evidencia disponible que sugiera que Basilisk (C.P.I.1694) y C.P.I. 6798 tienen algunas características distintivas, pero esto no es sorprendente debido a que C.P.I.6898 puede que no sea nada más que una reintroducción de C.P.I. 1694 procedente de Kampala.

Aunque no hay información publicada relacionada con la variabilidad dentro de las especies esto puede que se presente en un futuro. Ha habido muchas introducciones de material de *Brachiaria* en Australia (Vea la lista de introduc-

ción de plantas del Commonwealth) particularmente en años recientes. De las líneas catalogadas como *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria eminii* y quizás *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria sp.*, puede ser ahora posible seleccionar el rango adecuado de material con mayor o menor afinidad a *B. decumbens* para el estudio de la variación morfológica y agronómica.

#### ADAPTACION AL AMBIENTE

El pasto Signal se adapta mejor al ambiente húmedo tropical (por eje. la costa tropical húmeda del norte Queensland, Surinam) donde la estación seca no es más prolongada de 4 a 5 meses (114). En tales casos, usualmente se describe como resistente a sequía (16, 32, 66) o teniendo una capacidad de permanecer verde bajo condiciones adversas de clima (48); bajo un régimen de lluvia de alrededor de 1400 mm y una estación seca de 4 meses en Serere en Uganda (63), sin embargo, no fué considerada lo suficientemente tolerante a las condiciones de la estación seca (64). El pasto Signal es considerado más resistente a sequía que *Digitaria decumbens* (pasto pangola) (104, 108) y *B. mutica* (pasto pará), los cuales crecen muy bien en las pendientes empinadas y en suelos superficiales que se secan rápidamente, mientras que las últimas especies no se comportan muy bien en estas condiciones (B.Grof, comunicación personal).

*Brachiaria decumbens* es afectado fácilmente por las heladas. Sin embargo, en la ausencia de heladas, la producción durante el invierno se considera tan superior como la del pasto pangola (104, 108) aunque este último se prefiere en condiciones de inundación o anegamiento, la cual no es tolerada por el pasto Signal (52, 66, 104, 108). En Surinam el *Brachiaria decumbens* creció en materas donde el nivel de agua fue mantenido a unos 25 cms debajo de la superficie del suelo por cuatro semanas, pero murió dentro de 3 semanas en un suelo saturado (112).

En cultivo, el pasto Signal ha crecido con mucho éxito en un amplio rango de suelos bien drenados (16, 52, 66, 108). Esto incluye suelos arenosos (35), suelos Podzólicos infértiles (38, 112) y suelos superficiales (15 a 60 cms de profundidad) esparcido sobre tierra reclamada después de una explotación minera de bauxita (86).

#### CONTRIBUCION EN PRADERAS

En el norte de Queensland se recomiendan praderas de pastos y cultivos puros con fertilización nitrogenada y cubriendo hasta cerca del 25% de la hacienda, para un uso estratégico con el objeto de aliviar la presión en cuanto a la capacidad de carga de las asociaciones de gramíneas y leguminosas que son más vulnerables durante su período de crecimiento lento, durante la estación fría y seca (105, 107). El pasto Signal utiliza eficientemente la fertilización nitrogenada y soporta presiones altas de pastoreo; de tal manera de que está bien acondicionado para tal sistema. En suelos bien drenados es la especie preferida para este papel, debido a que el pasto pangola, una planta estolonífera que se considera como alternativa, es menos tolerante a sequía y menos productiva durante el invierno (104).

La agresividad de este pasto, sin embargo, es menos deseable en praderas asociadas. A largo plazo, el crecimiento denso y vigoroso del pasto Signal reprime el crecimiento de la mayoría de las leguminosas asociadas. La única leguminosa capaz de formar una asociación estable y productiva con esta gramínea durante un período largo de tiempo es la leguminosa estolonífera *Desmodium heterophyllum* (hetero) sv. Johnstone (53, 77, 104).

Las asociaciones con otras leguminosas han tenido menos éxito. En algunos experimentos tempranos en South Johnstone, el pasto Signal probó ser un compañero no satisfactorio para el *Stylosanthes guianensis* (stylo) cv. Schofield bajo condiciones intermitentes de pastoreo; el crecimiento

denso y estolonífero nunca fue bien pastoreado y sombreó la leguminosa stylo asociada, de tal forma que, dos años después del establecimiento muy pocas plantas de stylo sobrevivieron (99). Los cultivares de stylo, recientemente comerciales Cook y Endeavour, son más competitivos que Schofield y se han combinado razonablemente con el pasto Signal en período corto de tiempo (53, 116, 117). El *Centrosema pubescens* (centro) ha formado una asociación satisfactoria por corto tiempo con el pasto Signal, en el norte de Queensland (113). En Sarawak, las asociaciones del pasto Signal con Stylo o *Centrosema* han dado los mejores rendimientos de forraje y de proteína cruda en corto plazo; ambos fueron muy superiores a las mezclas con *Pueraria phaseoloides* (puero) (14, 15).

#### ESTABLECIMIENTO

Grof (50) mostró que el *Brachiaria decumbens* puede ser una gramínea funcionalmente fértil y que la germinación de las cariopses está impedida por una capa impermeable en la semilla. La escarificación de semilla cosechada y fresca con ácido sulfúrico concentrado por 10 a 15 minutos, ha apresurado e incrementado significativamente la germinación (Cuadro 1). Todos los tres períodos de tratamiento con ácido resultaron en una completa remoción de la vaina de las semillas, pero los períodos más largos (10 a 15 minutos), los cuales han mutilado severamente la capa de las semillas fue necesario para mejorar la germinación inmediatamente después de la cosecha. El almacenamiento de semilla sin tratar a temperatura ambiente por 10 meses también mejoró la germinación, pero mejorías adicionales fueron aún posibles con la escarificación con ácido sulfúrico (aunque un período más corto fue necesario que en el caso de la semilla fresca). La semilla almacenada por lo menos por 10 meses usualmente germina razonablemente bien (52). Sin embargo, algunas muestras germinarán en pruebas de laboratorio

mucho más temprano que ésto.

Con la excepción de Hoskeen y Stephens (64) el pasto Signal había sido considerado previamente como una planta que produciría semillas de muy poca viabilidad. En muchas partes del mundo (por ejemplo, Uganda, Venezuela, Surinam, Papua y Nueva Guinea, Australia), los métodos recomendados de establecimiento fueron por lo tanto: establecimiento con material vegetativo, procedente de tallos y estolones (6, 16, 23, 31, 33, 34, 35, 37, 66, 113, 114, 119). Los métodos de establecimiento con material vegetativo aún están en uso en la ausencia de la disponibilidad de semillas (30, 112) y es un método rápido. En Surinam praderas sembradas con material vegetativo pueden ser pastoreadas dentro de cuatro o cinco meses (34) y algunas veces dentro de 10 semanas (76). Establecimientos exitosos con material vegetativo, sin embargo, son muy dependientes de las lluvias (33) y en el material usado. Algunos fracasos se han experimentado con material vegetativo que no ha enraizado, lo cual no produce raíces en los nudos (6, 62, 112) y fracasos ocasionales aún han ocurrido con material enraizado (112).

La necesidad de establecimiento con material vegetativo restringe severamente el uso del pasto Signal en praderas y sólo recientemente en la última década recomendaciones de cantidades de semilla de alrededor de 2 kg/ha (103) y 4,5 kg/ha (104) han sido hechas en el norte de Queensland. Hay aproximadamente 220.000 semillas/kg (R.L. Harty, comunicación personal). Esta cantidad relativamente grande de semilla permite el establecimiento en camas de semillas ásperas, aunque se pueden esperar mejores resultados cuando se usan camas de semillas bien preparadas. El crecimiento de las plantitas recién germinadas es rápido y bajo buenas condiciones de crecimiento una alta población inicial puede proveer un completo crecimiento del terreno en tres meses.

CUADRO 1

Efecto de tres períodos de escarificación ácida en la germinación de semillas de *Brachyaria decumbens* recién cosechadas (izq.) y almacenadas (der.) (50).

Porcentaje promedio de plantitas emergidas									
Semanas después de siembra	Testigo sin tratar	Período de escarificación ácida (minutos)			Testigo sin tratar	Período de escarificación ácida (minutos)			
		5	10	15		5	10	15	
1	0	0	2.8	3.4	0.04	7.1	9.5	16.5	
2	0	1	17.2	21.0	14.2	51.2	51.4	54.1	
3	1	2.8	30.0	33.2	21.7	51.4	52.6	54.1	
Escarificación ácida >		sin tratar; 10-15 minutos			5-15 minutos escarificación ácida >				
escarificación ácida >		5 minutos escarificación ácida			testigo				

En el distrito de Atherton al norte de Queensland el pasto Signal ha mostrado un alto grado de tolerancia a las aplicaciones de atrazina como preemergente, lo cual aún en aplicaciones relativamente de bajas dosis produce un buen control de un amplio rango de malezas anuales (61). Atrazina ha sido desde entonces utilizada con mucho éxito en el establecimiento de cultivos comerciales para producción de semillas.

#### PRODUCCION DE MATERIA SECA

La producción de materia seca puede variar grandemente dependiendo de la precipitación y las condiciones de fertilidad de suelos. En particular la producción con un rendimiento de materia seca del pasto Signal puede aumentar marcadamente con una fertilización nitrogenada (54,88). Consecuentemente, los datos comparativos de producción son más importantes que los rendimientos actuales de materia seca.

En experimentos tempranos realizados bajo condiciones de corte en South Johnstone, el pasto Signal se comportó muy bien comparado con 18 gramíneas perennes (97). Ha continuado su buen comportamiento bajo condiciones de corte y consistentemente ha producido rendimientos superiores al pasto pangola (51, 82). Los mayores rendimientos de materia seca son obtenidos con intervalos de corte más largos (82, 97). En una comparación con 12 gramíneas en el norte de la península de Cape York, Basilisk, fué consistentemente la gramínea que produjo los mayores rendimientos, principalmente como resultado de una gran producción en la segunda parte de la estación lluviosa (115).

Rendimientos altos de materia seca también han sido registrados en experimentos bajo corte en Colombia (30) Sarawak (88) y Fiji (93). En este último experimento el pasto Signal produjo mucho más rendimiento que otras siete gramíneas estudiadas.

## COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO

Resultados sobre contenido de proteína cruda y fibra cruda, así como el coeficiente de digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda están disponibles en un gran número de fuentes (Cuadro 2). De esto es evidente que el contenido de proteína cruda en particular pueda variar considerablemente.

### Proteína Cruda

Los niveles críticos de proteína cruda requeridos en una pradera antes del consumo se reducen con una deficiencia de nitrógeno y ha sido estimado alrededor de 6,0 a 8,5% (85), y un gran número de determinaciones de proteína cruda en el Cuadro 2 están ya sea dentro de este rango crítico o debajo del él. Sin embargo, mientras que el valor nutritivo es parcialmente una función de las especies involucradas, también es el resultado de otros factores, tales como los niveles de nutrientes en el suelo (especialmente nitrógeno) y el tiempo del año y la tasa de crecimiento durante el muestreo y la edad del rebrote.

Los contenidos de proteína cruda de pasto Signal responden marcadamente a la fertilización nitrogenada (29, 54, 88). Fuentes de información en el Cuadro 2, sin embargo, difieren marcadamente a este respecto; las tasas de fertilización con un rango de cero (54, 88) a 1.460 kg de N/ha/año (54) y un número de medidas fueron hechas en praderas naturales (24, 25, 76, 80).

Así como ocurre con otras gramíneas tropicales, los valores mínimos de proteína cruda ocurren durante el período de mayor crecimiento y los valores máximos durante el período de menor crecimiento (54, 98). El momento más efectivo para aumentar el contenido de proteína cruda con la aplicación de fertilizante nitrogenado es por lo tanto, cuando las plantas no son capaces de un crecimiento rápido.

Contenido de proteína cruda, fibra cruda, y coeficiente de digestibilidad de la materia seca y la proteína cruda para Bracharia decumbens, recopilado de varias fuentes

Referencia	Fertilización Nitrógenada (kg N/ha/año)	Observaciones	Proteína Cruda* %	Fibra Cruda %	Digestibilidad Materia seca %	Digestibilidad Proteína cruda %
27		Floración	7.8	35.8	61.0	33.5
		Floración durante el ensayo	8.2	33.4	62.5	46.9
49	33 antes del ensayo	Rebrote 3 semanas (inmaduro)	13.1		60.0	74.4
		Rebrote 4 semanas (inmaduro)	11.9		68.5	70.8
		Rebrote 5 semanas (floración)	9.1		71.3	70.5
24	Pradera nativa	Rebrote sin disturbar **	3.7- 6.2(4.6)	27.0-30.0(28.8)		
		" " " **	5.2- 7.5(5.9)	31.0-34.0(32.5)		
		" " " **	5.4	36.1		
25	" "	Planta entera	5.4	25.8		
		Hijas	8.3			
76	" "	Examen de 208 muestras**	2.8-13.8(7.3)	21.8-39.5(30.5)		
80	" "	Examen de 10 muestras al azar	7.8			
119	" "	Floración	4.1	30.1		
19		Seis meses de establecimiento	12.4	41.1		
20		Pradera comercial muestreada en Dic. antes de la estación lluviosa	6.0	37.1		
66		Partes aéreas, frescas				
		14 días de crecimiento	9.8		82	
		28 " "	8.2		82	
		42 " "	8.0		79	
		56 " "	4.2		66	
		70 " "	3.6		64	
		84 " "	3.4		71	
		96 " "	3.5		64	
		112 " "	3.2		67	
98	12 antes de la siembra y replazo de nutrientes en el segundo año	30 días de rebrote: 1940/41	10.0			
		" " " "	8.9			
		" " " "	5.6			
		" " " "	7.0			
		" " " "	4.2			
113		Intervalo corte 90 días	4.9			
88		6-14 semanas de rebrote (promedios pesados)	4.8			
		" " " "	5.3			
		" " " "	5.9			
		" " " "	5.8			
		" " " "	8.3			
54		" " " "	7.7			
		" " " "	1962/63			
		" " " "	1963/64			
		" " " "	1962/63			
		" " " "	1963/64			
		" " " "	1962/63			
		" " " "	1963/64			
		" " " "	1962/63			
		" " " "	1963/64			
		" " " "	17.5			
		" " " "	17.1			

\* % N x 6.25  
 \*\* Promedios indicados en parentesis.

CUADRO 3

Coefficiente de digestibilidad de la materia seca in vitro (%) para 6 gramíneas tropicales cosechadas  
diferentes estados de madurez (91)

Especies	Semanas de Crecimiento															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16		
1. B.decumbens	78.2	72.8	73.0	71.9	71.0*	66.7	66.9	61.6	63.7	58.9	54.8	48.9				
2. R.mutica	75.6	78.9	76.4	71.2	59.5	61.1	53.8*	48.5	47.3	38.7						
3. B.ruziziensis	82.5	81.2	79.7	73.9*	72.1	72.1	66.2	68.6	64.0	54.8	54.5	49.8				
4. D.decumbens	77.0	78.1	75.8*	75.0	70.4	66.0	59.5	62.4	59.8	56.3	55.2	56.3				
5. P.maximum cv. Embu rastrero	82.2	77.2	74.8	69.8*	70.6	61.2	59.6	55.8	54.6	53.8	48.6	38.4				
6. P.maximum cv. Makueni	76.4	75.2	60.5*	52.4	46.1	52.5	49.6	53.8	47.1	49.8	41.6	42.0				

\* Estado de formación temprana de panículas.

Los niveles de proteína cruda del pasto Signal disminuyen según aumente la edad del rebrote (23, 24, 68, 98) y ésto está acompañado por un incremento en fibra cruda (23, 24). Esta especie es palatable durante el crecimiento vegetativo (16), pero no son muy bien aceptados por el ganado, materiales toscos, leñosos con tallos (113).

#### Digestibilidad

Tal como es esperado, la digestibilidad in vitro del pasto Signal disminuye durante los períodos largos de crecimiento a medida que según aumenta la madurez, pero es aún así comparable con la de otras gramíneas que están adaptadas a las condiciones húmedas de las áreas tropicales (68, 91) (Cuadros 2 y 3). Sin embargo, en otros experimentos, donde se ha evaluado forrajes de tres a cinco semanas de edad, la digestibilidad de materia seca de *B. decumbens* aumentó sobre un período corto de dos semanas (Cuadro 2-49); pero la digestibilidad de la materia seca de la mayoría de las otras especies evaluadas (i.e. pasto pangola, *Digitaria pentzii*, *B. ruzizensis*) también aumentaron, sugiriendo que otros factores además de las especies pueden haber influido en los resultados de este experimento.

#### Consumo

Experimentos con ovejas en jaulas en Trinidad mostraron que el promedio de consumo diario de materia seca ( $\text{g/kg LW}^{0.75}$ ) de pasto Signal (68,2) fueron significativamente mayores que los consumos de *D. pentzii* (62,7) y pasto pangola (55,6) (49).

#### Calcio y Fósforo

Schofield (100) colocó al pasto Signal en una escala en la cual presenta relativamente bajos rendimientos de calcio y fósforo. Sin embargo, debido a que fue colocada en la parte superior del grupo de gramíneas para los

rendimientos anuales de ambos elementos, ésto probablemente refleja su alta producción relativa de materia seca y los bajos niveles de fertilización aplicada. Trabajos más recientes (ej. 49) han registrado contenidos de calcio y fósforo para pasto Signal, los cuales se consideran adecuados para las clases mayores de los animales rumiantes y comparables con aquellos del pasto pangola y materiales de *Setaria sphacelata*.

#### PRODUCCION ANIMAL Y COMPORTAMIENTO BAJO PASTOREO

El pasto Signal soporta altas capacidades de carga y pisoteo (10, 11, 16, 107, 113). En un experimento bajo pastoreo en el norte de la península de Cape York, Basilisk fué más persistente que *Panicum maximum* (pasto guinea común) cuando se le cargó fuertemente con bajos niveles de fertilización con fósforo (116). Este es por lo tanto, tratable de pastoreos frecuentes pesados o cortes necesarios para mantener tales pastos en un estado altamente productivo y aceptable (113, 114).

Experimentos bajo pastoreo en South Johnstone han mostrado que la producción de carne que es posible bajo condiciones de uso intensivo de praderas de pasto Signal con fertilización nitrogenada. Con una tasa de capacidad de carga alta y constante de 4,55 cabezas/ha y 196 kg de N/ha/año, las ganancias de peso vivo han sido de 1.030 y 869 kg/ha, los cuales fueron registrados en 1965-66 y 1967-68, respectivamente; éstos datos comparados con 740 y 693 kg/ha con 3,45 cabezas/ha y el mismo nivel de fertilización, y 592 y 553 kg/ha con 3,45 cabezas/ha sin fertilización nitrogenada (54). Como comparación, pastizales de guinea pura cerca de South Johnstone ( con una carga de 3,2 animales/ha) produjeron ganancias de peso vivo animal de 460 y 313 kg/ha sin fertilización nitrogenada en 1963-64 y 1964-65, respectivamente, y 596 y 725 kg/ha cuando se añadió 168 kg de N/ha/año (51).

En experimentos recientes en terrenos arenosos amarillos en el sector norte de la península de Cape York, pastizales asociados (los cuales se han mantenido notablemente estables entre años con un promedio de 58% de gramínea, 34% stylo Endeavour, y 8% de *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro) fueron cargados con 0.7, 1.2, 1.7 y 2.2 (reducido después de nueve meses a 1.9) animales/ha (116). La carga óptima fue entre 1.7 y 1.9 animales/ha y *B. decumbens* se comparó favorablemente con el pasto guinea común, especialmente con las cargas más altas y los niveles bajos de fertilización de fósforo donde las praderas de pasto guinea fueron sobrepastoreadas y requirieron una disminución de la carga durante el experimento (117). Las ganancias de peso vivo (hasta 500-600 kg/ha sobre aproximadamente 34 meses) no fueron tan altas como aquellas en experimentos en pastoreos con gramíneas-leguminosas (51) o praderas de gramíneas fertilizadas con nitrógeno (51, 54) cerca de South Johnstone, porque se usaron animales más grandes en este experimento y porque hubo un período más largo de 4-4.5 meses en este sitio cuando los animales perdieron peso o ganaron moderadamente (117).

Altos rendimientos también han sido encontrados en Colombia. En el Valle del Cauca, pasto Signal irrigado (recibiendo 100 kg de N/ha inicialmente y 50 kg de N/ha después de cada período de pastoreo) en parcelas de 0.35 ha fue pastoreado rotacionalmente (10 días con animales, 30 días sin animales) por alrededor de 6 animales injertados de Brahmans de unos dos años por ha; se registraron ganancias de peso vivo de 1.78 kg/ha/día (o alrededor de 1.700 kg/ha anualmente) (30).

En el distrito Ankole de Uganda, *B. decumbens* ocurre en las praderas de sabana con especies muy poco palatables como *Cymbopogon afronardus*. Esta última especie limita la productividad animal (110), pero puede ser controlada por manejo. Cuando la quema es deseable, una quema tardía causará

el mínimo daño a las características deseables de la pradera (56). El pasto Signal es relativamente favorecido por pastoreo pesado y fertilización nitrogenada (60). Después de la limpieza, *C. afronardus* se reestablece más rápido bajo sistemas de pastoreo rotacionales, lo cual es por lo tanto, menos productivo que el sistema de pastoreo continuo (58). Las presiones de pastoreo de 0.8, y 0.6 ha/animal (300 kg de peso vivo) estimulan el crecimiento del pasto Signal (59), pero 0.8 ha/ cabeza parece óptimo para una producción a largo plazo de tales pastos cuando se limpien de *C. afronardus* (58).

#### TRASTORNOS EN LOS ANIMALES

El pastoreo continuo de praderas puras de pasto Signal en Jamaica ha causado una forma de trastornos de la piel, lo cual ha resultado en un pobre comportamiento animal (92). Esto no ha sido experimentado en el norte de Queensland en praderas de pastos puros Signal fertilizadas con nitrógeno (107). El único reporte desfavorable concerniente a especie de *Brachiaria* bajo pastoreo en Australia es la fotosensibilidad de ovejas en el distrito Lawes en la parte sur de Queensland cuando pastoreaban praderas puras de material clasificado como *B. brizantha* (26).

Análisis de cuatro especies de *Brachiaria* en Brasil mostraron que, mientras *B. radicans* (pasto Tanner) tenía altos niveles de nitrato (0.550-0.900% de nitrato de potasio), *B. decumbens* fue sumamente seguro y tuvo únicamente 0.025%, lo cual fué ligeramente menor que *Brachiaria ruziziensis* (0.037%) y *Brachiaria brizantha* (0.058%) (1).

#### MALEZAS Y POTENCIAL DE MALEZAS

La respuesta marcada del pasto Signal a la fertilización con nitrógeno y su rápida recuperación después de cargas pesadas y su agresividad inherente la hace muy valiosa en situaciones de problemas con malezas. Esta es la

gramínea ideal para ahogar a las malezas (3, 16, 50, 66, 113) y se han recomendado praderas puras de pasto Signal con fertilización nitrogenada para aquellas áreas severamente infestadas con *Hyptis capitata* (malezas de nudo) en la costa húmeda tropical de Queensland (17).

La agresividad inherente del pasto Signal, sin embargo, no es deseable cuando se convierte en una planta que se encuentra fuera de lugar. En Surinam, esta planta invade las plantaciones de café y se ha demostrado que es muy difícil de erradicar (8). También ha invadido praderas establecidas y también las ha ahogado (113). Esto ha ocurrido en Cootharaba (promedio de lluvia anual aproximadamente de 1.700 mm) en el sur de Queensland donde el pasto Signal se ha distribuido rápidamente de pequeñas siembras comerciales en la última década, y ha colonizado praderas que se encuentran asociadas en mezclas con la virtual exclusión de las especies originales.

#### PLAGAS Y ENFERMEDADES

Aunque existen ataques esporádicos de salivazo, lo cual ha sido registrado en varios países de Suramérica (B. Grof, comunicación personal), el pasto Signal está relativamente libre de plagas y problemas de enfermedades, particularmente cuando se compara con el pasto pangola. Una enfermedad que causa achaparramiento y es de origen viral en el pasto pangola (además de numerosas plagas y enfermedades) en Jamaica y Surinam condujo a aumentar el interés por el pasto Signal, el cual parece ser resistente (39, 66, 67, 92). Desde 1971, el pasto Pangola que crece en el área Ingham-Cooktown en el norte de Queensland ha sufrido severos ataques localizados por un amplio rango de plagas y enfermedades (47, 105, 106, 109), con el resultado que el interés en el pasto Signal se ha incrementado.

### PRODUCCION DE SEMILLA

En años recientes, la producción de semilla en el norte de Queensland (desde la región de Atherton Tableland, East Palmerston, y el área de Tully) ha aumentado rápidamente en respuesta a la creciente demanda de semillas tanto a nivel local como en el exterior. Pequeñas cantidades de semilla han sido cosechadas en la parte sur de Queensland, y la producción de semilla también se está desarrollando en Brasil. En años recientes la demanda ha excedido a la oferta. Desde 1974, sin embargo, la situación se ha estabilizado un poco con la producción de Australia dirigida a satisfacer las demandas internas y también a suplir una gran parte de amplio mercado de exportación.

El cultivo de semilla puede ser obtenido en cualquier momento durante los meses más calientes en el norte de Queensland, dependiendo de las lluvias y la práctica de manejo. En años en que se inicia la estación lluviosa ha sido posible realizar dos cosechas, la primera (y la mayor) que se cosecha temprano en el año calendario y la segunda que madura después del final de la estación lluviosa o sea alrededor de Mayo. Sin embargo, cuando la estación lluviosa es relativamente corta, una producción de cultivo de semilla por año es lo más usual. Cosechando con una combinada del tipo "multi-cultivo", los rendimientos comerciales promedio están en el orden de 100-200 kg/ha/cultivo. El tiempo de cosecha es una decisión difícil debido a (a) una producción progresiva de inflorescencia, así como una distribución de la madurez dentro de las inflorescencias individuales, y (b) la ausencia de cambios distintivos en la coloración de las semillas según van madurando. Sin embargo, la calidad de las muestras cosechadas pueden evaluarse en una forma aproximada usando los dientes,

la presencia de cariopsis inmediatamente aparente debido a la resistencia de las semillas.

#### EXPECTATIVAS

En la última década, el pasto Signal ha llegado a ser cada vez más importante en el trópico húmedo, particularmente en aquellas condiciones de praderas de gramíneas puras que reciben fertilización nitrogenada y que son usadas estratégicamente para proteger las praderas en sistemas predominantes de gramíneas-leguminosas. Está mejor adaptado a tales áreas que el pasto pangola, excepto cuando se encuentran condiciones de inundación o de pobre drenaje. Su alta productividad, su tolerancia a condiciones de baja fertilidad, y su relativa ausencia de plagas y enfermedades explica gran parte del interés actual.

Aunque el pasto Signal se ha convertido en natural en la región costera del sur y central de Queensland (notablemente alrededor de Brisbane y Cootharaba), éste no ha sido plantado o sembrado comercialmente en grandes extensiones en áreas subtropicales, aún en aquellas con alta incidencia de lluvias y precipitaciones libres de heladas. Como una comparación el pasto pangola que es la principal alternativa para la formación de césped en el trópico - ha recibido mucha más atención tanto en condiciones experimentales como comerciales. Las razones posibles incluyen la superioridad del pasto pangola en situaciones de drenaje pobre (i.e. las tierras bajas costeras del sur de Queensland) y la disponibilidad de un rango de especies alternativas satisfactorias, particularmente antes de que la producción de semilla de pasto Signal estuviera ampliamente disponible.

Experimentos en pastoreo en el norte de Queensland y Colombia han mostrado que las praderas de pasto Signal pueden ser altamente productivas en términos de carne, pero hasta ahora, el único trabajo con ganado de leche ha registrado una producción de leche de cuatro sistemas de praderas (incluyendo praderas de *B. decumbens* recibiendo fertilización nitrogenada) (96). Experimentos bajo pastoreo para medir la producción de leche serían altamente valiosos, porque Basilisk que ha sido sembrado en fincas lecheras en el área de Atherton Tableland y East Palmerston.

Desafortunadamente, nuestro conocimiento actual (y particularmente nuestro conocimiento publicado) de muchos aspectos de *B. decumbens* está muy lejos de ser detallado y comprensivo. Aún la situación taxonómica es confusa; el uso de un mismo nombre en dos lugares no garantiza similitud; tampoco el uso de diferentes nombres garantiza diferencias; y la aplicación de cualquier nombre por cualquier persona que no sea un botánico especialista entrenado en la flora del este tropical de Africa debe ser tratada con mucha precaución, por lo menos hasta que una revisión final de *Brachiaria* para la flora del área tropical del este de Africa esté disponible.

#### RECONOCIMIENTOS

Estoy muy agradecido con muchas personas, las cuales me dieron consejos libres e información; a los señores D.M. Loch, L.E. Brands y G.J. Cassidy por su asistencia con las traducciones; y al Australian Meat Research por el respaldo financiero.

#### REFERENCIAS

1. ANDRADE, S. O., RETZ, L., and MARMO, O. (1971)—Estudos sôbre *Brachiaria* sp. (Tanner Grass). III—Ocorrências de intoxicações de bovinos durante um ano (1970-1971) e níveis de nitrato em amostras da gramínea. *Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo* 38: 239-252.
2. ANON. (1951)—Jamaica, Annual Report of the Department of Agriculture for the Year ended 31st March, 1951.
3. ANON. (1957)—Department van Landbouw, Veeteelf, en Visserij, Suriname, Jaarverslag over 1954.
4. ANON. (1958)—British Guiana, Annual Report of the Director of Agriculture for the Year 1955.
5. ANON. (1967)—Malawi Government, Annual Report of the Department of Agriculture (Part II) for the Year 1963/64.
6. ANON. (1968)—Territory of Papua and New Guinea Department of Agriculture, Stock and Fisheries, Annual Report 1965-66.
7. ANON. (1969)—Territory of Papua and New Guinea Department of Agriculture, Stock and Fisheries, Annual Report 1966-67.
8. ANON. (1970a)—Tien jaar proeftuin Brokobaka (1959-1969). *De Surinaamse Landbouw* 18: 5-43.
9. ANON. (1970b)—Malawi Government, Annual Report of the Department of Agriculture (Part II) for the year 1965/66.
10. ANON. (1971)—State of Sabah, Annual Report of the Department of Agriculture for the Year 1969.
11. ANON. (1972)—State of Sabah, Annual Report of the Department of Agriculture for the Year 1970.
12. ANON. (Undated a)—Sarawak Ministry of Agriculture & Forestry, Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1968.
13. ANON. (Undated b)—Sarawak Ministry of Agriculture & Forestry Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1969.
14. ANON. (Undated c)—Sarawak Ministry of Agriculture & Drainage and Irrigation, Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1971.
15. ANON. (Undated d)—Sarawak Ministry of Agriculture & Drainage and Irrigation, Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1972.

16. APPELMAAN, H., and DIRVEN, J. G. P. (1962)—Slachtvee in Suriname. Verslag van onderzoekingen door de dienst veeveelt 1940-1962. *Landbouwproefstation Suriname Mededeling* No. 30.
17. BAILEY, D. R. (1969)—Knobweed control in tropical pastures. *Queensland Agricultural Journal* 95: 540-545.
18. BARNARD, C. (1969)—"Herbage Plant Species", Division of Plant Industry, C.S.I.R.O., Canberra.
19. BLASCO L., M., and BOHÓRQUEZ, A., N. (1967)—Composicion quimica de plantas forrajeras (gramineas) comunes en el Valle del Cauca. *Acta Agronomica, Palmira* 17: 13-19.
20. BLASCO L., M., and BOHÓRQUEZ, A., N. (1968)—Pastos en el Amazonas. I. Análisis de algunos componentes químicos. *Agricultura Tropical* 24: 175-177.
21. BOGDAN, A. V. (1958)—"A Revised List of Kenya Grasses", Government Printer, Nairobi.
22. BORGLT, M. (1966)—Rendements et caractéristiques de cinq graminées fourragères sur sables côtiers a Cayenne. *Agronomie Tropicale, Paris* 21: 250-259.
23. BREDON, R. M., and HORRELL, C. R. (1961)—The chemical composition and nutritive value of some common grasses in Uganda—I General pattern of behaviour of grasses. *Tropical Agriculture, Trinidad* 38: 297-304.
24. BREDON, R. M., and HORRELL, C. R. (1962)—The chemical composition and nutritive value of some common grasses in Uganda—II The comparison of chemical composition and nutritive values of grasses throughout the year, with special reference to the later stages of growth. *Tropical Agriculture, Trinidad* 39: 13-17.
25. BREDON, R. M., TORELL, D. T., and MARSHALL, B. (1967)—Measurement of selective grazing of tropical pastures using esophageal fistulated steers. *Journal of Range Management* 20: 317-320.
26. BRITON, N. W., and PALTRIDGE, T. B. (1941)—Preliminary note on photosensitisation of sheep grazed on *Brachiaria brizantha*. *Proceedings of the Royal Society of Queensland* 52: 121-122.
27. BUTTERWORTH, M. H. (1963)—Digestibility trials on forages in Trinidad and their use in the prediction of nutritive value. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 60: 341-346.
28. CATFORD, J. R. (1952)—Pasture management in Uganda in relation to western Equatoria. *East African Agricultural Journal* 17: 183-187.
29. CROWDER, L. V. (1965)—Nitrogen fertilization of grasses in Colombia. *Proceedings of the Ninth International Grassland Congress, Brazil*, pp. 1533-1536.
30. CROWDER, L. V., CHAVERRA, H., and LOFERO, J. (1970)—Productive improved grasses in Colombia. *Proceedings of the XI International Grassland Congress, Australia*, pp. 147-149.
31. DAVIDSON, R. P. (1950)—Pasture work at Ngetta farm. Uganda Protectorate, Annual Report of the Department of Agriculture for the period 1st April, 1947-31st March, 1948. Part II—Experimental, pp. 78-80.
32. DIRVEN, J. G. P. (1959)—Grassen-collecties. Landbouwproefstation, Suriname, Jaarverslag 1958, p. 60.
33. DIRVEN, J. G. P. (1960)—Grassen-collecties. Landbouwproefstation, Suriname, Jaarverslag 1959, p. 79.
34. DIRVEN, J. G. P. (1962a)—Aanleg en onderhoud van grasland. Landbouwproefstation Suriname, Jaarverslag 1961, pp. 70-71.
35. DIRVEN, J. G. P. (1962b)—Grasland. *Landbouwproefstation Suriname Mededeling* No. 29.
36. DIRVEN, J. G. P., and APPELMAAN, H. (1962)—Slachtveebedrijf Waneweg. Landbouwproefstation Suriname, Jaarverslag 1961, pp. 77-78.

37. DIRVEN, J. G. P., GLAYIMANS, E. J. H., and HENDRIKS, J. A. H. (1956)—Graslandverbetering op het Lelydorpplan in 1955. *De Surinaamse Landbouw* 4: 113-118.
38. DIRVEN, J. G. P., and VAN AMSON, F. W. (1972)—Grasland op de gepodzoliseerde grond van het Lelydorplandschap. *De Surinaamse Landbouw* 20(2): 2-22.
39. DIRVEN, J. G. P., and VAN HOOF, H. A. (1960)—A destructive virus disease of pangola-grass. *Tijdschrift over Plantenziekten* 66: 344-349.
40. DOUGALL, H. W., and BOGDAN, A. V. (1958)—The chemical composition of the grasses of Kenya—I. *East African Agricultural Journal* 24: 17-21.
41. DRADU, E. A. A., and HARRINGTON, G. N. (1972a)—Seasonal crude protein content of samples obtained from a tropical range pasture using oesophageal fistulated steers. *Tropical Agriculture, Trinidad* 49: 15-21.
42. DRADU, E. A. A., and HARRINGTON, G. N. (1972b)—Seasonal crude protein content of samples obtained from a tropical range pasture using oesophageal fistulated steers. *East African Agricultural and Forestry Journal* 38: 56-61.
43. DUNSMORE, J. R., and ONG, C. B. (1969)—Preliminary work on pasture species and beef production in Sarawak, Malaysia. *Tropical Grasslands* 3: 117-121.
44. FIELD, C. R. (1970)—A study of the feeding habits of the hippopotamus (*Hippopotamus amphibius* Linn.) in the Queen Elizabeth National Park, Uganda, with some management implications. *Zoologica Africana* 5: 71-86.
45. FIELD, C. R., HARRINGTON, G. N., and PRATCHETT, D. (1974)—A comparison of the grazing preferences of buffalo (*Syncerus caffer*) and Ankole cattle (*Bos indicus*) on three different pastures. *East African Wildlife Journal* 11: 19-29.
46. FORSTER, R. H., WILSON, P. N., and BUTTERWORTH, M. H. (1960)—Pasture grass investigations in Trinidad with special reference to pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Proceedings of the Eighth International Grassland Congress*, England, pp. 390-392.
47. FRANZMANN, B. A. (1973)—Field studies of a *Schizaphis* on pangola grass in north Queensland. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 30: 85-89.
48. GRAHAM, T. G. (1951)—Tropical pasture investigations. *Queensland Agricultural Journal* 73: 311-326.
49. GRIEVE, C. M., and OSBOURN, D. F. (1965)—The nutritional value of some tropical grasses. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 65: 411-417.
50. GROF, B. (1968)—Viability of seed of *Brachiaria decumbens*. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 25: 149-152.
51. GROF, B., and HARDING, W. A. T. (1970)—Dry matter yields and animal production of Guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast of north Queensland. *Tropical Grasslands* 4: 85-95.
52. HARDING, W. A. T. (1972)—The contribution of plant introduction to pasture development in the wet tropics of Queensland. *Tropical Grasslands* 6: 191-199.
53. HARDING, W. A. T., and CAMERON, D. G. (1972)—New pasture legumes for the wet tropics. *Queensland Agricultural Journal* 98: 394-406.
54. HARDING, W. A. T., and GROF, B. (1977)—Effect of fertilizer nitrogen on yield, nitrogen content and animal productivity of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk on the wet tropical coast of north Queensland. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 34 (in press).
55. HARKER, K. W., and NAPPER, D. (1960)—“An Illustrated Guide to the Grasses of Uganda”, Government Printer, Entebbe, Uganda.
56. HARRINGTON, G. N. (1974)—Fire effects on a Ugandan savanna grassland. *Tropical Grasslands* 8: 87-101.
57. HARRINGTON, G. N., and PRATCHETT, D. (1972)—Cattle diet on Ankole rangeland at different seasons. *Tropical Agriculture, Trinidad* 50: 211-219.

58. HARRINGTON, G. N., and PRATCHETT, D. (1974a)—Stocking rate trials in Ankole, Uganda. I. Weight gain of Ankole steers at intermediate and heavy stocking rates under different managements. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 82: 497-506.
59. HARRINGTON, G. N., and PRATCHETT, D. (1974b)—Stocking rate trials in Ankole, Uganda. II. Botanical analysis and oesophageal fistula sampling of pastures grazed at different stocking rates. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 82: 507-516.
60. HARRINGTON, G. N., and THORNTON, D. D. (1969)—A comparison of controlled grazing and manual hoeing as a means of reducing the incidence of *Cymbopogon afronardus* Stapf in Ankole pastures, Uganda. *East African Agricultural and Forestry Journal* 35: 154-159.
61. HAWTON, D. (1976)—Atrazine for weed control in the establishment of *Brachiaria decumbens* and *Panicum maximum*. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 42 (in press).
62. HILL, G. D. (1970)—Improved pastures for Papua and New Guinea. *Papua and New Guinea Agricultural Journal* 22: 31-58.
63. HORRELL, C. R. (1958)—Herbage plants at Serere Experiment Station, Uganda 1954-1957—I: Grasses. *East African Agricultural Journal* 24: 41-46.
64. HOSKING, H. R., and STEPHENS, A. L. (1941)—Pastures and grasses on the Serere Experiment Station, Uganda. *East African Agricultural Journal* 6: 213-219.
65. HOWIS, J. R., and CAMPBELL, J. S. (1953)—Grass and its utilization in Trinidad. *Tropical Agriculture, Trinidad* 30: 3-14.
66. HUNKAR, A. E. S. (1965)—Three *Brachiaria* sp. adapted to well drained soils. Bulletin No. 82 Landbouwproefstation, Suriname, pp. 193-196.
67. HUNKAR, A. E. S. (1969)—Grasland onderzoek. *De Surinaamse Landbouw* 17: 37-40.
68. JOHNSON, W. L., and PEZO, D. (1975)—Cell-wall fractions and *in vitro* digestibility of Peruvian feedstuffs. *Journal of Animal Science* 41: 185-197.
69. JUDD, B. I. (1975)—New world tropical forage grasses and their management. 6. Bahiagrass, Vaseygrass, Rivergrass, Signal grass. *World Crops* 27: 175-177.
70. LANGDALE-BROWN, I. (1959a)—The vegetation of the Eastern Province of Uganda. Uganda Department of Agriculture, Memoirs of the Research Division, Series 2—Vegetation, No. 1.
71. LANGDALE-BROWN, I. (1959b)—The vegetation of Buganda. Uganda Department of Agriculture, Memoirs of the Research Division, Series 2—Vegetation, No. 2.
72. LANGDALE-BROWN, I. (1960a)—The vegetation of the West Nile, Acholi and Lango districts of the Northern Province of Uganda. Uganda Department of Agriculture, Memoirs of the Research Division, Series 2—Vegetation, No. 3.
73. LANGDALE-BROWN, I. (1960b)—The vegetation of the western province of Uganda. Uganda Department of Agriculture, Memoirs of the Research Division, Series 2—Vegetation, No. 4.
74. LANGDALE-BROWN, I. (1960c)—The vegetation of Uganda (excluding Karamoja). Uganda Department of Agriculture, Memoirs of the Research Division, Series 2—Vegetation, No. 6.
75. LANGDALE-BROWN, I., OSMASTON, H. A., and WILSON, J. G. (1964)—“The Vegetation of Uganda and its bearing on land-use”, Government Printer, Entebbe.
76. LONG, M. I. E., THORNTON, D. D., and MARSHALL, B. (1969)—Nutritive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth National Park, Uganda, II—Crude protein, crude fibre and soil nitrogen. *Tropical Agriculture, Trinidad* 46: 31-42.

77. MACKAY, J. H. E. (1973)—Register of Australian herbage plant cultivars. B. Legumes. 2. Desmodium. c. *Desmodium heterophyllum* DC (Hetero) cv. Johnstone (Reg. No. B-2c-1). *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 39: 147-148.
78. MACKAY, J. H. E. (1974)—Register of Australian herbage plant cultivars. A. Grasses. 16. Brachiaria. a. *Brachiaria decumbens* Stapf. (Signal grass) cv. Basilisk (Reg. No. A-16a-1). *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 40: 91-93.
79. MCTAGGART, A. (1942)—Plant introduction. 1. A review, with notes on outstanding species. Council for Scientific and Industrial Research Pamphlet No. 114, pp. 5-14.
80. MARSHALL, B., LONG, M. I. E., and THORNTON, D. D. (1969)—Nutritive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth National Park, Uganda, III—In vitro dry matter digestibility. *Tropical Agriculture, Trinidad* 46: 43-46.
81. MEZ, C. (1904)—Gramineae africanae. V. A. Engler, *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 34: 131-148.
82. MIDDLETON, C. H., and MCCOSKER, T. H. (1975)—Makueni—a new guinea grass for North Queensland. *Queensland Agricultural Journal* 101: 351-355.
83. MILES, J. F. (1949)—Plant introduction trials in central coastal Queensland 1936-46. Divisional Report No. 6, Division of Plant Industry, C.S.I.R.O., Melbourne.
84. MILLER, I. L. (1974)—Plant collection in Mexico, Venezuela and Colombia for the high rainfall zone of the Northern Territory. *Plant Introduction Review* 10(1): 13-19.
85. MINSON, D. J. (1971)—The nutritive value of tropical pastures. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 37: 255-263.
86. MORGAN, G. W. (1974)—Crop productivity as affected by depths of topsoil spread for reclaiming bauxite-mined lands in Jamaica. *Tropical Agriculture, Trinidad* 51: 332-346.
87. NAPPER, D. M. (1965)—“Grasses of Tanganyika”, Ministry of Agriculture, Forests and Wildlife, Tanzania, Bulletin No. 18.
88. NG, T. T. (1972)—Comparative responses of some tropical grasses to fertilizer nitrogen in Sarawak, E. Malaysia. *Tropical Grasslands* 6: 229-236.
89. PRITCHARD, A. J. (1967)—Apomixis in *Brachiaria decumbens* Stapf. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 33: 264-265.
90. RATTRAY, J. M. (1960)—“The Grass Cover of Africa”, F.A.O. Agricultural Studies No. 49, Food and Agriculture Organization, Italy.
91. REID, R. L., POST, A. J., OLSEN, F. J., and MUGERWA, J. S. (1973)—Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda. I—Application of *in vitro* digestibility techniques to species and stage of growth effects. *Tropical Agriculture, Trinidad* 50: 1-15.
92. RICHARDS, J. A. (1970)—Productivity of tropical pastures in the Caribbean. *Proceedings of the XI International Grassland Congress, Australia*, pp. A49-A56.
93. ROBERTS, O. T. (1970)—A review of pasture species in Fiji. I. Grasses. *Tropical Grasslands* 4: 129-137.
94. ROBYNS, W. (1932)—Contribution à l'étude des graminées du Congo Belge et du Ruanda-Urundi II.—Panicées. *Bulletin du Jardin Botanique de l'état Bruxelles* 9: 171-202.
95. ROBYNS, W. (1934)—“Flore Agrostologique du Congo Belge et du Ruanda-Urundi II. Panicées”, Goemaere, Bruxelles.
96. SANTHRASFGARAM, K., DIEZ, J., PETERSEN, N. F., and TRIGUEROS, M. V. (1974)—Milk production from four tropical pasture systems. *Proceedings of the XII International Grassland Congress, U.S.S.R. Sectional Papers, Grassland Utilization II*, pp. 599-605.

97. SCHOFIELD, J. L. (1944)—The effects of season and frequency of cutting on the productivity of various grasses under coastal conditions in northern Queensland. *Queensland Journal of Agricultural Science* 1(4): 1-58.
98. SCHOFIELD, J. L. (1945a)—Protein content and yield of grasses in the wet tropics as influenced by seasonal productivity, frequency of cutting and species. *Queensland Journal of Agricultural Science* 2: 209-243.
99. SCHOFIELD, J. L. (1945b)—Preliminary grazing trials with *Stylosanthes guianensis*-grass mixtures. *Queensland Journal of Agricultural Science* 2: 250-255.
100. SCHOFIELD, J. L. (1946)—Mineral content and yield of grasses in the wet tropics as influenced by seasonal productivity, frequency of cutting and species. *Queensland Journal of Agricultural Science* 3: 44-79.
101. STAPE, O. (1919)—Vol. IX Gramineae (Maydeae-Panicaceae), pp. 385-576. In "Flora of Tropical Africa" (Ed. D. Prain), L. Reeve & Co. Ltd., England.
102. STURTZ, J. D., HARRISON, P. G., and FALVEY, L. (1975)—Regional pasture development and associated problems. II Northern Territory. *Tropical Grasslands* 9: 83-91.
103. TEITZEL, J. K. (1969)—Pastures for the wet tropical coast—3. *Queensland Agricultural Journal* 95: 464-467.
104. TEITZEL, J. K., ABBOTT, R. A., and MELLOR, W. (1974a)—Beef cattle pastures in the wet tropics—3. *Queensland Agricultural Journal* 100: 185-189.
105. TEITZEL, J. K., ABBOTT, R. A., and MELLOR, W. (1974b)—Beef cattle pastures in the wet tropics—4. *Queensland Agricultural Journal* 100: 204-210.
106. TEITZEL, J. K., FRANZMANN, B. A., BROADLEY, R. A., and PONT, W. (1972)—Bad year for pangola grass. *Queensland Agricultural Journal* 98: 601-603.
107. TEITZEL, J. K., McTAGGART, A. R., and HIBBERD, M. J. (1971)—Pasture and cattle management in the wet tropics. *Queensland Agricultural Journal* 97: 25-30.
108. TEITZEL, J. K., and MORRIS, P. D. (1971)—Pastures for the Ingham coast. *Queensland Agricultural Journal* 97: 155-160.
109. TEITZEL, J. K., and WILSON, R. J. (1974)—An observation on the reaction of six grasses to aphids and rust in the wet tropics. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 31: 31-32.
110. THORNTON, D. D., and HARRINGTON, G. N. (1971)—The effect of different stocking rates on the weight gain of Ankole steers on natural grassland in Western Uganda. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 76: 97-106.
111. THORNTON, D. D., LONG, M. I. E., and MARSHALL, B. (1968)—Nutritive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth National Park, Uganda I—Collection sites, soils and grasses. *Tropical Agriculture, Trinidad* 45: 257-267.
112. VAN AMSON, F. W., DULDER, I. G. H., and DORN, R. H. A. (1970)—Een onderzoek naar de mogelijkheden van schapegrass (*Brachiaria decumbens*) op de witte zanden van de Zanderij-formatie. *Landbouwproefstation Suriname Mededeling* No. 45.
113. WALSH, S. R. (1959)—Improved pastures will fatten cattle in far north. *Queensland Agricultural Journal* 85: 576-592.
114. WHYTE, R. O., MOIR, T. R. G., and COOPER, J. P. (1959)—"Grasses in Agriculture", F.A.O. Agricultural Studies No. 42, Food and Agriculture Organization, Rome.
115. WINTER, W. H. (1976)—Preliminary evaluation of twelve tropical grasses with legumes in northern Cape York Peninsula. *Tropical Grasslands* 10: 15-20.
116. WINTER, W. H., EBYT, L. A., MCGARRIFY, R. G., and WILLIAMS, W. T. (1977)—Effects of fertilizer and stocking rate on pasture and beef production from sown pastures in northern Cape York Peninsula. I. Botanical and chemical

- composition of the pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17: 66-74.
117. WINTER, W. H., EDYE, L. A., and WILLIAMS, W. T. (1977)—Effects of fertilizer and stocking rate on pasture and beef production from sown pastures in northern Cape York Peninsula. 2. Beef production and its relation to blood, faecal and pastures measurements. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17: 187-196.
118. ZERPA, D. M. DE (1952)—*Agron. Trop. Venez.* 2: 215. (Cited in DARLINGTON, C. D., and WYLIE, A. P. (1955)—“Chromosome Atlas of Flowering Plants”, Allen Unwin, London.)
119. ZERPA, H., and VILLALOBOS, H. (1952)—Graminea forrajera nueva en Venezuela, para la instalacion de potreros, *Brachiaria decumbens*. *Agronomia Tropical, Maracay* 2: 117-121.

CENTROSEMA PUBESCENS EN AUSTRALIA

J.K. Teitzel\* and R.L. Burt\*\*

Traductor: Luis E. Tergas \*\*\*

RESUMEN

Desde su introducción en Australia hace como 20 años atrás, el centro común ha probado ser una de las leguminosas más versátiles para el trópico húmedo. Su productividad en general, capacidad de soportar mal manejo en condiciones de pastoreo en asociaciones de gramíneas y leguminosas y el estar libre de plagas y enfermedades importantes son las principales razones de su popularidad. Los requerimientos precisos de fertilidad de suelo, requerimientos de lluvias y temperaturas son las debilidades más importantes. El potencial agronómico del *Centrosema* esta mayormente sin explorar pero un programa relativamente simple de introducción resultó en la entrega de Belalto, un cultivar que no es tan sensitivo a las temperaturas como es el centro común.

INTRODUCCION

Centro (*Centrosema pubescens*) estuvo entre las primeras leguminosas forrajeras tropicales que fueron introducidas y usadas comercialmente en el norte de Australia. Después de 30 años es aún una de las más importantes y productivas leguminosas en ciertas situaciones en los trópicos. Es algo sorprendente que solamente recientemente se ha encontrado una variedad (cultivar Belalto) que se considere superior que la original. Ninguna otra especie de *Centrosema* está disponible comercialmente. Esto contrasta fuertemente con el género *Stylosanthes*.

En esta reseña, se resume el conocimiento Australiano de las variedades comerciales disponibles con referencias muy útiles sobre la información ganada

---

\* Queensland Department of Primary Industries, South Johnstone.

\*\* C.S.I.R.O. Division of Tropical Agronomy, Townsville.

\*\*\* Programa Ganado de Carne, CIAT, Colombia

en el exterior. Los datos sobre cultivar Belalto son un poco restringidos y al menos que se especifique, la información presentada en las secciones subsecuentes se refieren a centro común y las comparaciones con Belalto se hacen cuando esto es posible y relevante.

#### ORIGEN Y DISTRIBUCION

El género Centrosema conteniendo alrededor de 30 a 70 especies nominadas (Standley y Steyermark, 1946) (Dicke 1949) está distribuída a través de América Central, Sur América y el Caribe. C. pubescens es una de las leguminosas tropicales más ampliamente distribuídas y ahora se encuentra en la mayoría de las áreas tropicales húmedas del mundo. Aunque característicamente parece ser una especie de alturas bajas (Atkinson, 1970) con períodos de crecimiento largos, se ha encontrado a alturas de 1260 m en Panamá creciendo justamente debajo de la especie subtropical Desmodium intortum.

Centro se introdujo primeramente en Australia procedente de Java en 1930. Originalmente introducida en el sureste de Asia, probablemente en la última parte del siglo XIX, centro encontró acogida rápidamente como abono verde o cultivo de cobertura en las plantaciones (Barnard, 1969). Subsecuentemente fué enviado a otras áreas, tales como India y Ghana, naturalizándose en Java (Schofield, 1941; Walsh, 1948). Se emprendieron evaluaciones por el Departamento de Industrias Primarias en South Johnstone en 1939, lo cual resultó en la entrega de la variedad común. Evaluaciones subsecuentes, se han realizado a través de casi todo Queensland incluyendo los distritos Mackay (Goodchild, 1955), bajo riego en el Valle Burdekin (Allen y Cowdrey, 1961) y el sureste de Queensland (Douglas, 1962, Schofield, 1945; von Stieglitz, Mc Donald y Wentholt, 1963). La experiencia ha demostrado, sin embargo, que centro no esta bien acondicionado para aquellas áreas que no sean las tierras tropicales húmedas y bajas. (Bryan, 1968; Barnard, 1969).

Belalto fué el resultado de una colección de plantas y programa de evaluación encaminado específicamente a encontrar leguminosas con un mejor crecimiento durante la estación fría. Fué recolectada en Costa Rica y evaluada seguidamente en South Johnstone, donde mostró consistentemente mejor crecimiento durante la estación fría y rendimientos anuales superiores al centro común (Grof y Harding, 1970a) y fué entregada comercialmente (Harding y Cameron, 1972).

## ADAPTACION AMBIENTAL

### Clima

El centro comercial es clásicamente una leguminosa para el trópico húmedo. De las especies estudiadas por t'Mannetje y Pritchard (1974), centro mostró las respuestas más dramáticas a cambios de temperatura. Con un fotoperíodo de 14 horas, los rendimientos de centro con temperaturas diurnas/nocturnas 26°/15°C, fueron solamente 16% de aquellas a 32°/24°C. Debajo de las temperaturas de selección de 25.6°C (máxima) y 12.8°C (mínima) el crecimiento se restringe severamente (Bowen, 1959a). Las heladas causan daños severos, aunque el rebrote puede ocurrir en una masa bien establecida si la corona y los tallos basales han sido suficientemente protegidos (Douglas, 1962; Schofield, 1945; Barnard, 1967). En latitudes más al sur, (New South Wales) la falta de tolerancia al frío causa que este cultivar se comporte como anual (Cameron, 1958). El cultivar de *C. pubescens*, recientemente entregado, Belalto, es mucho más productivo en la estación fría que el centro común (Grof y Harding, 1970a). Esto probablemente refleja su origen a altura relativamente alta.

Aunque el centro común crecerá en áreas que reciben tan poco como 1000 mm de precipitación anual (Wilson y Lansbury, 1958; Humphreys, 1974) su comportamiento es mucho mejor en áreas de mayor precipitación (Walsh, 1958; Barnard, 1967; Goodchild, 1955).

### Tipos de Suelo y Drenaje

El centro común puede crecer en un amplio rango de tipos de suelo (Humphreys, 1974) pero las evidencias recientes sugieren que es más apto para mezclas en praderas en suelos de fertilidad física y química moderada a buena. En suelos pobres se prefiere *Stylo* (*Stylosanthes guianensis*) (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b). Esta recomendación se aplica en todas las situaciones de drenaje, aunque ambas leguminosas se comportan mejor en condiciones bien drenadas. Por otro lado, De-Polli, et al (1973) encontró en Brasil que el *Stylo* es más tolerante a inundación que el centro.

### MORFOLOGIA GENERAL DEL *C. PUBESCENS*

La siguiente descripción morfológica es un compuesto de Anon (1961); Barnard (1969); Chandapillai (1960); Grof (1970); Harding y Cameron (1972);

Humphreys (1974); Monteiro y Aranovich (1965); Schofield (1941); y Wilson y Landsbury (1958).

Hábito de crecimiento - Centro es una planta herbácea vigorosa y perenne. Es rastrera cuando crece sin soporte pero tiene un hábito de trepamiento en forma de enredadera cuando hay disponibilidad de soporte. Los brotes rastreros tienen una ligera tendencia a desarrollar raíces en los nódulos dándole la apariencia de una planta estolonífera. Esta tendencia no está sin embargo, bien desarrollada en el centro comercial. Cuando crece en un cultivo puro no asociado forma una cubierta densa y compacta de 35-45 cm de profundidad, 4-8 meses después de la siembra.

Raíces - Centro tiene un sistema radicular penetrante y profundo. El desarrollo de raíces pivotantes y laterales es casi igual, aunque el suelo ejerce alguna influencia.

Tallos - Los tallos son frondosos y trepan en vez de arrastrarse. Estos son un poco pubescentes y no se vuelven leñosos por lo menos a los 18 meses. Las raíces se desarrollan de los nudos si la humedad del suelo es suficientemente alta. Los tallos frondosos surgen de los brotes rastreros de 0.5-1.5 m aparte.

Hojas - Las hojas son trifoliadas, las hojuelas son de color verde oscuro elípticas y ovalo-elípticas, obtusas o pequeñamente obtusas, de aproximadamente 4 cm por 2-2.5 cm y ligeramente pubescentes especialmente en el envés. Las estipulas son largas y persistentes.

Flores - Las flores son grandes, vistosas y del tipo del frijol guisante; ellas se originan en racimos axilares. Cada flor tiene dos bracteolas estriadas. Las flores son de color de malva pálido con líneas púrpuras en el centro y se encuentran 3-5 por racimo. La planta es clistogama y por lo tanto auto-polinizada. El tubo del caliz es campanulado, los dientes desiguales, siendo los dos superiores oval triangular de 1.5-3 mm largo. El estandarte, el cual es más largo que los otros pétalos es ancho y pubescente en el exterior, lila brillante o pálido en cada lado de una banda media amarillo-verdosa con numerosas franjas violeta oscuro o manchas.

Vainas - Las vainas son lineales de 7-15 cm largo, aplastadas y anchas con márgenes prominentes. Ellas pueden ser rectas o ligeramente torcidas y son acuminadas. Las vainas son color café oscuro cuando están maduras y contienen hasta 20 semillas.

Semillas - Las semillas son cortamente oblongas hasta cuadradas con esquinas redondeadas de 4-5 mm por 3-4 mm, con color marrón oscuro, con manchas moteadas oscuras con un halo de color más claro. Serpa (1975) reportó: las semillas de centro fueron separadas en dos tipos, uno con un contorno alrededor del hilo y la otra sin el, y esto pareció afectar la permeabilidad de la cobertura y la subsecuente germinación,

Harding y Cameron (1972) tabularon las diferencias entre el centro común y Belalto. Su cuadro se reproduce en el Cuadro 1. Estos autores sugieren que la fuerte tendencia de Belalto a desarrollar raíces en los nudos posiblemente le confiera mejor sobrevivencia en condiciones de pastoreo,

CUADRO 1  
Diferencias entre Centro Común y Belalto

CULTIVAR	COMUN	BELALTO
Hábito de crecimiento	principalmente enredadera con pequeña tendencia a desarrollar raíces en los nudos.	de tipo enredadera rastrera con una fuerte tendencia a desarrollar raíces en los nudos.
Hojuelas jóvenes y punto de crecimiento	Verde claro	Café púrpura
Hojuela	más largas (por cerca de 1/3) y de forma oblonga, pelo ligeramente fino.	más cortos con ancho similar, más redondeada pelo mucho más fino
Flores	Azul violeta pálido, rosadas o blancas.	Más pequeñas, color malva uniforme o azul-violeta
Semillas	Café oscuro o gris con marcas negras	Amarillas o verde-amarillosas, las cuales se vuelven amarillo café al madurar. Marcas café profundo.

## FIJACION SIMBIOTICA DE NITROGENO

### Bacteriología de Leguminosas

Aunque centro nodulara con un rango de rhizobia que se encuentra en los suelos de Queensland, solamente producirá rendimientos satisfactorios con pocos de estos, (Bowen, 1959b). La experiencia en Brazil ha sido similar (Franco, Serpa y Souto, 1973). De su trabajo, en el cual se encontró que el peso de la parte aérea de la planta esta correlacionado positivamente con el número de nódulos, Bowen fué capaz de seleccionar un cultivo de rhizobium adecuado (QA549). Subsecuentemente CB 1923 ha probado ser más efectivo. En nuestra experiencia, cultivos de centro productivos sin haber sido inoculados se han concentrado en los suelos knasmozems del área Innisfail, un suelo en el cual QA549 ocurre naturalmente.

Las poblaciones de semillas de centro comercial no son sin embargo, homogéneas en su reacción a razas de rhizobium. Bowen y Kennedy (1961) encontraron que porciones de semillas comerciales procedentes de Australia y aquellas importadas de Malasia, todas contenían genotipos de nodulación escasa y profusa. Los rendimientos de estos genotipos en substratos deficientes en nitrógeno fueron bajos.

La falla de algunos ecotipos en nodular puede ser debida a sustancias de la cobertura de las semillas que se difunden y entran en la rizosfera al germinar las semillas. Según lo muestra Bowen (1961) estas sustancias que se difunden pueden inhibir un amplio rango de rhizobia. La cobertura de la semilla con cal también puede ser perjudicial (Norris, 1967) y no se debe realizar excepto en situaciones muy especiales, tal como en el caso de suelos con toxicidad de manganeso. Si se necesita cubrir la semilla de centro, el mejor material a usar es roca fosfórica.

La nodulación continua a través del período activo de crecimiento de la planta (Bowen, 1959a) con los nódulos permaneciendo pequeños pero activos durante el período de dormancia o en fases de crecimiento lento. El mismo autor mostró que la inactividad y pérdida subsecuente de los nódulos ocurre cuando el crecimiento vegetativo es detenido como resultado de condiciones ambientales adversas o por daños a las plantas. Según las plantas maduran, una proporción creciente de nódulos desarrollados fueron localizados en las raíces que se forman en los estolones; una humedad baja en el suelo impide dicha nodulación.

## Fijación de Nitrógeno

La capacidad de fijación de nitrógeno del centro se compara favorablemente con aquella de las leguminosas de regiones templadas (Moore, 1962, Whitney, Kanehiro y Sherman, 1967; y Hanzell, 1962). Los siguientes son estimados de cantidades de nitrógeno fijado por centro cuando crece en asociación con gramíneas: 138 kg N/ha/año, Bruce (1967); 173 kg N/ha/año, Whitney (1966); 123 kg N/ha/año; Whitney, Kanehiro y Sherman (1967); 280 kg N/ha a 0.3 m de profundidad del suelo/año, Moore (1962). Mayor cantidad de nitrógeno es fijado generalmente cuando el centro crece en cultivo puro no asociado según se muestra en los estimados siguientes: 235 kg N/ha en un período de 5 meses, Watson (1957); 269 kg N/ha/año, Whitney, Kanehiro y Sherman (1967); 204 kg/ha hasta la floración, Montofos y Gargantini (1963).

La capacidad de fijación de nitrógeno es importante en el mantenimiento de la estabilidad del sistema de pasturas. Bruce (1965) mostró que el contenido de nitrógeno y el carbón orgánico del suelo en los 15 cms de la parte superior de un suelo basáltico rojo en Utchee Creek permaneció constante sobre un período de 16 años bajo pasturas de guinea (*Panicum maximum*)- centro. Cuando el centro no estuvo presente, ambos parámetros declinaron y aún estaban declinando después de 22 años. Tendencias similares fueron medidas en Nigeria por Moore (1962) el cual midió niveles de materia orgánica, nitrógeno total y nitrificable significativamente mayores en suelos debajo de una pradera de dos años en pastoreo compuesta de gramínea-centro en suelos bajo el tratamiento correspondiente a pradera de gramínea pura.

## AGRONOMIA

### Establecimiento

Centro es notablemente lento en establecer (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b) y requiere buenas condiciones durante el período de establecimiento (8-9 meses). El establecimiento inicial lento del centro se debe en parte a una proporción alta (hasta 60%) de semillas duras (Verhoeven, 1958). Serpa y Archicar (1970) indicaron que la proporción varía con el tamaño de la semilla y fecha de cosecha, pero la escarificación mecánica simple antes de la siembra es recomendada por Teitzel, Abbott y Mellor (1974c). Varios métodos de siembras han sido empleados con éxito y algunos de estos son compendiados por Verhoeven (1958), Humphreys (1969) y Teitzel, Abbott y Mellor (1974a). Parece que en áreas de bosques de lianas mesófilos que se queman fácilmente,

inmediatamente después de la tumba el establecimiento puede ser afectado por la siembra entre las cenizas siguiendo inmediatamente a la quema. Sin embargo, para aumentar las oportunidades de un establecimiento exitoso se recomienda generalmente la colocación en hilera de los árboles derribados y la preparación de una sementera firme y húmeda libre de malezas. En aquellos tipos de vegetación que no se queman tan fácilmente como los verdaderos bosques lluviosos tropicales, esta última recomendación se convierte en un requisito para el éxito. Cuando se resiembran praderas viejas es deseable tener un barbecho de invierno-primavera durante el cual la semilla de malezas y la semilla de la pradera vieja es estimulada para germinar. Las germinaciones sucesivas son distribuidas con el uso de herbicidas o con cultivo con gradas de dientes.

#### Control de Malezas

En los ambientes húmedos tropicales donde el crecimiento de la semilla es usualmente rápido y agresivo, el control de malezas en praderas recientemente sembradas pudiera ser esencial. La situación se agrava por el crecimiento inicialmente lento del centro.

Desde la edad de 5 semanas en adelante hasta el período de enredadera, 2,4-D aplicado a razón de 0.34 kg de equivalente ácido /ha causa solamente un retardo moderado al crecimiento del centro con pérdidas de plantas relativamente pequeñas (Bailey, 1965, 1969). Las plantas sobrevivientes se recuperan y el crecimiento es casi igual como en las áreas sin aplicación después de 12 meses. 2,4-DB no es más selectivo en centro que 2,4-D por lo que no se recomienda. Dicuat aplicado a razón de 0.11 kg de ion/ha desde la edad de 5 semanas causa más caída de hojas y pérdidas de plantas pero la recuperación es de nuevo rápida. Una vez establecido y durante el invierno cuando el crecimiento del centro es lento, 2,4-D aplicado a razón de 1.7 kg e.a./ha causa solamente una reducción pequeña al crecimiento de la leguminosa.

#### Requerimientos de Fertilizantes

Los requerimientos de fertilizantes del centro y otras especies de pastos creciendo en el trópico húmedo de Queensland fueron objeto de un prolongado programa de investigación resumido por Teitzel y Bruce (1972). Se encontró que el material madre del suelo fué la mejor guía para alinear los elementos probablemente deficientes pero la severidad de la expresión de cada deficiencia fué indicado mejor por la clase de vegetación natural presente en ese sitio

en particular. Los elementos que produjeron incrementos significativos en el crecimiento de las plantas en varios tipos de material madre son: basalto-P, Mo, Ca, S; metamórfico-P, Ca, K, Mo, S; granito-P, Cu, Zn, K, S, Ca; aluvial mezclado-P, K, Cu, Ca, S; arenas marinas-P, K, Ca, Cu, Zn, Mo, B.

Un gran número de publicaciones presentan datos sobre el contenido químico del centro, pero debido a la falta de uniformidad en los procedimientos adoptados, nosotros consideramos que mucho de esto es de poco valor de diagnóstico. Usando el concepto de "porcentaje crítico", niveles de 0.16% P (Andrew y Robins, 1969a) y 0.75% K (Andrew y Robins, 1969b) han sido establecidos. Para las tierras tropicales bajas de Queensland, los niveles en el suelo de 30 ppm de P disponible (dilución ácida) y 120 ppm de K intercambiable ha sido establecido tentativamente como niveles deseables para el mantenimiento de praderas asociadas de centro/gramíneas en un estado productivo (Standley y Teitzel, datos inéditos).

Los síntomas de deficiencias han sido descritos para cobre (Andrew, 1963), potasio (Andrew y Pieters, 1970b), y nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, y magnesio (Souto y Franco, 1972). La toxicidad de manganeso fué descrita por Andrew y Pieters (1970a) y también reportados por Dobereiner y Aronovich (1965). La expresión de las deficiencias minerales y tasas de crecimiento fueron encontradas por Crush (1974) estando influenciadas por micorriza vesicular arbuscular. *C. pubescens* produce relativamente pocos pelos radiculares y fué mucho más dependiente de micorriza para el crecimiento que dos leguminosas de zonas templadas.

#### Producción de Materia Seca

La literatura referente a la capacidad de rendimiento del centro cubre un espacio de tiempo largo pero algunos de los pocos experimentos formales parecen limitados en alcance y aplicación, y como resultado, las comparaciones son difíciles. Muy poco se puede ganar de una encuesta exhaustiva, pero existe un acuerdo general que centro es una de las leguminosas que produce los más altos rendimientos para suelos de fertilidad moderada a alta en las tierras bajas y húmedas del trópico. Los datos presentados por Grof y Harding (1970a) son de un interés especial, sin embargo, en esto ellos muestran la capacidad de otras varias especies y líneas de producir en diferentes épocas del año. En términos de rendimientos totales, cuatro ecotipos, *C. brasilianum* Q8216, *C. pubescens* Q8399, Q8397 y Q8333 (Belalto) produjeron significativamente mayores rendimientos que el centro común. *C. plumieri* Q8274 produjo los menores rendimientos. Durante la estación fría, cuando el crecimiento de la leguminosa esta usualmente limitado,

Belalto produjo aproximadamente tres veces el rendimiento del centro común.

#### Producción de Semillas

Aunque el potencial de producción de semillas de centro se considera que es en el rango de 340 a 680 kg/ha/año (Allen, 1958, Verhoeven, 1958) los rendimientos comerciales de semillas son generalmente de 140-180 kg/ha/año. La maduración irregular de la semilla hace la cosecha mecánica difícil, aunque las cosechadoras combinadas han sido un éxito razonable. Hay alrededor de 33,000 a 40,000 semillas/kg (Schofield, 1941; Barnard, 1969) y la mínima germinación recomendada bajo el reglamento "Agricultural Standards Act, 1952 a 1963" (Queensland) es 50% con un mínimo de pureza del 93.8%. En el trópico húmedo de Queensland el centro común florece en abril y octubre con un período principal de cosecha de semillas en junio-julio y noviembre-diciembre. Belalto florece en junio y tiene un período principal de cosecha temprano en agosto.

La mayoría de la semilla comercial disponible es importada de Nueva Guinea bajo estrictas regulaciones cuarentenarias. Parece posible que la semilla de Belalto se produjera localmente y la importación de centro común podría muy bien suspenderse.

#### Plagas y Enfermedades

En Queensland, el centro común esta relativamente libre de plagas y enfermedades importantes. Algunas enfermedades virosas se han observado de vez en cuando (Shaw, 1968) pero estas no han sido de importancia económica. Belalto es considerada ser más resistente a manchas de la hoja causada por *Cercospora* y arañita roja (*Tetranychus* sp.) que el centro común (Grof y Harding, 1970a) y esto pudiera ser considerado otro atributo en su favor.

#### MANEJO EN PASTOREO Y PRODUCTIVIDAD

En praderas en el trópico húmedo, el manejo cuidado después de la germinación es esencial (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b). El pastoreo muy temprano o muy fuerte puede arruinar la pradera o reducir significativamente su vida productiva. Centro con su pobre vigor de establecimiento es muy susceptible durante este período; también es muy palatable y por lo tanto expuesto a daño debido a fuerte pastoreo selectivo. Los pastoreos livianos cortos e intermitentes parecen ser los más apropiados durante este período.

Centro se asocia bien con gramíneas tropicales macolladas (Humphreys, 1974) y una vez establecido ha soportado capacidades de carga de 4 animales/ha (Grof y Harding, 1970b). Debido a su hábito trepador, centro no es sombreado por las gramíneas de porte alto (Schofield, 1941; Humphreys, 1974). Esta capacidad de soportar tanto pastoreo fuerte como subpastoreo pudiera muy bien explicar la extraordinaria estabilidad de praderas de guinea-centro en el trópico húmedo de Queensland. En el área de Innisfail existen buenos balances de gramíneas/leguminosas en áreas sembradas hace veinte años atrás (Humphreys, 1974). Como resultado, una situación no usual existe donde el manejo del pastoreo pone mayor atención al componente gramínea de la pradera (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974c).

#### Valor Nutritivo y Conservación de Forraje

Relativamente pocos trabajos se han realizado sobre el valor nutritivo de centro. Trabajando en áreas intermedias de lluvias en Nigeria, donde centro se desempeño solamente en forma mediocre, Miller y Rains (1963) concluyeron que el consumo de materia seca fué bajo y que la digestibilidad fue baja en relación al contenido de proteína cruda. Ellos sugirieron que el exceso aparente de proteína podría ser utilizado creciendo la leguminosas con una gramínea más rica en energía y citaron a McIlroy (1962) como teniendo praderas experimentales basadas en centro con un valor nutritivo acercándose a aquellas de praderas de zonas templadas. Aunque las comparaciones son peligrosas debido a la insuficiencia de la información, es valioso notar que aún valores más altos de proteína cruda han sido registrados en ambientes más húmedos (Lansbury, 1959).

Centro producirá buen heno (Goodchild, 1955). Sin embargo, en la costa tropical húmeda la hechura de heno es una posibilidad muy arriesgada debida a la alta humedad y las precipitaciones. Ensilaje de buena calidad se puede producir con pastos de guinea/centro y esto pudiera ser una proporción más realista a conservación de forrajes, si es un hecho que se requiere conservación para llenar el vacío en el programa de alimentación (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974c). Una alternativa o proposición complementaria al mismo problema es el desarrollo de cultivares, tales como Belalto, el cual continúa creciendo en la estación fría.

#### Productividad Animal

Centro no es cultivado hasta cierto punto en las áreas lecheras de

Queensland. La productividad por lo tanto ha sido evaluada con relación a las ganancias de peso vivo de ganado de carne en praderas de centro razonablemente productivas.

El efecto de incluir centro en una pradera de guinea en el norte de Queensland ha sido detallado por varios autores. Marriott y Davies (1958) reportaron ganancias de peso vivo de 134 kg/ha de junio a diciembre en gramíneas + centro comparado con 67 kg/ha con guinea solamente. Grof y Harding (1970b), con una capacidad de carga de 4 cabezas/ha reportaron un incremento en producción animal de 374 a 460 kg/ha/año; en el segundo año del experimento la diferencia fué aún mayor (312 comparado con 477 kg/ha). En el mismo experimento aplicaciones fuertes de nitrógeno solamente al guinea produjo aún mayores ganancias de peso vivo (596 y 725 kg/ha en el primer y segundo año, respectivamente). La producción por animal es también alta y en las mejores pasturas ganancias de 0.7 kg/animal/día se pueden considerar como figuras razonables de incremento de peso vivo a través del año (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974c).

Trabajando en la misma área (Utchee Creek), Mellor, Hibberd y Grof (1973) mostraron que las praderas jóvenes de guinea/centro producen ganancias de peso vivo de 928 kg/ha/año. Subsecuentemente, sin embargo, se presentó una declinación gradual en la productividad hasta que se alcanzó una productividad estable relativamente alta de 560 kg/ha/año después de tres años. Esta reducción pareció estar relacionada con una declinación en el estado del nitrógeno. Trabajos posteriores sugieren que estos suelos eran deficientes en molibdeno y posiblemente fósforo, lo cual bien pudo haber limitado la capacidad de fijación de nitrógeno de la leguminosa.

Los estimados de productividad realizados en otros países son generalmente no tan altos con estas cifras de Queensland, pero trabajos tales como, los de Stobbs (1969), Olubajo y Oyenuga (1971), Velloso y Freitas (1973) y Ogunmodede, Onabolu y Oyenuga (1973) hábilmente demuestran que el valor de centro para aumentar la producción animal y mejorar la fertilidad del suelo no está limitado a Queensland.

#### CONCLUSIONES

Desde su introducción en Australia hace como 40 años atrás, centro común ha probado ser una de las leguminosas más versátiles en el trópico húmedo. Es fácil de manejar, ofrece buena producción y probablemente como resultado es

aún una de las principales leguminosas usada en la región. Recientemente, sin embargo, deficiencias en esta variedad se ha convertido, sino más evidente, entonces menos aceptable. Un programa planeado de introducción relativamente simple que resultó en la entrega de un nuevo cultivar, ya ha demostrado que ciertas deficiencias se pueden superar. La iniciación de programas diseñados para explorar y explotar la variación que es conocida que existe en este género podría muy bien proporcionar leguminosas valiosas para un amplio rango de condiciones tropicales y subtropicales. También se considera que el potencial de los cultivares existentes en gran parte no se ha comprendido. La mayoría de la investigación en centro ha sido del tipo observación o de naturaleza exploratoria y como resultado los requerimientos para producción óptima de praderas basadas en centro se comprenden muy pobremente. En particular, un entrenamiento creciente en el efecto de diferentes estrategias de pastoreo (especialmente variaciones estacionales en intensidad) acoplado con diferentes condiciones de suelo (fertilizantes, drenaje, geología) podrían resultar en incrementos substanciales en eficiencia de la producción.

#### REFERENCIAS

1. Allen, G.H. (1958)- Pasture seed is a cash crop. Queensland Agricultural Journal 34:74.
2. Allen, G.H. and Cowdrey, W.A.R. (1961)- Yields from irrigated pastures in the Burdekin. Queensland Agricultural Journal 87:207.
3. Andrew, C.S. (1963)- Copper deficiency symptoms on some tropical and temperate pasture legumes. Australian Journal of Agricultural Research 14:654.
4. Andrew, C.S. and Pieters, W.J.H. (1970a)- Manganese toxicity symptoms of one temperate and seven tropical pasture legumes. Technical Paper No.4, Division of Tropical Pastures, C.S.I.R.O., Australia.
5. Andrew, C.S. and Pieters, W.J.H. (1970b)- Effect of potassium on the growth and chemical composition of some pasture legumes. III. Deficiency symptoms of 10 tropical pasture legumes. Technical Paper No.5, Division of Tropical Pastures. C.S.I.R.O., Australia.
6. Andrew, C.S. and Robins, M.F. (1969a)- The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I. Growth and critical percentages of phosphorus. Australian Journal of Agricultural Research 20:665.

7. Andrew, C.S. and Robins, M.F. (1969b)- The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. 1. Growth and critical percentages of potassium. Australian Journal of Agricultural Research 20:999
8. Anon. (1961)- Pasture Legumes and Grasses: 36. Later edition 1965 Bank of New South Wales.
9. Atkinson, W.T. (1970)- High altitude-low latitude plants from Mexico and Latin America. Proceedings IXth International Grassland Congress, Australia. p.181.
10. Bailey, D.R. (1965)- Effect of post emergencia herbicide on centro. Australian Weeds Conference- Toowoomba.
11. Bailey, D.R. (1969)- Weedkillers for tropical pastures. Queensland Agricultural Journal 95:625.
12. Barnard, C. (1967)-Australian Herbage Plant Register, Division of Plant Industry, C.S.I.R.O., Canberra,
13. Barnard, C. (1969)- Herbage Plant Species. Division of Plant Industry, C.S.I.R.O. Canberra.
14. Bowen, G.D. (1959a)- Field studies on nodulation and growth of *Centrosema pubescens* Benth. Queensland Journal of Agricultural Science 16:253
15. Bowen, G.D. (1959b)- Specificity and nitrogen fixation in the *Rhizobium* symbiosis of *Centrosema pubescens* Benth. Queensland Journal of Agricultural Science 16:267.
16. Bowen, G.D. (1961)- The toxicity of legume seed diffusates towards rhizobes and other bacteria. Plant and Soil 15:155.
17. Bowen, G.D. and Kennedy, Margaret M. (1961)- Heritable variation in nodulation of *Centrosema pubescens* Benth. Queensland Journal of Agricultural Science 18:161.
18. Bruce, R.C. (1965)- The effect of *Centrosema pubescens* Benth. on soil fertility in the humid tropics. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences 22:221.
19. Bruce, R.C. (1967)- Tropical legumes lift soil nitrogen. Queensland Agricultural Journal 93:562.
20. Bryan, W.W. (1968)- Grazing trials on the Wallum of south eastern Queensland 2. Complex mixtures under common grazing. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 8:683.

21. Cameron, D.G. (1958)- Legumes tested for soil conservation results to April 1957. Journal of the Soil Conservation Service of New South Wales 14:254.
22. Chandapillai, M.M. (1968)- Studies of the root system of some cover plants. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya 20:117.
23. Crush, J.R. (1974)- Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. 7. Growth and nodulation of some herbage legumes. New Phytologist 73:743.
24. De-Polli, H., Vargas, M.A.T., Franco, A.A. and Dobereiner, J. (1973)- (Effects of flooding on nodulation and development of tropical fodder legumes). Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Zootecnia 8:27.
25. Dobereiner, Johanna and Aronovich, S. (1965)- Effect of liming and soil temperature in nitrogen fixation by *Centrosema pubescens* in soil containing toxic amounts of manganese. Proceedings of the IXth International Grassland Congress p.5.
26. Douglas, N.J. (1962)- A place for tropical legumes in south east Queensland. Queensland Agricultural Journal 88:35
27. Ducke, A. (1949)- Notas sobre a flora Neotropica II. Boletim tecnico de Instituto Agronomico del Norte. Belem:212.
28. Franco, A.A., Serpa, A. and Souto, S.A. (1973)- (Symbiosis of strains homologous with lines of *Centrosema pubescens*) Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Zootecnia 8:13.
29. Goodchild, N.E. (1955)- Centro in the Mackay agricultural district. Queensland Agricultural Journal 80:125.
30. Grof, B. (1970)- Interspecific hybridization in *Centrosema*: hybrids between *C. brasilianum*, *C. virginianum* and *C. pubescens*. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science 27:385.
31. Grof B. and Harding, W.A.T. (1970a)- Yield attributes of some species and ecotypes of *Centrosema* in North Queensland. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences 27:237.
32. Grof, B., and Harding, W.A.T. (1970b)- Dry matter yields and animal production of guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast of north Queensland. Tropical Grassland 4: 85.
33. Harding, W.A.T., and Cameron, D.G. (1972)- New pasture legumes for the wet tropics. Queensland Agricultural Journal 98:394.
34. Henzell, E.F. (1962)- Nitrogen fixation and transfer by some tropical and temperate pasture legumes in sand culture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 2:132.

35. Humphreys, L.R. (1974)- A guide to better pastures for the tropics and sub tropics. Revised 3rd edition. Wright Stephenson and Co. Ltd. Melbourne.
36. Lansbury, T.J. (1959)- The composition and digestibility of some conserved fodder crops for dry season feeding in Ghana. III. Fodders for irrigation, Tropical Agriculture Trinidad 36:305.
37. Mannetje, L. 't and Pritchard, A.J. (1974)- The effect of daylength and temperature on introduced legumes and grasses for the tropics and subtropics of coastal Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 14:173.
38. McIlroy, R.J. (1962)- Grassland improvement and utilization in Nigeria. Outlook on Agriculture 3:175.
39. Marriott, S., and Davies, J.C. (1958)- The search for subtropical and tropical legumes. Proceedings of the Australian Agrostology Conference 1:1.
40. Mellor, W., Hibberd, M.J. and Grof, B. (1973)- Beef cattle liveweight gains from mixed pastures of some guineagrasses and legumes on the wet tropical coast of Queensland, Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. 30:259.
41. Miller, T.B., and Rains, A.B. (1963)- The nutritive value and agronomic aspects of some fodders in northern Nigeria. 1. Fresh herbage. Journal of the British Grassland Society 18:158.
42. Monteiro, M.C.C., and Aronovich, S. (1965)- Anatomy of the vegetative system of *Centrosema pubescens*. Proceedings of the IXth International Grassland Congress p.5
43. Montofos, J.C. and Gargantini, N. (1963)- Fixation of atmospheric N by bacteria which live in symbiosis with roots of *Centrosema pubescens* Bragantia 22:731.
44. Moore, A.W. (1962)- The influence of a legume on soil fertility under a grazed tropical pasture. Empire Journal of Experimental Agriculture 30:239.
45. Norris, D.O. (1967)- The intelligent use of inoculants and lime pelleting for tropical pastures. Tropical Grasslands 1:107.
46. Ogunmodede, B.K., Onabolu, O.O., Oyenuga, V.A. (1973)- Influence of feed on yield, retinol, calciferol and tocopherols of milk of Zebu cattle. Journal of the Association for the Advancement of Agricultural Sciences in Africa. 2:129.

47. Olubajo, F.O. and Oyenuga, V.A. (1971)- The measurement of yield, voluntary intake and animal production of tropical pasture mixtures. *Journal of Agricultural Science* 77:1.
48. Sampson, H.C. (1936)- *Bulletin of Miscellaneous Information, Kew*:41
49. Schofield, J.L. (1941)- Introduced legumes in north Queensland. *Queensland Agricultural Journal* 56:378.
50. Schofield, J.L. (1945)- Tropical legumes in S.E. Queensland. *Queensland Agricultural Journal* 61:133.
51. Serpa, A. (1965)- Improvement of *Centrosema pubescens*. 1. Obtaining varieties with permeable seeds. *Proceedings of the IXth International Grassland Congress* p.6.
52. Serpa, A. and Achicar, J. (1970)- (Influence of stage of maturation on the production of hard seeds in *Centrosema pubescens*). *Pesquisa Agropecuaria Brasileira Zootecnia*. 5:125.
53. Shaw, D.E. (1968)- A note on the non transmission of *Centrosema* mosaic virus through seed. *Papua New Guinea Agricultural Journal* 19:151.
54. Souto, S.M. and Franco, A.A. (1972)- (Symptoms of macro-nutrient deficiency in *Centrosema pubescens*) *Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Zootecnia*. 7:23.
55. Standley, P.C. and Steyermark, J.A. (1946)- *Flora of Guatemala. Leguminosae. Fieldiana: Botany* 24:179.
56. Stieglitz von, C.R., McDonald, A. and Wentholt, L.R. (1963)- Experiments in utilization of wallum country in south eastern Queensland. *Queensland Journal of Agricultural Science* 20:299.
57. Stobbs, T.H. (1969)- The value of *Centrosema pubescens* (Benth) for increasing animal production and improving soil fertility in northern Uganda. *East African Agricultural and Forestry Journal*. 35:197.
58. Teitzel, J.K. and Bruce, R.C. (1972)- Pasture fertilizers for the wet tropics. *Queensland Agricultural Journal* 98:13
59. Teitzel, J.K., Abbott, R.A., Mellor, W. (1974a)- Beef cattle pastures in the wet tropics, Part 2. *Queensland Agricultural Journal*. 100:149.
60. Teitzel, J.K., Abbott, R.A. and Mellor, W. (1974b)- Beef cattle pastures in the wet tropics. Part 3. *Queensland Agricultural Journal*. 100:135.
61. Teitzel, J.K., Abbott, R.A., and Mellor, W. (1974c)- Beef cattle pastures in the wet tropics. Part 4. *Queensland Agricultural Journal* 100:204.
62. Velloso, L. and Freitas, E.A.N. de (1973)- (Milk production with cows on grass or mixed (grass + legume) pastures). *Zootecnia, Brasil* 11:177.

63. Verhoeven, G. (1958)- Tropical legume seed can be harvested commercially, Queensland Agricultural Journal 84:77.
64. Walsh, S.R. (1953)-Tropical legumes for better pastures, Queensland Agricultural Journal 84:527.
65. Watson, G.A. (1957)- Nitrogen fixation by *Centrosema pubescens*, Journal of the Rubber Research Institute of Malaya 15:168.
66. Whitney, A.S. (1966)- Nitrogen fixation by three tropical forage legumes and the utilization of legume fixed nitrogen by their associated grasses. Dissertation Abstracts 27:1688B.
67. Whitney, A.S., Kanehiro, Y., and Sherman, G.D. (1967)- Nitrogen relationships of three tropical forage legumes in pure stands and in grass mixtures. Agronomy Journal 59:47.
68. Wilson, A.S., and Lansbury, T.J. (1958)- *Centrosema pubescens*: Ground cover and forage crop in cleared rain forest in Ghana, Empire Journal of Experimental Agriculture 26:351

UNA RESEÑA DE PASTO GUINEA (Panicum maximum) PARA LOS TROPICOS HUMEDOS  
DE AUSTRALIA

T.H. McCOSKER\* AND J.K. TEITZEL\*

Traducido por : LUIS E. TERGAS\*\*

RESUMEN

Guinea común o cultivar Riversdale es la gramínea forrajera más importante para las tierras bajas tropicales de Australia. Su productividad en general, compatibilidad con leguminosas, libertad de plagas y enfermedades importantes, relativamente alto valor nutritivo y requerimientos agronómicos y de pastoreo no precisos, son razones importantes de su popularidad. Su principal debilidad es la falta de tolerancia a condiciones de pobre drenaje y un crecimiento estacional muy marcado. El cultivar Hamil crecerá en suelos más húmedos que Riversdale y Makueni presenta un mejor crecimiento durante la estación fría. Coloniao y Embu son relativamente improductivos y el Guinea tosco es considerado una maleza.

INTRODUCCION

El pasto Guinea (Panicum maximum) está bien establecido a través de los países tropicales en ambos hemisferios donde desempeña un papel importante en la producción de carne y leche. Parsons (1972) ha marcado su dispersión desde la costa de Guinea en Africa occidental a Barbados durante el Siglo XVII y Brasil en el Siglo XVIII, vía los barcos de esclavos.

En escala global, el pasto Guinea está concentrado en Africa, América Central y Sur América, Norte de Australia, India, sureste de Asia, y las Islas del Pacífico (Motta, 1953) entre 20°S y 20°N y por encima de la isoyeta de 1300 mm de lluvia. Fluctúa entre el nivel del mar hasta aproximadamente 2000 m (Motta, 1953, Bogdan, 1965) principalmente en praderas con pocos árboles distribuidos, (Edwards y Bogdan, 1951) claros abiertos en bosques de árboles altos, regiones costeras y

---

\* Queensland Department of Primary Industries, South Johnstone Research Station, 4859.

\*\* Programa Canado de Carne, CIAT, Cali, Colombia

vegetación arbustiva (Motta, 1953).

Las especies son extremadamente variables (Bogdan, 1955; Ramaswamy y Raman, 1971) y desde el punto de vista taxonómico y fitogénico son muy pobremente entendidas (Jouhar y Joshi, 1966).

La experiencia australiana sugiere que un agrupamiento agronómico y ambiental sensible es dividir las variedades comerciales disponibles de P. maximum en 2 grupos: las "Guineas" y los "panicos". Los panicos (Petrie, Sabi y Gatton) son apropiados para los sub-trópicos y trópicos húmedos de altura, mientras que las "Guineas" son más productivas en tierras bajas tropicales con alta precipitación. El manejo al pastoreo y los requerimientos agronómicos de cada grupo son bastante distintos. Bajo este agrupamiento los únicos pastos Guinea de significado comercial en Australia son Riversdale (Guinea común), Hamil, Coloniao, Embu, Makueni y Guinea tosco.

#### ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LAS VARIEDADES AUSTRALIANAS DE PASTO GUINEA

Riversdale, Guinea común (Panicum maximum var. típica) se parece a razas ecológicas introducidas del este y centro de Africa mientras que Hamil y Coloniao son similares a introducciones de la costa oeste de Africa (Grof y Harding, 1970). Fué introducido en Australia en los años de 1880 por W. Hill y distribuído ampliamente de la Finca Experimental Wollongbar en los años 1890 pero nunca se volvió popular en esa área (Breakwell, 1923). Se ha distribuído hacia la costa tropical en 1920 (Brooks, 1921) y desde esa época Guinea se ha convertido en el pasto más ampliamente usado en las tierras bajas de alta precipitación. Es, sin embargo, un tipo algo variable (Hopkinson, comunicación personal) y una línea morfológicamente uniforme de Guinea común (cultivar Riversdale) fué seleccionada por C.H. Middleton y entregada por la Queensland Herbage Plant Liaison Committee (Comité Estatal de Control de Plantas Forrajeras) en 1975.

Hamil es un cultivar registrado, derivado de semillas suministradas a Jack Hamil de Daintree, Queensland del Norte en 1935 por C.T. White, Botánico Gubernamental de Queensland. No existe registro de su fuente original. Se ha distribuído rápidamente en el área de Daintree y fué advertido y nombrado por D.O. Atherton, Director de Agricultura Tropical (Barnard, 1967). Desde entonces se ha distribuído por otras partes de la costa húmeda tropical.

Coloniao se cree es el pasto Guinea, al cual se refirió Parsons (1972) en su trabajo sobre la dispersión de las gramíneas africanas, y esto es apoyado por T.G. Graham (datos inéditos) y Grof y Harding (1970). Se sospecha que Coloniao fué identificado por Hans Sloane en 1634 en Barbados. Se ha distribuído a través de las Antillas menores durante los años de 1700, y fué introducido a Brasil durante ese siglo por barcos de esclavos directamente de la costa de Guinea en Africa occidental (Parsons, 1972). La primera introducción australiana (Q 1202) fué recibida de la isla Molokai en Hawaii, donde había sido introducido de Brasil (Grof y Harding, 1970). Fué propagado en la Estación Experimental South Johnstone en los años de 1930 y desde entonces se ha encontrado con uso limitado en la costa tropical húmeda.

Embu (Guinea rastrera) se originó de una simple planta encontrada por R. Strange a lo largo del camino del bosque cerca de Embu, Kenya (Bogdan, 1965). Las semillas fueron introducidas desde Kitale a Queensland, independientemente por J. Redrup y B. Grof en Enero, 1965. Embu es el único cultivar con hábito de crecimiento decumbente y esto es tan poco usual que Bogdan (1965) considera que pudiera pertenecer a otro grupo taxonómico. Aunque ha sido cultivado en el sureste de Queensland y en la costa tropical húmeda, no ha sido una especie con éxito (Ostrawski, comunicación personal; Mellor, Hibberd y Grof, 1973).

Makueni fué primeramente sembrada por J. Knight en Makueni en el distrito Machakos de Kenya, procedente de semillas recolectadas localmente. Fué traída a la Estación Experimental de Kitale en 1962 y multiplicada como K 6221. Makueni fué recolectada de Kitale y traída a Australia independientemente por J. Redrup y B. Grof en 1965. Fué entregada en Australia para su producción comercial en Julio 1974; y es recomendada como una alternativa a otros pastos "Guineas" en las tierras bajas húmedas de la costa y tierras altas adyacentes de la parte tropical más al norte en Queensland (Middleton y McCosker, 1975).

Guinea tosco es un tipo indeseable cuyo origen fué el resultado de la contaminación de semillas importadas o un escape de cepa del semillero. Ha estado en la costa tropical húmeda del norte de Queensland por lo menos 20 años. Las aguas de inundación, los pájaros, máquinas niveladoras de caminos y las cosechadoras de semillas comerciales han ayudado a distribuirlo por muchas áreas del norte de Queensland (Teitzel y Harding, 1972).

## DESCRIPCION BOTANICA

Bogdan (1955) clasificó 47 variedades de *P. maximum* en 4 amplios grupos:

- a) Tipo alto vigoroso: Plantas robustas con hojas grandes y tallos mas bien gruesos. Un tipo forrajero de alta productividad.
- b) Tipo variedad trichoglume: Plantas de vigor medio con numerosos tallos finos. Hojas numerosas un tanto anchas y cortas. Las hojas basales y del tallo son numerosas. Un tipo para pastoreo principalmente.
- c) Tipo de mediano tamaño: Hojas estrechas principalmente basales, usualmente abundantes en tallos aunque algunos tipos son de follaje abundante.
- d) Tipo anual

Coloniao, Hamil y Guinea tosco parece que encajan en el grupo (a) mientras que Guinea común y Makueni parecen pertenecer al grupo (c) de la clasificación de Bogdan.

Jauhar y Joshi (1966) trabajando con 20 introducciones en India han definido 5 tipos basados en características morfológicas. Todas las introducciones procedentes de Australia fueron del Tipo 2, lo cual esta de acuerdo con la descripción morfológica del Guinea común, Middleton y Mc Cosker (1975). Hamil y Guinea tosco parecen encajar en el Tipo 4 pero Makueni, Coloniao y Embu no encajan en ninguna de sus agrupaciones.

Mientras que todas las accesiones incluídas en el estudio de Jauhar y Joshi (1966) mostraron el caracter rugoso de la lema superior, lo cual es considerado como lo típico o caracter clave del *P. maximum*, estas representaban un grupo altamente heterogéneo en relación con muchos otros caracteres de valor de diagnóstico. Los autores, por lo tanto ponen mayor énfasis en las características florales, tales como forma, textura, endentadura y nervadura de cada parte constituyente de la espiguilla.

Para la conveniencia práctica de distinguir los tipos principales de pasto Guinea de Queensland las diferencias morfológicas registradas por Middleton y McCosker (1975) se reproducen en el Cuadro 1.

## ADAPTACION AMBIENTAL

### Clima

La distribución del pasto Guinea está regulada por un requerimiento

de altas temperaturas y precipitación mayor de 1300 mm. El pasto Guinea es muy sensitivo a las heladas: el crecimiento meristemático se quema y las plantas pueden aún morir (Motta, 1953). Las tasas de crecimiento de Riversdale, Hamil y Coloniao son muy sensitivas a la temperatura y la producción en invierno de las tres es muy pobre. Aún en las áreas libres de heladas en las tierras húmedas y bajas del trópico de Queensland, el punto máximo en la tasa de crecimiento del Guinea común ( $>150$  kg/ha/día) durante el verano es por lo menos 5 veces mayor que las tasas de crecimiento durante el medio del invierno ( $<30$  kg/ha/día) (Middleton, Mellor, y McCosker, 1975). Makueni es una mejoría en el hecho de que combina una producción relativamente buena durante el invierno con una producción adecuada en el verano (Grof y Harding, 1970). Su mejor producción durante el invierno también ha extendido su rango ambiental para incluir las tierras altas tropicales (Quinlan, Edgley y Shaw, 1975; Middleton y McCosker, 1975).

Riversdale, Hamil y Coloniao, están por lo tanto mejor adaptados para las áreas costeras más húmedas del trópico del norte de Queensland (Humphreys, 1974; Abbott y Mellor, 1974b), aunque ellos se comportan satisfactoriamente en áreas tropicales con una precipitación menor y más errática donde comunmente se experimentan períodos secos de invierno y primavera (T.G. Graham, datos inéditos, Motta 1953)

Todas las variedades son usadas en las áreas de la costa sub-tropical de Queensland pero nunca han sido populares, principalmente porque son menos tolerantes a las temperaturas bajas que otras gramíneas, tales como las setarias (Setaria anceps) y los "panicos" (Middleton, comunicación personal).

Datos experimentales en más detalles son escasos con la mayoría de los estudios en ambientes controlados recalcando las grandes diferencias entre gramíneas y leguminosas tropicales. Sin embargo, t'Mannetje and Pritchard (1974) colocaron a Hamil en el grupo de los menos tolerantes al frío que panico Petrie (P. maximum var. trichoglume), el cual esta de acuerdo con el agrupamiento agronómico comercial, usado en este trabajo.

#### Suelos

El pasto Guinea se adapta a un amplio rango de suelos (Motta, 1953) pero la producción en situaciones infértiles es pobre y la respuesta a fertilizantes muy marcada. Riversdale y Coloniao no tolerarán condiciones de inundación mientras que Hamil, el cual prefiere lugares bien drenados crecerá en lugares un poco más húmedos. Muy poco se conoce del comportamiento de Embu y Makueni en

condiciones de mal drenaje (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b).

## CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

### Establecimiento

Debido a que parecia establecer pocas semillas viables (Motta, 1953) y a que las técnicas de cosecha eran muy pobres, el pasto guinea fué plantado vegetativamente en Queensland hasta 1945. (Winders, 1945). Era tan difícil obtener semilla de buena calidad que la germinación mínima que se recetaba era solamente 3% (Humphreys, 1974) mientras que el mínimo es ahora 20% en Queensland. Esta mejoría en la calidad de la semilla fué debido al mejoramiento en las técnicas de cosecha y manejo. Como resultado, las tasas de siembra ahora recomendadas fluctúan entre 2-7 kg/ha dependiendo de la calidad, edad de la semilla y el propósito de la pradera (Humphreys, 1974; Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b). Por otro lado, en Uganda, Olsen y Tiharuhondi (1972) disminuyeron significativamente los rendimientos totales de materia seca con nada y altas tasas de siembra de Desmodium intortum (5.6 kg/ha) al aumentar las tasas de siembra de P. maximum (tipo no específico) desde 0.56 kg/ha a 2.24 kg/ha. No hubo diferencias en rendimientos totales de materia seca entre tasas de siembra de P. maximum altas y bajas con tasas de siembra de leguminosas bajas (1.12 kg/ha) y medianas (3.36 kg/ha).

Los métodos de siembra han fluctuado desde distribución de la semilla al voleo en las cenizas de arbustos quemados (Humphreys, 1974 en Queensland; Motooka et al, 1967 en Hawaii) hasta la preparación plena de la sementera fina y firme (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974a), siendo esto último preferible en Queensland. Debido a que la semilla es pequeña se deberá tener mucho cuidado para no sembrar muy profundo. El método más común es remover los zapatos de una sembradora combinada y dejar caer la semilla directamente sobre la superficie rugosa de la sementera. Esto es seguido por un rolo Cambridge para romper los terrones y comprimir el suelo alrededor y encima de la semilla. Las épocas de siembra varían pero la primavera y el comienzo del verano son las favoritas por lo que es suficientemente seco para quemar los árboles derivados y trabajar el suelo, seguido de lluvias razonablemente seguras. El pasto Guinea, sin embargo, ha sido establecido con éxito en cualquier otra época del año en la costa húmeda donde el rolo Cambridge ha sido usado (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974a).

Las leguminosas han sido sembradas con éxito en el cespéd de praderas dominantes de pasto Guinea en el norte de Queensland (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974a).

#### Requerimientos Generales de Fertilizantes

Motta (1953) sugirió que sería bastante probable que el pasto Guinea se beneficiara de la fertilización con fósforo (P). Esto ha sido mostrado por Teitzel (1969), el cual midió grandes respuestas a fertilización con fósforo y potasio en términos de materia seca y mostró una mayor respuesta del pasto Guinea que de la leguminosa asociada (Stylosanthes guianensis) en suelos de origen granítico. El mostró un aumento del 261% en rendimientos de materia seca de la aplicación de 72 kg de P/ha en pasto Guinea comparado con un aumento del 62% de la gramínea y con un 28% de aumento de la leguminosa con aplicación de 121 kg de potasio (K)/ha. Para el establecimiento de una pradera asociada de guinea/leguminosa en el trópico húmedo de Queensland, Teitzel y Bruce (1972) recomendaron P y molibdeno (Mo) en suelos basálticos; P, K, Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Azufre (S) en suelos graníticos, P, K, Mo y S en suelos metamórficos, y P, K, Cu, Zn y Boro (B) en suelos derivados de arenas de playas.

Para las praderas más viejas, la respuesta inicial a P adicional fué de la leguminosa pero esto fué seguido más tarde por una respuesta de la gramínea (Bruce, 1972) conduciendo a una mezcla balanceada o aún a una dominancia de la gramínea. Un patrón similar ha sido reportado de Puerto Rico (Caro-Costas y Vicente-Chandler, 1963, Vicente-Chandler et al, 1964); en otras palabras, un patrón clásico de acumulación de nitrógeno de la leguminosa seguido de una respuesta de la gramínea.

#### Respuesta a Fertilizantes Nitrogenados

Como una alternativa al nitrógeno de la leguminosa, fertilizantes nitrogenados han sido usados en el pasto Guinea por muchos años. Los resultados varían y no son concluyentes. Aunque la extrapolación es difícil, parece que el pasto Guinea responde marcadamente a la fertilización nitrogenada en la mayoría de las situaciones (Vicente-Chandler, Silva y Figarella, 1959; Grof y Harding, 1970; Mott, Quinn y Bisschoff, 1970; Quinn et al, 1970) y que la aplicación en invierno provee una utilización más eficiente del nitrógeno que la aplicación de verano (Quinn et al, 1970). Sin embargo, algunas gramíneas tales como pasto brachiaria (Brachiaria decumbens), pangola (Digitaria decumbens) y pasto pará (Brachiaria mutica) han producido mayor cantidad de materia seca por un nivel de nitrógeno dado (Grof y Harding, 1970).

### Productividad Vegetal

Los rendimientos anuales de materia seca de 10 variedades de pasto Guinea en experimentos bajo corte conducidos por más de 2 años en South Johnstone fluctuaron de 15,700 (Embu a 28000 (Hamil) kg/ha con un insumo de 224 kg de nitrógeno y cinco cortes por año (Grof y Harding, 1970). Esta producción varía con la estación del año y la variedad. Las formas más altas, Hamil y Coloniao, producen la mayoría de los rendimientos de materia seca durante el período húmedo del verano. Hamil (24,500 kg/ha) siendo más productivo que Coloniao (20,700 kg/ha). Las formas más pequeñas, Makueni en particular y hasta cierto punto Riversdale y Embu, fueron superiores durante la estación fría.

En Puerto Rico, Vicente-Chandler, Silva y Figarella (1959) midieron rendimientos mucho más altos en pasto Guinea. Cuando fué cortado a 90 días de intervalo con insumos de 1792 kg N/ha, se produjeron rendimientos promedios de 54,000 kg de materia seca por año comparado con 43,900 kg/ha con pasto pará (B. mutica) y 77,900 kg/ha (1,344 kg N/ha) con pasto Napier (Pennisetum purpureum). En Australia, Middleton y McCosker (1975) bajo condiciones de mayor precipitación pero menores insumos de nitrógeno (300 kg N/ha) obtuvieron 62,400; 62,500; 62,500; 52,400 y 24,600 kg de materia seca/ha con Guinea común y Makueni, Setaria splendida, B. decumbens, y pangola (D. decumbens), respectivamente, cuando fueron cortados a intervalos de 12 semanas a una altura de 10 cms del suelo.

Mayores rendimientos de pasto Guinea en respuesta a intervalos menos frecuentes de corte han sido ampliamente registrados a través del mundo (Oyenuga (1960) en Nigeria; Vicente-Chandler, Silva y Figarella (1959) en Puerto Rico; Infante (1970) en Cuba; va Voorthuizen (1972) en Tanzania; y Watkins y Lewy (1951) en San Salvador). Middleton y McCosker (1975) han confirmado respuestas similares en el trópico húmedo de Australia donde un incremento en el período de muestreo de 3 a 12 semanas aumentó los rendimientos anuales de materia seca de 22,700 kg/ha a 62,400 kg/ha en Guinea común y 23,300 kg/ha a 62,500 kg/ha en Guinea Makueni.

El efecto de la altura de corte en los rendimientos es menos clara. Se afirma comunmente e.g. Grof y Harding (1970) que el corte bajo (6 cms) reduce los rendimientos. Sin embargo, existe evidencia experimental mostrando que el pasto Guinea puede tolerar defoliación severa. Caro-Costas y Vicente-Chandler (1961) encontraron que cortando a 8 cm no hubo efectos severos en los rendimientos

en Puerto Rico. Richards (1965) reportó resultados similares de Jamaica. En experimentos de frecuencia x altura de corte, ambos autores van Voorthuizen (1972) y Middleton y McCosker (inédito) obtuvieron los rendimientos más altos cuando se cortó en los intervalos más largos (12 semanas) y a la altura más baja ( 5 y 10 cms, respectivamente). Sin embargo, van Voorthuizen sugirió que la siega constante parece reducir la población de pasto Guinea.

#### Producción de Semillas

El pasto Guinea es apomíctico facultativo con cerca del 1% de reproducción sexual (Bogdan, 1965) de manera que en todo caso la planta se propaga con las mismas características de la planta madre. Sin embargo, Smith (1972) aisló con éxito plantas completamente sexuales y espera hacer uso de toda la variabilidad genética dentro de especie de P. maximum para desarrollar variedades apomicticas más productivas.

En South Johnstone (17°36'S) el Guinea común florece normalmente durante Noviembre-diciembre y la semilla está lista para la cosecha al final de diciembre o principios de enero. Hamil y Coloniao florecen en febrero-marzo y la cosecha principal de semillas está lista en abril (Harding, comunicación personal). En Colombia, Coloniao requiere 32 días desde la floración hasta el establecimiento de la semilla (Alarcón, Lotero y Escobar, 1969). La maduración desuniforme de las semillas y la caída de las semillas según maduran hace que se dificulte la cosecha. (Anon, 1965).

En Kenya los rendimientos de semilla cosechada pueden ser tan bajos como el 5% del potencial debido a la floración prolongada dentro de una panícula dada, pobre establecimiento de la semilla, poco número de tallos florales, baja retención de semillas, enfermedades y daños de los pájaros (Boonman, 1971). El hábito de crecimiento alto también puede presentar problemas en la cosecha. Es mejor mantener las plantas consumidas por los animales durante el verano y luego sacar el ganado lo suficientemente temprano para permitir a las plantas alcanzar una rápida madurez. Se ha encontrado que las combinadas modernas que usan una segadora alta son bastante eficientes y se han obtenido rendimientos de 100-200 kg/ha de semilla en el Norte de Queensland.

Anterior a la llegada de las combinadas, la mayoría de la semilla de pasto Guinea en Queensland era cosechada a mano separando las inflorescencias completamente, las cuales eran acumuladas en estado fresco y sudadas por

tres días. Una creencia de que la semilla sudada era de superior cualidad condujo a una investigación, la cual ha resaltado dos efectos obviamente consistentes y un tercer efecto inconsistente. Los efectos consistentes fueron el desprendimiento de la semilla de la espiga y longevidad superior. El efecto inconsistente fué la rotura de la latencia temprana (Hopkinson, comunicación personal).

Las semillas de Guinea común están contenidas en una cáscara lisa, y sin pelos y se encuentran de 1,800,000 a 2,200,000 semillas/ha (Anon, 1965; Humphreys, 1974). La calidad mejora con la edad y Alarcón, Lotero y Escobar (1969) encontraron en Colombia que la mayor germinación ocurre 160-190 días después de la cosecha. Las mejores condiciones de almacenamiento son 10°C con humedad relativa baja (Alarcón, Lotero y Escobar, 1969). La luz y la temperatura influyen marcadamente en la germinación, la cual aumentó del 12.5% sin luz a 25 y 40% con 12 y 16 horas de luz respectivamente, y de 25% con una temperatura constante de 30 a 32°C, a 50% cuando la temperatura se redujo por la noche a 22°C (Binard, 1958). Febles y Padilla (1971) sostienen que la germinación del pasto Guinea se mejorará si la semilla se somete a temperaturas fijas entre 6 y 50°C o temperaturas alternas en el mismo rango y que el efecto de la temperatura no es acumulativo y por lo tanto, el tiempo de exposición, no es crítico. Ellos también expresan que una temperatura más alta que aquella del suelo, inducida por tratamientos termales previos (hasta 50°C) es indispensable para romper la latencia de semillas de pasto Guinea.

La Oficina encargada de supervisión de la industria "The Queensland Department of Primary Industries Standards Branch" bajo el reglamento "Agricultural Standards Acts" 1952 a 1963, especifica una germinación mínima del 20% con un mínimo de pureza del 70%.

#### Plagas y Enfermedades

En Australia el pasto Guinea está libre de plagas y enfermedades de importancia económica, pero en el Congo Belga las plantaciones jóvenes han sido atacadas por varios insectos del orden Ortoptera y el establecimiento ha sido mejorado con la aplicación de cebos del insecticida BHC. (Kesler, 1961). Gramalote, una raza de P. maximum que crece extensivamente en América Central y Sur América muestra una infección de mancha de la hoja (Cercospora fusimaculosus) en las plantas maduras (Warmke, 1951).

### Conservación de Forraje

Ensilajes satisfactorios (Motta, 1953 en Jamaica) y heno (Motta, 1953 en Jamaica; Owen, 1964 en Tanganica) han sido producidos con pasto Guinea. En el norte de Queensland la alta humedad usualmente conduce al rápido deterioro del heno, pero Teitzel, Abbott y Mellor (1974c) reportaron que se puede hacer ensilaje de buena calidad con pasturas de Guinea-centro aunque este método de conservación de forraje no es popular y posiblemente no económico.

### Valor Nutritivo

Muchos estudios del valor nutritivo del pasto Guinea han sido revisados por Motta (1953) y Mahendranathan (1971). Otros estudios similares han sido reportados por Reyes (1972) en Cuba, Van Voorthuizen (1971) y Miller y Blair Rains (1963) en Tanzania, Olsen (1972) y Reid et al (1973) en Uganda, Silva y Gomide (1967) en Brasil, Minson (1971), Minson y Laredo (1972) y Laredo y Minson (1973) en Australia.

Estos estudios indican que la proteína cruda disminuye con la edad y ha fluctuado de 19%, en rebrote de 2 semanas con un insumo alto en nitrógeno, a 9% menos al alcanzar la madurez. Después de rebrote de 3 meses el contenido de proteína cruda pudiera ser tan bajo como 5%. Recíprocamente el contenido de fibra cruda aumenta con la edad. En suelos fértiles el pasto Guinea tiene niveles adecuados de fósforo para los requerimientos de mantenimiento del ganado, pero en suelos pobres en fósforo alcanza niveles por debajo del mantenimiento. Otros nutrientes también variarán de acuerdo con la edad del rebrote y el tipo de suelo.

El Cuadro 2 muestra la relación entre el estado de madurez y la digestibilidad de la materia seca (DMS) de gramíneas tropicales en Uganda. También ilustra una diferencia entre la DMS del cultivar Makueni y Embu, según el último tiene una mayor DMS pero una tasa de descenso más rápida que el anterior. Reid et al (1973) colocaron el P. maximum en un grupo de gramíneas mejoradas, e.g. Brachiaria, Chloris y Setaria sp, las cuales tienen un DMS mayor que el grupo no mejorado e.g. Cymbopogon, Hyparrhenia y Themeda sp. Diferente a muchas otras especies, se encontró que la DMS del P. maximum

decrece en una forma curvilínea en relación al tiempo (Reid et al, 1973).

Laredo y Minson (1973) encontraron que los promedios de consumo voluntario de las hojas fueron 46% mayores que el de los tallos (57.7 vs 39.6 g/kg<sup>0.75</sup>), a pesar de una menor DMS de la fracción hojas (52.6 vs 55.8%). El mayor consumo de la fracción de hojas fué asociado ( $r=0.74$ ,  $P<0.01$ ) con un período de una menor retención de la materia seca en el retículo-rumen. Con el porcentaje de hojas fluctuando de 39% al 68% el consumo voluntario fluctuó de 52 a 81 g/kg<sup>0.75</sup>) (Minson y Laredo 1972).

En estudios de evaluación de plantas dentro del rango de las especies de P. maximum, Minson y Laredo (1972) sugieren que el forraje sea un parámetro para estimar el consumo voluntario pero indican que este caracter pierde su valor cuando se evalúan otras especies.

## MANEJO DE PRADERAS Y PRODUCCION ANIMAL

### Manejo de Praderas

El manejo cuidadoso después de la germinación es esencial para las praderas de pasto Guinea (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b). El pastoreo muy temprano o muy tarde puede arruinar la pradera o por lo menos reducir enormemente su vida productiva. La regulación e intensidad de un pastoreo temprano varía con factores tales como, clima, tipo de suelo, estado de crecimiento y la leguminosa asociada. Por ejemplo, stylo no es muy palatable en los primeros estados de crecimiento y es muy sensible a sombra. Consecuentemente, las pasturas de Guinea-Stylo pueden ser pastoreadas ligeramente, relativamente temprano en la fase de establecimiento sin producir daños a la leguminosa. Por otro lado, centro y kudzu son mucho más palatables y se debe tener mucho más cuidado para prevenir daños debido al pastoreo selectivo. Pastoreos ligeros, rápidos e intermitentes son de regla general durante este período. (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b).

Una vez establecido, la dificultad está en encontrar un balance entre prevenir que el pasto Guinea se convierta en calidad tosca de baja palatabilidad durante el verano y no sea sobre pastoreado durante el invierno (Teitzel, Abbott y Mellor 1974c). La práctica normal es establecer las cargas animales de acuerdo con la capacidad de la pastura de soportar animales a través del invierno y el verano. Estas tasas son, sin embargo, irremediamente inadecuadas para controlar la masa de forraje producido durante el verano. El

efecto pudiera ser removido cortando o machucando con un rollo el crecimiento maduro y los autores anteriormente mencionados enfatizan la importancia de que el corte no sea demasiado bajo. Ellos también consideran que el corte es un proceso de desperdicio y para vencer el desbalance causado por la pobre producción del invierno, se propuso un sistema en el cual 25% de la finca se siembra con B. decumbens o D. decumbens fertilizada con nitrógeno. Estas pasturas se consideran como áreas de equilibrio, las cuales sirven para aliviar la presión de las praderas de Guinea-leguminosas, las cuales son más vulnerables, pero a la vez más rentables, durante los períodos de urgencia. Estas últimas podrían entonces ser utilizadas a mayor capacidad durante el verano.

La literatura no es muy clara sobre el efecto de diferentes sistemas de pastoreo. Anon (1965) expone que las praderas de pasto Guinea no deberían ser sometidas a pastoreo continuos intensos y Grof y Harding (1970) en South Johnstone reportaron un 16% de ganancia de peso vivo mayor durante un periodo de 2 años con pastoreo rotacional en pasto Guinea comparado con pastoreo continuo. Sin embargo, Humphreys (1974) reportó que el pasto Guinea ha soportado pastoreos continuos pesados por largos períodos de tiempo y considera que cualquier ventaja que se gane del pastoreo rotacional no pudiera justificar siempre los costos adicionales que estan involucrados. En Uganda, Tiharuhondi, Olsen, y Musangi (1973) produjeron altas ganancias de peso vivo usando un sistema de pastoreo rotacional con un período de rebrote que no excedía 3 semanas, mientras que en el Valle Lajas en Puerto Rico, Rivera-Brenes et al, (1958), reportaron resultados satisfactorios con intervalos de pastoreo rotacional que fluctuaron entre 6 y medio a 10 días. Tiharuhondi, Olsen y Musangi (1973) recomendaron pastoreo rotacional rápidos como un sistema de manejo, ya que pareciera ofrecer la mejor utilización de la gramínea en su estado óptimo de crecimiento, especialmente con la presencia de nitrógeno y humedad del suelo adecuada.

#### Productividad Animal

El pasto Guinea tiene la capacidad de causar una producción animal alta. En los años más productivos de un ensayo usando pasto Guinea-leguminosas, desarrollado durante un período de tres años en el trópico húmedo de Queensland, Mellor, Hibberd y Grof (1973) registraron ganancias de peso anual de 904 kg/ha con Riversdale, 758 kg/ha con Hamil, y 736 kg/ha con Coloniao. El Embu no tuvo éxito en soportar la carga animal impuesta de 4.94 cabezas/ha durante la estación húmeda y 2.47 cabezas/ha durante el resto del año. La producción por

animal en el área también es alta y con buenas pasturas promedia alrededor de 0.7 kg/animal/día durante el año (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974c). La producción de leche de pasturas de 8 años de pangola, Guinea y Napier (elefante) fertilizadas con 600 kg/ha de N, P, y K (14:13:10) a intervalos de 3 meses, en un área de 1650 mm de lluvia en Puerto Rico, fué 2,330; 3,240; y 2,520 kg de leche por vaca, respectivamente (Caro-Costas y Vicente-Chandler, 1969).

En pasturas de Guinea fiertilizadas con nitrógeno, la producción varía ampliamente dependiendo del nivel de nitrógeno empleado. Quinn, Mott y Bisschoff (1961) registraron en Brasil ganancias de peso anuales de 300, 500, y 700 kg/ha con tratamientos de 0, 100 y 300 kg de N/ha, respectivamente. Bajo riego, la productividad se puede empujar aún más alto; y Richards (1965) en Jamaica indicó ganancias de peso anual fluctuando de 800 a 1.250 kg/ha con pasto Guinea irrigado y fertilizado con 160 kg de N/ha/año.

En Uganda, Thiharuhondi, Olsen y Musangi (1973) con una pradera mezcla de P. maximum, Setaria sphacelata y Chloris gayanus produjeron ganancias de peso vivo fluctuando entre 279 kg/ha (con riego, sin fertilización N) a 1.360 kg/ha (con riego, 672 kg N/ha) bajo un sistema rotacional. Donde el nitrógeno se aplicó a razón de 224, 443 y 672 kg/ha la producción de la pradera irrigada fué mayor que el área sin riego con incrementos en ganancias de peso vivo del orden de 331, 352, y 370 kg/ha/año, respectivamente. Stobbs (1969) también trabajando en Uganda midió 791 kg/ha de ganancia de peso vivo por año con pasturas de P. maximum var. likoni-Stylosnathes guianensis en parcelas pequeñas.

#### Conclusiones

Motta (1953) en su revisión sobre el pasto Guinea sugirió cuatro áreas donde se necesitaba mayor información de la investigación: (1) el valor potencial de las variedades y ecotipos existentes bajo diferentes condiciones ambientales tanto desde el punto de vista de producción de forrajes como de semillas; (2) métodos de incorporar leguminosas acompañantes adecuadas en praderas establecidas; (3) una evaluación del verdadero valor de esta gramínea como mejorador del suelo y su fertilidad en condiciones de barbecho; (4) los mejores métodos de manejo y utilización de esta gramínea sola o asociada con leguminosas durante todo el año de una estación a la otra.

Con la posible excepción de (3), lo cual no es un aspecto muy importante en Australia, estas lagunas en el conocimiento han sido llenadas ampliamente

con el resultado de que el potencial del pasto Guinea reconocido por Motta (1953) se ha realizado en términos de producción de carne y leche en los países tropicales del mundo. El área de mayor problema actual del pasto Guinea parece estar relacionado con la taxonomía. Existe una necesidad de diseñar una clave práctica y mostrar los pastos Guineas del mundo de acuerdo con esa clave, de modo que los investigadores de diferentes partes del mundo conozcan a cual P. maximun se refiere la literatura en el futuro.

#### REFERENCIAS

1. Alarcón, M.E. Lotero; C.J. Escobar, R. (1969) - Production of seed from Angleton grass, Jaragua grass and Guinea grass. *Agricultura Tropical* 25:206-14.
2. Anon. (1965)- Pasture legumes and grasses. (Bank of New South Wales: Sydney).
3. Barnard, C. (1967)- Australian Herbage Plant Register (CSIRO Division of Plant Industry, Canberra).
4. Binard, L. (1958)- Results from some trials on the germination of *Panicum maximum*. *Agricultura*, Louvain, 6:305-10.
5. Bogdan, A.V. (1955) - Herbage plants at the Grasslands Research Station, Kitale, Kenya. *East African Agricultural and Forestry Journal* 20:151-65.
6. Bogdan, A V. (1965) - Cultivated varieties of tropical and sub-tropical herbage plants in Kenya. *East African Agricultural and Forestry Journal* 30:330-8.
7. Boonman, J.G. (1971)- Experimental studies and seed production of tropical grasses in Kenya. 1. General introduction and analysis of problems. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 19:23-36.
8. Breakwell, E.J.(1923)- "The Grasses and Fodder Plants of New South Wales" (Government Printer, Sydney).
9. Brooks, G.B. (1921). The dissemination of introduced pasture grasses in Central Queensland. *Queensland Agricultural Journal* 16:242.
10. Bruce, R.C. (1972)- The effect of topdressed superphosphate on the yield and botanical composition of a *Stylosanthes guyanensis* pasture. *Tropical Grasslands* 6:135.
11. Caro-Costas, R.; and Vicente-Chandler, J. (1961)- Effects of two cutting heights on yields of five tropical grasses. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 45:46-9.

12. Caro-Costas, R., and Vicente-Chandler, J. (1963)- Effect of liming and fertilization on productivity and species balance of a tropical kudzu-molasses grass pasture under grazing management. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 47:231-42.
13. Caro-Costas, R. and Vicente-Chandler, J. (1969)- Milk production with all grass rations from steep, intensively managed tropical pastures. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 53:251-8.
14. Edwards, D.C. and Bogdan, A.V. (1951) *Important Grassland Plants of Kenya*. Isaac Pitman and Sons.
15. Febles, G. and Padilla, C. (1971)- Effect of temperature on Germination of guinea grass seed (*Panicum maximum* Jacq.) *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 5:77.
16. Grof, B. and Harding, W.A.T. (1970)- Dry matter yields and animal production of Guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast of North Queensland. *Tropical Grasslands* 4:85-95.
17. Humphreys, L.R. (1974) - A guide to better pastures for the tropics and subtropics. Revised 3rd Edition (Wright Stephenson and Co. Pty.Ltd. Melbourne).
18. Jauhar, P.P.; and Joshi, A.B. (1966)- Cytotaxonomic Investigations in the *Panicum maximum* Jacq. Complex 1. Morphological Studies. *Bull Bot.Sur. India* 8:287-295.
19. Kesler, W. (1961) - The possibilities of establishing by sowing, pastures of perennial grasses in the Yangambi region (Congo). *Bulletin of Information I.N.E.A.C.* 10:295-308.
20. Laredo, M.A. and Minson, D.J. (1973). The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of 5 grasses. *Australian Journal of Agricultural Research* 24:875-888.
21. Mahendranathan, T. (1971) Potential of tapioca (*Manihot utilissima* Pohl) as a livestock feed - A review - *Malaysian Agricultural Journal* 48:77-89.
22. Mannetje, L. 't and Pritchard, A.J. (1974).- The effect of daylength and temperature on introduced legumes and grasses for the tropics and subtropics of Coastal Australia 1. Dry matter production, tillering and leaf area. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14:173-181.

23. Mellor, W. Hibberd, M.J.; and Grof, B. (1973). Beef cattle liveweight gains from mixed pastures of some guinea grasses and legumes on the wet tropical coast of Queensland *Journal of Agriculture and Animal Sciences*. 30:259-266.
24. Middleton, D.H. and McCosker, T.H. (1975) - Makueni - A new guinea grass for North Queensland. *Queensland Journal of Agriculture and Animal Sciences* 101:351-355.
25. Moddleton, D.H.; Mellor W.; and McCosker, T.H. (1975) - Agronomic Limitations to Pasture and Animal Performance in the Wet Tropics. *Australian Conference on Tropical Pastures*, Vol.1, 1(C)-25.
26. Miller, T.B. and Rains, A.B. (1963) - The nutritive value and agronomic aspects of some fodders in northern Nigeria. 1. Fresh herbage. *Journal of the British Grasslands Society* 18:158.
27. Minson, D.J. (1971) - The digestibility and voluntary intake of six varieties of *Panicum*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 11:18-25
28. Minson, D.J. and Laredo, M.A. (1972)- Influence of leafiness on voluntary intake of tropical grasses by sheep. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 38:303-5
29. Mott, G.O.; Quinn, J.R., and Bisschoff, W.V.A. (1970). - The retention of nitrogen in a soil-plant-animal system in guinea grass (*Panicum maximum*) pastures in Brazil. *Proceedings of XIth International Grassland Congress, Surfers Paradise*, 414-6.
30. Motta, M.S. (1953) - *Panicum maximum*. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 21:33-41
31. Mottoka, P.S.; Plucknett, D.L.; Saiki, D.F. and Younge, O.R. (1967) - Pasture establishment in tropical bushlands by aerial and seeding treatment on Kauai. *Technical Progress Report 165. Hawaii Agricultural Experiment Station*. p.18.
32. Olsen, F.J. (1972) - Effect of large applications of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four tropical grasses in Uganda. *Tropical Agriculture* 49:251-260.
33. Olsen, F.J. and Tiharuhondi, E.R. (1972)- The productivity and Botanical Composition of Some selected grass/legume mixtures at different seeding rates. *East African Agricultural and Forestry Journal* 38:16-22.

34. Owen, M.A. (1964) -A note on the effect of a late application of nitrogenous fertilizer on hay quality. East African Agricultural and Forestry Journal 29:322-5
35. Oyenuga, V.A. (1960)- Effect of stage of growth and frequency of cutting on the yield and chemical composition of some Nigerian fodder grasses- Panicum maximum Jacq. Journal of Agricultural Science Cambridge 55:339-50.
36. Parsons, J.J. (1972).-- Spread of African Grasses to the American Tropics. Journal of Range Management 25:12-17.
37. Perez Infante, F. (1970)- Effect of cutting interval and N. fertilizer on the productivity of eight grasses. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 4:137-148
38. Quinlan, T.J.; Edgley, W.H.R. and Shaw, K.A. (1975)- Dairy Pastures for Atherton Tableland. Queensland Agricultural Journal 101:23-36
39. Quinn, L.R.; Mott, G.O.; Bisschoff, W.V.A.; and Freitas, L.M.M. colonial guinea grass pastures and beef production with Zebu steers. IBEC Research Institute, Bulletin 24.
40. Quinn, L.R.; Mott, G.O.; Bisschoff, W.V.A.; and De Freitas, L.M.M. (1970)- Production of beef from winter vs summer nitrogen-fertilized colonial guinea grass (Panicum maximum) pastures in Brazil. Proceedings of the XIth International Grasslands Congress. Surfers Paradise, 832-835.
41. Ramaswamy, K.R. and Raman, V.S. (1971). Investigations on Intra-specific Chromosomal, and Morphological variations in Panicum maximum. The Madras Agricultural Journal 58:865-370.
42. Reid, R.L.; Post, Amy, J.; Olsen, F.J.; and Mugerwa, J.S. (1973). Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda. 1. Application of in-vitro digestibility techniques to species and stage of growth effects. Tropical Agriculture 50:1-15.
43. Reyes, Y. (1972) Determination of the nutritive value of some grasses commonly used in Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 6:215-222.
44. Richards, J.A. (1965)- Effects of fertilizers and management on three promising tropical grasses in Jamaica. Experimental Agriculture 1:231-3.
45. Rivera-Brenes, L.; Colon Torres, E.; Gelpi, F.; and Torres Mas, J. (1958) Influence of nitrogenous fertilizer on Guinea grass yield and carrying capacity in Lajas Valley. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 42:239-47.

46. Silva, J.F.C.D.A. and Gomide, J.A. (1967)- Effect of maturity stage on intake and apparent digestibility of dry matter of three tropical grasses. *Revista Ceres* 13:255-75.
47. Smith, R.L. (1972) - Sexual reproduction in *Panicum maximum* Jacq. *Crop Science* 12: 624-627
48. Stobbs, T.H. (1969) The use of liveweight-gain trials for pasture evaluation in the tropics 5. Type of stock. *Journal of the British Grasslands Society* 24:345-348
49. Teitzel, J.K., Abbott, R.A. and Mellor, W. (1974c)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 4. *Queensland Agricultural Journal* 100:204-210. 3:43:48
50. Teitzel, J.K. and Bruce, R.C. (1972)- Pasture fertilizers for the wet tropics. *Queensland Agricultural Journal* 98:13-22.
51. Teitzel, J.K. and Harding, W.A.T. (1972)- Coarse guinea grass is a weed. *Queensland Agricultural Journal* 98:295
52. Teitzel, J.K.; Abbott, R.A.; and Mellor, W. (1974a)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 2. *Queensland Agricultural Journal* 100:149-155.
53. Teitzel, J.K.; Abbott, R.A., and Mellor, W. (1974b)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 3. *Queensland Agricultural Journal* 100:185-189.
54. Teitzel, J.K., Abbott, R.A., and Mellor, W. (1974c)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 4. *Queensland Agricultural Journal*. 100:204-210
55. Tiharuhondi, E.R.; Olsen, F.J. and Musangi, R.S. (1973)- Application of Nitrogen and irrigation to pasture to enhance cattle production during the dry seasons in Uganda. *East African Agricultural and Forestry Journal* 38:383-393.
56. Vicente-Chandler, J.; Silva, S.; and Figarella, J. (1959)- The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. *Agronomy Journal* 51:202-206
57. Vicente-Chandler, J.; Caro-Costas, R.; Pearson, R.W.; Abruna, F.; Figarella, J.; and Silva, S. (1964)- The intensive management of tropical forages in Puerto Rico, University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station Bulletin No. 187.
58. Voorthuizen, E.G. Van (1971). A quality evaluation of four widely distributed native grasses in Tanzania. *East African Agricultural and Forestry Journal* 36:384-91.

59. Voorthuizen, E.G. Van (1972) The effects of cutting frequency and cutting height on four naturally occurring pasture grasses in Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal 37:258-264.
60. Warmke, H.E. (1951) - Cytoplasmic investigations of some varieties of *Panicum maximum* and of *P. purpurascens* in Puerto Rico. Agronomy Journal 43:143-149
61. Watkins, J.M. and Lewy-Van Severen, M. (1951) Effect of Frequency and Height of cutting on Yield, Stand, and Protein content of some forages in El Salvador. Agronomy Journal 43:291-6.
62. Winders, C.W. (1945) Establishing grasses in coastal districts. Queensland Agricultural Journal 61:69.

DIFERENCIAS BOTANICAS ENTRE SEIS PASTOS GUINEA DEL NORTE DE QUEENSLAND  
( MIDDLETON & McCOSKER, 1975)

CARACTERISTICA	COMUN	MAKUENI	HAMIL	COLONIAO	COARSE	EIBU
Forma de crecimiento	Altura media (1.8-2.0m) cobertura erecta tallos finos	Altura media (1.8-2.4m)hojas menos erectas que las otras.Tallos moderadamente gruesos	Tipo gigante robusto Tallos delgados.Cobertura de 3.0-3.5m	Tipo gigante robusto.Tallos delgados carnosos.Cobertura de 2.5-3.0 m	Gigante robusto Tallos delgados amaderados.Cobertura 2.5-3.0 m	Semi-erecto, hábito trepador raíces libres de los nudos, produce raíces aéreas de los nudos inferiores. Cobertura 1.0-1.5 m
Hojas -color -longitud -anchura -pelos de la lámina	Verde 70-80 cm 15-18 mm esparcidos en la superficie superior, varios en la superficie inferior	Verde claro 80-90 cm 18-22 mm Suaves, densamente en ambas superficies, blanquecinos, Mayor cantidad que en los otros	Verde oscuro 70-80 cm 24-26 mm Esparcidos sobre la superficie superior	Verde azulado carac. 80-90 cm 25-30 mm Nada	Verde oscuro 80-90 cm 25-30 mm esparcidos a moderadamente densos,rígidos y cortos,dando aspereza a la hoja	Verde claro/verde 20-30 cm 12-16 mm pelos cortos ocasionales sobre la superficie en la hoja
-pelos de la vaina	moderadamente velludo sobre la superficie externa incrementándose densamente hacia el nudo	densamente vellosa incrementándose en longitud hacia el nudo.Pelos en ambas superficies de la vaina.	esparcidos aumentando la densidad sobre las vainas hacia la base de la planta	liso, exépto por varios pelos cortos sobre el margen de la vaina hacia la unión de la vaina/lámina	moderadamente den- sos largos,rígi- dos, frágiles so- terior de la vai- bre la superficie na cerca a la u- externa,aumentando nión del nudo en densidad hacia la unión en la vai- na y la hoja,ha- ciéndola difícil de manejar	Cortos esparcidos sobre el lado ex- terior de la vai- bre la u- externa,aumentando nión del nudo en densidad hacia la unión en la vai- na y la hoja,ha- ciéndola difícil de manejar
Vellosidades tallo descubierto	nada	densas moderamen- te,particularmente sobre el lado infe- rior de los nudos	nada	nada	nada	Ocasionales sobre los inter- nudos inferiores
Panícula -tamaño (Inflorescencia) -color	15-40 cm largo 12-30 cm ancho verde	15-40 cm largo 12-30 cm ancho verde ratizado de púrpura	20-60 cm largo 15-30 cm ancho verde oscuro	20-50 cm largo 15-30 cm ancho verde oscuro	20-60 cm largo 15-40 cm ancho café oscuro característico	15-20 cm largo 12-15 cm ancho verde
Espiguilla- vellos externos en la gluma (semilla)	nada	densamente vellosa	nada	nada	nada	nada

CUADRO 2

COEFICIENTE DE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (%) PARA GRAMINEAS SELECCIONADAS COSECHADAS EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ Y LA RELACION ENTRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA Y NUMERO DE DIAS DE CRECIMIENTO EN UGANDA ( REID ET AL, 1973)

ESPECIES	SEMANAS DE CRECIMIENTO																EQUACION DE REGRESION*	ERROR ± STAND. SYTK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16				
DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (%)																		
<i>Brachiaria decumbens</i>	78.2	72.8	73.0	71.9	71.0+	66.7	66.9	61.6	63.7	58.9	54.8	48.9	Y=84.75-0.29X	1.68				
<i>Digitaria decumbens</i>	77.0	78.1	75.3+	75.0	70.4	66.0	59.5	62.4	59.8	56.3	55.2	56.3	Y=83.21-0.25X	3.61				
<i>Hyparrhenia rupestris</i>	60.1	59.6	62.8+	63.2	64.1	56.2	61.1	57.9	57.5	59.2	48.7	42.0	Y=69.52-0.21X	4.17				
<i>Panicum maximum</i> cv. "Embu rastretero"	82.2	77.2	74.8	69.8+	70.6	61.2	59.6	55.8	54.6	53.8	48.6	38.4	Y=91.33-0.45X	2.06				
<i>Panicum maximum</i> cv. "Makueni"	76.4	75.2	60.5+	60.5	52.4	46.1	52.5	49.6	53.8	47.1	49.8	41.6	Y=71.23-0.27X	5.87				
<i>Setaria splendida</i>	71.8	67.8	68.2	63.5	62.6	60.0	60.9	60.6	61.7	54.4+	56.7	52.6	Y=75.08-0.24X	3.68				

\*Y= % IN VITRO DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA, X= NUMERO DE DIAS DE CRECIMIENTO DESPUES DE CORTAR LAS PARCELAS EN FEBRERO 2,1970

+ ESTADO DE FLORACION TEMPRANA EN LAS GRAMINEAS

---

---

**BIBLIOGRAFIA SOBRE  
ANDROPOGON GAYANUS**

---

---

A continuación se presenta una bibliografía extraída de Herbage Abstracts y del Centro de Información sobre Pastos Tropicales del CIAT, desde 1931 - 1979.

ADEGBOLA, A.A.; BALOGH, E. Daily and seasonal changes of soluble carbohydrates in *Andropogon gayanus* (northern ganba grass). Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae 23(3/4):305-317. 1974.

ADEGBOLA, A.A.; ONAYINKA, B. The production and management of grass/legume mixtures at Agege. Nigerian Agricultural Journal 3(2):84-91. 1966.

ADEGBOLA, A.A.; ONAYINKA, B.O.; EWEJE, J.K. The management and improvement of natural grassland in Nigeria. Nigerian Agricultural Journal 5(1):5-6. 1968.

ADEJUWON, O. Savanna in the forest areas of western Nigeria: distribution and vegetation characteristics. Journal of Tropical Geography 39:1-10. 1974.

AFOLAYAN, T.A. Grass biomass production in a Northern Guinea Savanna ecosystem. Oecologia Plantarum 13(4):375-386. 1978.

ASARE, E.O. Dry matter yield, chemical composition and nutritive value of buffel grass grown alone and in mixture with other tropical grasses and legumes. In Proceedings of the 12th International Grassland Congress. Grassland Utilization. 1 Moscow, USSR, 1974. pp.53-64.

ASARE, E.O. Notes on the palatability of some tropical grasses and legumes at two stages of maturity. Ghana Journal of Agricultural Science 8(3):243-247. 1975.

BARRAULT, J. [Fodder crop research in N. Cameroon. Yield and feeding value of some local fodders. (Word carried out by IRAT in 1965-1971)]. Agronomie tropicale 28(2):173-188. 1973.

BARRAULT, J.; BELEY, J.; BORGET, M. [Trial of application of N<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>, K<sub>4</sub> fertilizer to *Andropogon gayanus* at Guétalé (North Cameroon)]. In Colloque sur l'intensification de la production fourragere en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants, 1971. Paris. France:INRA. pp.122-128.

BILLE, J.C.; HEDIN, P.; LEBRUN, J.P.; RIVIERE, R. Expérimentation agrostologique en République Centrafricaine. [Agrostological investigations in the Central African Republic]. Et. agrostol. 21 Maisons-Alfort, Val-de-Marne, France: Inst. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.; 1967. 246p.

BORGET, M. [Forage investigations at IRAT, Cameroon, up to mid-1968]. Agron. trop., Paris. 23(11):1231-41. 1968.

BOUDET, G. [Desertification or biological recovery in the Sahel]. Désertification ou remontée biologique au Sahel. Cahiers O.R.S.T.O.M., Biologie 12(4):293-300. 1977.

BOUDET, G. Management of savannah woodland range in West Africa Proc. 11th Int. Grassland Congr., Surfers Paradise, 1970. pp.1-3

BOWDEN, B.N. Studies on *Andropogon gayanus* Kunth. 6. The leaf nectaries of *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack. (Gramineae). Botanical Journal of the Linnean Society 64(1):77-80. 1971.

BOWDEN, B.N. The sugars in the extrafloral nectar of *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*. Phytochemistry 9(11):2315-2318. 1970.

BOWDEN, B.N.; WILLIAMS, P.M. Sterols in grass seeds. Phytochemistry 10(12):3135-3137. 1971.

BOYER, J. [Ecophysiological study of the productivity of several forage grasses cultivated in Senegal. 2. Water consumption and dry matter production of aerial parts]. Etude éco-physiologique de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. 2. Consommation d'eau et production de matière sèche des parties aériennes. Cahiers O.R.S.T.O.M., Biologie 12(4):269-282. 1977.

BREMAN, H.; CISSE, A.M. Dynamics of Sahelian pastures in relation to drought and grazing. Oecologia 28(4):301-315. 1977.

BRINCKMAN, W.L. The feeding value of five different hays as fed to sheep. Nigerian Journal of Animal Production 1(2):225-230. 1974.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Beef Production Program. Annual report 1975. Cali, Colombia, 1976. pp.C1-C73.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programa de ganado de carne. In Informe Anual 1976. Cali, Colombia, 1977. pp.C1-C73.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programa de ganado de carne. In Informe Anual 1977. Cali, Colombia, 1978. pp.A1-A113.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programa de ganado de carne. In Informe Anual 1978. Cali, Colombia, 1979. pp.B1-B187.

CHATTERJEE, B.N.; SINGH, R.D. Growth analysis of perennial grasses in the tropics in India. 4. Changes in tiller population in grass swards. Allahabad Fmr 42(2):65-73. 1968.

DIALLO, A.; DE WISPELAERE, G.; LEBRUN, J.-P.; RIVIERE, R. Paturages naturels du 'Ferlo-Sud' (République du Senegal). [Natural pastures of S. Ferlo (Senegal Republic)]. Et. agrostol. 23 Maisons-Alfort, Val-de-Marne, France: Inst. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 1968. pp.173.

DJIGA, A. [Evaluation of present data with a view to a better use of natural pastures in Upper Volta]. Thesis. Francia, Univ. Paris. Fac. Med. 1969. 129p.

EGUNJOBI, J.K. Dry matter, nitrogen and mineral element distribution in an unburnt savanna during the year. Oecologia Plantarum 9(1):1-10. 1974.

EGUNJOBI, J.K. Studies on the primary productivity of a regularly burnt tropical savanna. Annales de l'Université d'Abidjan, E. 6(2):157-169. 1973.

- EMRICH, E.S. Competição entre cinco gramíneas forrageiras para a formação de pastagens em solo de Cerrado. (*Competencia entre cinco gramíneas forrajeras en relación con la formación de praderas en suelos de Cerrado*). In Reuniao Brasileira de Cerrados, 2a., Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, 1967. Anais. Sete Lagoas, Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, 1972. pp.209-221.
- FALADE, J.A. The effect of phosphorus on growth and mineral composition of five tropical grasses. *East African Agricultural and Forestry Journal* 40(4):342-350. 1975.
- FRANCE, INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES TROPICALE ET DES CULTURES VIVRIERES. [Annual report of IRAT 1971]. *Agronomie Tropicale* 28(4):369-508. 1973.
- GROF, B. Agronomic attributes of *Andropogon gayanus*/legume associations in tropical South America. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1979. (Sin publicar).
- HAGGAR, R.J. The effect of quantity, source and time of application of nitrogen fertilizers on the yield and quality of *Andropogon gayanus* at Shika, Nigeria. *Journal of Agricultural Science, UK* 84(3):529-535. 1975.
- HAGGAR, R.J. Seasonal production of *Andropogon gayanus*. 1. Seasonal changes in yield components and chemical composition. *J. agric. Sci., Camb.* 74(3):487-94. 1970.
- HAGGAR, R.J.; AHMED, M.B. Seasonal production of *Andropogon gayanus*. 2. Seasonal changes in digestibility and feed intake. *J. agric. Sci., Camb.* 75(3):369-73. 1970.
- HAGGAR, R.J.; AHMED, M.B. Seasonal production of *Andropogon gayanus*. 3. Changes in crude protein content and in vitro dry matter digestibility of leaf and stem portions. *Journal of Agricultural Science, UK* 77(1):47-52. 1971.
- HAGGAR, R.J. Use of companion crops in grassland establishment in Nigeria. *Exp. Agric.* 5(1):47-52. 1969.
- HAGGAR, R.J.; DE LEEUW, P.N. Grassland section. In Institute for Agricultural Research, Samaru. Annual report of the Institute for Agricultural Research and Special Services. Ahmadu Bello University, 1967-8. Zaria, 1969. pp.8-11.
- HALL, J.B.; MEDLER, J.A. Highland vegetation in South-eastern Nigeria and its affinities. *Vegetario* 29(3):191-198. 1975.
- HUTTON, E.M. Problems and successes of legume-grass pastures, especially in tropical Latin America. (*Problemas y éxitos en praderas de leguminosas y gramíneas, especialmente en América Latina Tropical*). In Sánchez, P.A. y Tergas, L.E., eds. Seminar on Pasture Production in Acid Soils of the Tropics. Cali, Colombia, 1978. Proceedings. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. pp.81-93.
- JAVIER, E.Q.; SIOTA, C.M.; MENDOZA, R.C. Fertilizer and water management of tropical pasture seed crops. Extension Bulletin, ASPAC Food and Fertilizer Technology Center No. 63:15. 1975.
- JONES, C.A. The potential of *Andropogon gayanus* Kunth in the Oxisol and Ultisol savannas of tropical America. *Herbage Abstracts* 49(1):1-8. 1979.
- KANNEGIETER, A. The cultivation of grasses and legumes in the forest zone of Ghana. *Ghana Jnl. Sci.* 6(3-4):97-109. 1966.
- KLEIN, H.D.; ZAMPALIGRE, A.K. [Management of the Volta Valleys. Aménagement des vallées del Voltas.] Etude Agropastorale, Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux No. 48:68. 1977.
- MISHRA, M.L.; CHATTERJEE, B.N. Seed production in the forage grasses *Pennisetum polystachyon* and *Andropogon gayanus* in the Indian tropics. *Trop. Grasslds* 2(1):51-6. 1968.
- NOORUDDIN; ROY, L.N. A note on the chemical composition, digestibility and nutritive value of *Andropogon gayanus* at the flowering stage. *Indian Journal of Animal Sciences* 44(10):797-798. 1977.
- OHIAIGU, C.E.; WOOD, T.G. A method of measuring rate of grass-harvesting by *Trinervitermes geminatus* (Wasmann) (Isoptera, Nasutitermitinae) and observation on its foraging behaviour in southern Guinea savanna, Nigeria. *Journal of Applied Ecology* 13(3):705-713. 1976.
- OKÉ, O.I. Studies on the sulphur status of Nigerian soils and uptake by grasses. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 18(2):163-166. 1970.
- OLORODE, O. Cytological studies on some Nigerian Andropogoneae. *Nigerian Journal of Science* 6(1):13-19. 1972.
- ONAYINKA, E.A.O. Hints on establishment and management of sown pasture in Western Nigeria. *Research Bulletin, University of Ife Institute of Agricultural Research and Training* No. 3:20. 1973.
- PEDREIRA, J.V.S.; NUTI, P.; CAMPOS, B. DO E.S. DE [Comparison of grasses for dry matter production]. Competição de caprins para produção de matéria seca. *Boletim de Indústria Animal* 32(2):319-323. 1975.
- PIOT, J. y RIPPSTEIN, G. Principales espèces herbacées de quelques formations pastorales de l'Adamaoua Camerounais; ecologie et dynamique à différents rythmes d'exploitation. (*Principales especies herbáceas de algunas formaciones pastorales de Adamaoua en Camerún. Ecología y dinámica según diferentes ritmos de explotación*). *Revue D'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 28(3):427-434. 1975.
- POULOUGOU, A. [The bromatological value and use of pastures in the Central African Republic]. Thesis. Université Claude Bernard de Lyon, France. 1971. 104pp.
- PRASAD, L.R.; PRASAD, N.K. Evaluation of grasses under seepage irrigation in spring and summer season in plateau region of Chhotanagpur. *Indian Journal of Agronomy* 22(3) 183-184. 1977.
- RAMOS DE O., J. Gamba (*Andropogon gayanus* Kunth, var. *squamulatus* Stapf.). In \_\_\_\_\_, Informações sobre algumas plantas forrageiras. Rio de Janeiro, Brasil, Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, Série Didáctica, no. 11, 1961. pp.100-104.

- REID, P.A.; MILLER, I.C. New grasses for the top end—Gamba grass. *Turnoff* 2(4):26-7. 1970.
- ROY, L.N.N. Chemical composition, digestibility and nutritive value of *Andropogon gayanus* at the flowering stage. *Indian Journal of Animal Sciences* 44(10):797-798. 1974.
- SINGH, R.D.; CHATTERJEE, B.N. Growth analysis of perennial grasses in tropical India. 1. Herbage growth in pure grass swards. 2. Herbage growth in mixed grass/legume swards. *Exp. Agric.* 4(2):117-25; 127-34. 1968.
- SINGH, R.D.; PREMCHAND., RAHAMAN, A. Herbage growth of pearl-millet-Napier grass hybrid when compared with other grasses. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 42(3):218-222. 1972.
- SINGH, R.D. y CHATTERJEE, B.N. Tillering of perennial grasses in the tropics in India. (*Macollamiento de gramíneas perennes tropicales en la India*). Kanke, Bigar, India, Ranchi Agricultura College & Research Institute, 1965. 5p.
- SPAIN, J.M. Pasture establishment and management in the Llanos Orientales of Colombia. (*Establecimiento y mantenimiento de pastos en suelos de sabana en los Llanos Orientales de Colombia*). In Sánchez, P.A. y Tergas, L.E., eds. Seminar on Pasture Production in Acid Soils of the Tropics, Cali, Colombia, 1978. Proceedings. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. pp.167-175.
- SWAINE, M.D.; HALL, J.B. y LOCK, J.M. The forest-savanna boundary in West-Central Ghana. *Ghana J. Sci.* 16(1):35-52. 1976.
- TETTEH, A. Comparative dry matter yield patterns of grass/legume mixtures and their pure stands. *Ghana Journal of Agricultural Science* 5(3):195-199. 1972.
- TETTEH, A. Preliminary observations on preference of herbage species by cattle, sheep and goats grazing on range on the Achimota Experimental Farm. *Ghana Journal of Agricultural Science* 7(3):191-194. 1974.
- THOMAS, P.I.; WALKER, B.H.; WILD, H. Relationships between vegetation and environment on an amphibolite outcrop near Nkai, Rhodesia. *Kirkia* 10(2):503-541. 1977.
- THOMPSON, K.C., ROA, J. y ROMERO N., T. Anti-tick grasses as the basis for developing practical tick control packages. (*Gramíneas con características repelentes como base para el desarrollo de paquetes prácticos en el control de garrapatas*). *Tropical Animal Health and Production* 10:179-182. 1978.
- TOMPSETT, P.B. Factors affecting the flowering of *Andropogon gayanus* Kunth. Responses to photoperiod, temperature and growth regulators. *Annals of Botany* 40(168):695-705. 1976.
- WILD, H. Geobotanical anomalies in Rhodesia. 3. The vegetation of nickel-bearing soils. *Kirkia* (Suppl.):1-62. 1970.
- WILD, H. Indigenous plants and chromium in Rhodesia. *Kirkia* 9(2):233-241. 1974.
- WILD, H. Variations in the serpentine floras of Rhodesia. *Kirkia* 9(2):209-232. 1974.
- WILKINSON, G.E. Effect of grass fallow rotations on the infiltration of water into a savanna zone soil of Northern Nigeria. *Tropical Agriculture* 52(2):97-103. 1975.
- WILLIAMS, P.M.; BOWDEN, B.N. Triglyceride metabolism in germinating *Andropogon gayanus* seeds. *Phytochemistry* 12(12):2821-2827. 1973.
- WILTSHIRE, G.H. Response of grasses to nitrogen source. *Journal of Applied Ecology* 10(2):429-435. 1973.
- WILTSHIRE, G.H. Response of highveld grass species to ammonium and nitrate nitrogen. *Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa* 7:67-75. 1972.
- YADAV, M.S. Screening of germplasm collection of pasture grass. In Indian Grassland and Fodder Research Institute, Jhansi. Annual report 1974. New Delhi, India; Indian Council of Agricultural Research. (undated) pp.31-33.
- YEPES, S. [Initial evaluation of grasses and legumes in introduction fields. 1. Grasses with different heights of cut]. Evaluación inicial de gramíneas y leguminosas en campos de introducción. 1. Gramíneas con diferentes alturas de corte. Serie Técnico Científica, Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Indio Hatuey No. A-8:2-13. 1975.
- ZEMMELINK, G.; HAGGAR, R.J.; DAVIES, J.H. A note on the voluntary intake of *Andropogon gayanus* hay by cattle, as affected by level of feeding. *Animal Production* 15(1):85-88. 1972.