

AGRONOMIA DE *ANDROPOGON GAYANUS*

Bela Grof y Derrick Thomas*

Introducción

En este capítulo se revisarán los estudios adelantados sobre la agronomía de *Andropogon gayanus* Kunth, haciendo énfasis especialmente en la respuesta de la planta a la defoliación causada por el corte y por el pastoreo, tanto en siembras puras del pasto como en su mezcla con leguminosas forrajeras tropicales. Sólo se hace una breve referencia a la variación natural de la especie y a características agronómicas tales como la adaptación a factores edáficos o bióticos, la tolerancia a la sequía y la reacción a la quema, puesto que casi todos estos temas se describen más detalladamente en otros capítulos. Aunque en esta revisión se discute el comportamiento de la floración en el campo, en otro capítulo se describirá la producción de semilla de *A. gayanus*.

Se han hecho estudios agronómicos sobre esta especie principalmente en Africa Occidental, en el trópico de América del Sur, y en el norte de Australia. La mayor parte de los datos de América tropical se registraron en las sabanas de Colombia y Brasil, y casi exclusivamente en una accesión: *A. gayanus* var. *bisquamulatus* CIAT 621. Esta accesión, introducida en Colombia por B. Grof en 1973, provenía de la Estación de Investigación Shika en Nigeria. Las observaciones preliminares indicaron que la especie poseía un potencial considerable para los suelos ácidos e infértiles (principalmente los Oxisoles y Ultisoles)

* Bela Grof es agrónomo de forrajes, sección de Agronomía de Forrajes, CIAT/CPAC, Brasilia, Brasil; Derrick Thomas es agrónomo de forrajes, sección de Agronomía de Forrajes, CIAT, Cali, Colombia.

de las regiones de sabana (CIAT, 1978). Ensayos agronómicos posteriores establecidos en Colombia (Jones, 1979; Grof, 1981; Grof, 1982) y en la meseta central de Brasil (Thomas et al., 1981; Thomas y de Andrade, 1984a y 1984b; Thomas y de Andrade, 1986) han confirmado la existencia de ese potencial.

Variación Genética en *A. gayanus*

Aunque Rattray (1960) hace referencia a 14 especies de *Andropogon* que crecen silvestres en el continente africano, solamente *A. gayanus* ha alcanzado importancia económica. Foster y Mundy (1961) y Okoli y Olorode (1981) consideran a *A. tectorum* como una gramínea importante en Nigeria, aunque es escasa la información sobre su potencial forrajero. *A. gayanus* y *A. tectorum* se cruzan libremente¹ fenómeno que puede explicar la variación considerable que se observa en *A. gayanus*. Foster (1962) ha postulado que una raza diploide ($2n = 20$) de *A. gayanus* que puebla el norte lejano de Nigeria se cruzó con *A. tectorum* ($2n = 20$), especie hallada en regiones meridionales de la Nigeria del norte, y dio origen a una franja intermedia de tetraploides y aneuploides.

A. gayanus comprende una serie de variedades botánicas descritas por Keller-Grein y Schultze-Kraft en el capítulo 'Descripción Botánica y...'

La mayor parte de los datos publicados en la literatura científica se refieren a la var. *bisquamulatus*. La var. *squamulatus* ha sido evaluada en Brasil (Ramos de Otero, 1961) pero no ha ganado importancia económica.

Accesiones de *A. gayanus* var. *bisquamulatus*

El potencial descubierto en la accesión CIAT 621 condujo a la evaluación de otras introducciones de la var. *bisquamulatus* tanto en Colombia como en Brasil. En el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), 35 km al nororiente de

1. Grof, B. Información sin publicar.

Brasilia, Brasil, en una latitud de 16° S, donde la precipitación anual promedio es de 1573 mm durante una estación lluviosa de seis meses, Thomas (1985) evaluó en un Oxisol 20 accesiones, semejantes en su porte pero menos 'hojosas' que CIAT 621. A excepción de la accesión CIAT 6243, recibida de Mali, todas las introducciones eran de origen nigeriano. El testigo, CIAT 621, y CIAT 6159 arrojaron rendimientos comparables y fueron más productivas que otras introducciones. Todas las accesiones dieron buen rendimiento de semilla y demostraron una tolerancia razonable a la estación seca. Ninguna de ellas fue atacada por plagas o enfermedades.

En el CNIA de Carimagua en los Llanos Orientales de Colombia, a una latitud de 3° N y donde la precipitación anual promedio es de 2092 mm durante una estación lluviosa de ocho meses, se evaluaron 46 accesiones en un Oxisol.² Las introducciones eran originarias de diversos países de Africa Occidental sin excluir a Costa de Marfil y sus regiones de mayor precipitación. Una vez más, ninguna de las accesiones superó en rendimiento a CIAT 621. Como esta accesión fue la mejor línea de las accesiones introducidas, tanto en este centro de investigación como en el primero se adelantaron estudios adicionales únicamente con CIAT 621. En Colombia se estudia actualmente el mejoramiento genético de la especie para producir tipos 'hojosos' y de porte bajo de *A. gyanus* var. *bisquamulatus*, trabajo que se describe con algunos detalles en el capítulo 'Genética y Fitomejoramiento...' escrito por Miles y Grof.

Cultivares de *A. gyanus*

En 1980, Brasil y Colombia liberaron a *A. gyanus* var. *bisquamulatus* CIAT 621 con los nombres respectivos de cv. Planaltina y cv. Carimagua 1. Durante 1982 y 1983, las instituciones nacionales de Perú, Venezuela y Panamá liberaron la misma accesión con los nombres de San Martín, Sabanero y Veranero, respectivamente. La semilla de estos cultivares se distribuye ahora comercialmente en América tropical.

2. Grof, B. Información sin publicar.

Una accesión de esta gramínea ha sido registrada ante el Northern Territory Herbage Liaison Committee en Australia bajo el nombre de Kent (Anning, 1982). A este cultivar no se ha asignado ningún número de introducción de planta de la mancomunidad australiana, pero la accesión CPI 24575 (= CIAT 6756) había sido evaluada con anterioridad por Fisher (1971) en esa región. Lo sorprendente es que la especie no se ha desarrollado aún como cultivar comercial en Africa, a pesar de ser un componente altamente valorado de las pasturas nativas.

Comportamiento de la Floración

A. gayanus es una planta de días cortos con un fotoperíodo crítico para la época de floración, que oscila entre 12 y 14 horas (Tompsett, 1976). La floración se intensifica acortando la duración del día de 12 a 8 horas o exponiendo las plantas más viejas a tratamientos de días cortos. La floración es óptima a una temperatura de aproximadamente 25 °C, pero las temperaturas nocturnas frescas (15 °C) inhiben fuertemente la floración. Atkin et al. (1973) indicaron que la citocinina o la giberelina producidas por las raíces pueden estimular la floración.

Ferguson et al. (1983) informaron acerca del comportamiento de la floración de *A. gayanus* CIAT 621 en el campo en varias localidades del trópico de América del Sur. En Colombia, a una latitud de 3° N, las plantas florecieron varias veces durante un período de dos años. En localidades ubicadas entre las latitudes de 16° y 19° S en Brasil y Bolivia, la floración estaba bien sincronizada y ocurría una vez al año a mediados de abril. La semilla comenzaba a madurar a finales de mayo. Hace poco tiempo se obtuvo algún éxito en la selección de clones tardíos y de floración más uniforme en latitudes bajas; estos estudios se describen más detalladamente en el capítulo 'Genética y Fitomejoramiento...' En el CPAC en Brasil (latitud 16° S) la investigación pormenorizada que hicieron de Andrade et al. (1983) reveló que la fecha inicial de floración (definida como la presencia de cuatro inflorescencias por m²) varió poco entre un año y otro. Aparecieron inflorescencias durante un período corto

de tiempo y casi un 90% de ellas se formaron en la semana que siguió a la fecha inicial de floración. Los porcentajes más altos de macollas fértiles y de densidad de inflorescencias se observaron en el segundo año. El tiempo desde la primera floración hasta la cosecha fue relativamente constante de un año a otro (en promedio, 40 días) y la recolección de la semilla se hizo en los primeros días de la estación seca.

Thomas (1985) observó cierta variación en la época de floración entre 21 accesiones de *A. gayanus* var. *bisquamulatus* en una latitud de 16° S en Brasil. Las 20 introducciones de Nigeria, incluyendo la accesión CIAT 621, florecieron a finales de marzo o de abril. Por otra parte, la accesión CIAT 6243, proveniente de regiones situadas más al norte en Mali, floreció más temprano, es decir, a fines de enero. La fecha de floración y el momento del día en que las flores abren parecen correlacionarse con el origen de la accesión (Foster, 1962). En Shika, Nigeria, los ecotipos provenientes de las partes más secas del norte del país comenzaron a florecer hasta 48 días antes que aquellas recolectadas en áreas situadas más al sur. Esta variación podría ser el resultado de una respuesta fotoperiódica y de una adaptación a la estación lluviosa más corta del norte de Nigeria, puesto que cada accesión empieza a florecer en una fecha que coincide con el final de la estación lluviosa en su sitio de recolección. Alternativamente, la variación puede reflejar la hibridación interespecífica entre *A. gayanus* y *A. tectorum*.

Haggar (1966) observó en Shika, Nigeria, que las macollas formadas antes de la primera parte de la estación lluviosa, o durante ella, hicieron la mayor contribución al rendimiento final de semilla. Se formaron muy pocas macollas después de los dos primeros meses de la estación lluviosa, y en aquellas que lo lograron se frustró la floración. Chatterjee y Singh (1968) informaron que, en la India, la desaparición de macollas era mayor después de la emergencia de las panículas y durante la estación seca. El menor número de macollas se registró durante la floración y aumentó hasta el máximo durante la primera parte de la estación lluviosa (Singh y Chatterjee, 1966).

Características Agronómicas

Muchas características agronómicas de *A. gayanus* se describen más detalladamente en otros capítulos, por lo cual basta con resumir aquí brevemente esos atributos. Sin embargo, se hará énfasis en el comportamiento de *A. gayanus* en las pasturas sometidas al corte y al pastoreo.

A. gayanus var. *bisquamulatus* está bien adaptada a los ecosistemas de sabana de suelo ácido y de bosque desmontado de América tropical, al trópico monzónico del norte de Australia, y a las áreas de escasa precipitación de la India. La var. *squamulatus* y la var. *bisquamulatus* crecen muy bien en suelos arcilloarenosos bien drenados de fertilidad media a alta (Bowden, 1963). *A. gayanus* CIAT 621 demuestra excelente tolerancia al bajo pH del suelo y a la alta saturación de aluminio, condiciones que no existen en su habitat nativo en Africa Occidental. En un Oxisol de los Llanos Orientales de Colombia, Spain (1979) registró el máximo crecimiento de la accesión CIAT 621 en un suelo sin aplicación de cal y con un 90% de saturación de aluminio. En Brasil se han hecho observaciones similares (CIAT, 1981). Aunque se encuentra bien adaptada a los estreses nutricionales, *A. gayanus* responde a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio y calcio (Thomas et al., 1981).

La var. *bisquamulatus* es más vigorosa y agresiva que la var. *squamulatus* (Jones, 1979). Estas dos variedades botánicas se conocen en Africa Occidental porque toleran la sequía, retienen su follaje verde hasta bien avanzada la estación seca, y producen rápidamente forraje de alta calidad al comenzar la estación lluviosa (GCDAH, 1942; Bogdan, 1977). La tolerancia de esta especie a la sequía es suficiente para permitirle resistir hasta nueve meses sin lluvia, aunque prefiere regiones donde la estación seca dure de tres a cinco meses. La especie está bien adaptada a la quema y rebrota mucho mejor que *Brachiaria decumbens* o *Hyparrhenia rufa* (CIAT, 1979); esta cualidad no sorprende en una gramínea originaria de las sabanas africanas donde la

vegetación se considera como subclímax y se crea por la quema de la vegetación clímax de tipo arbóreo.

No se han registrado enfermedades fungosas serias o plagas severas en Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú o Venezuela. *A. gayanus* CIAT 621 es altamente resistente a los tres géneros principales, *Aeneolamia*, *Deois* y *Zulia*, del insecto salivazo (salivita).

Comportamiento del Pasto Sometido a Corte y a Pastoreo

Las cifras de rendimiento obtenidas de *A. gayanus* en muchos ensayos realizados en América tropical son mayores generalmente que las registradas en la mayor parte de los ensayos hechos en las sabanas africanas. Las principales diferencias entre esos dos ambientes son la precipitación, la distribución de ésta, y la duración de la estación seca. La especie se ha distribuido en Africa Occidental dentro de los límites de precipitación anual de 600 y 1500 mm (Figura 1). Grandes extensiones de las sabanas de América del Sur están situadas entre isohietas de 1500 a 2000 mm donde la época de crecimiento se prolonga de seis a nueve meses. En algunas áreas del trópico húmedo de América del Sur la precipitación es superior a los 2000 mm anuales.

Los ensayos revisados para este trabajo se realizaron bajo una amplia gama de condiciones experimentales y ambientales. Las comparaciones entre un sitio y otro se dificultan por las diferencias en los regímenes de corte o de pastoreo, por la aplicación de fertilizantes, por la duración del experimento y por las condiciones climáticas y edáficas. Los datos sobre comportamiento productivo se registran de diferente manera; pueden expresarse en términos de producción anual o como rendimientos presentados (materia seca disponible para los animales) en épocas determinadas. Esta última es muy común en ensayos de pastoreo.

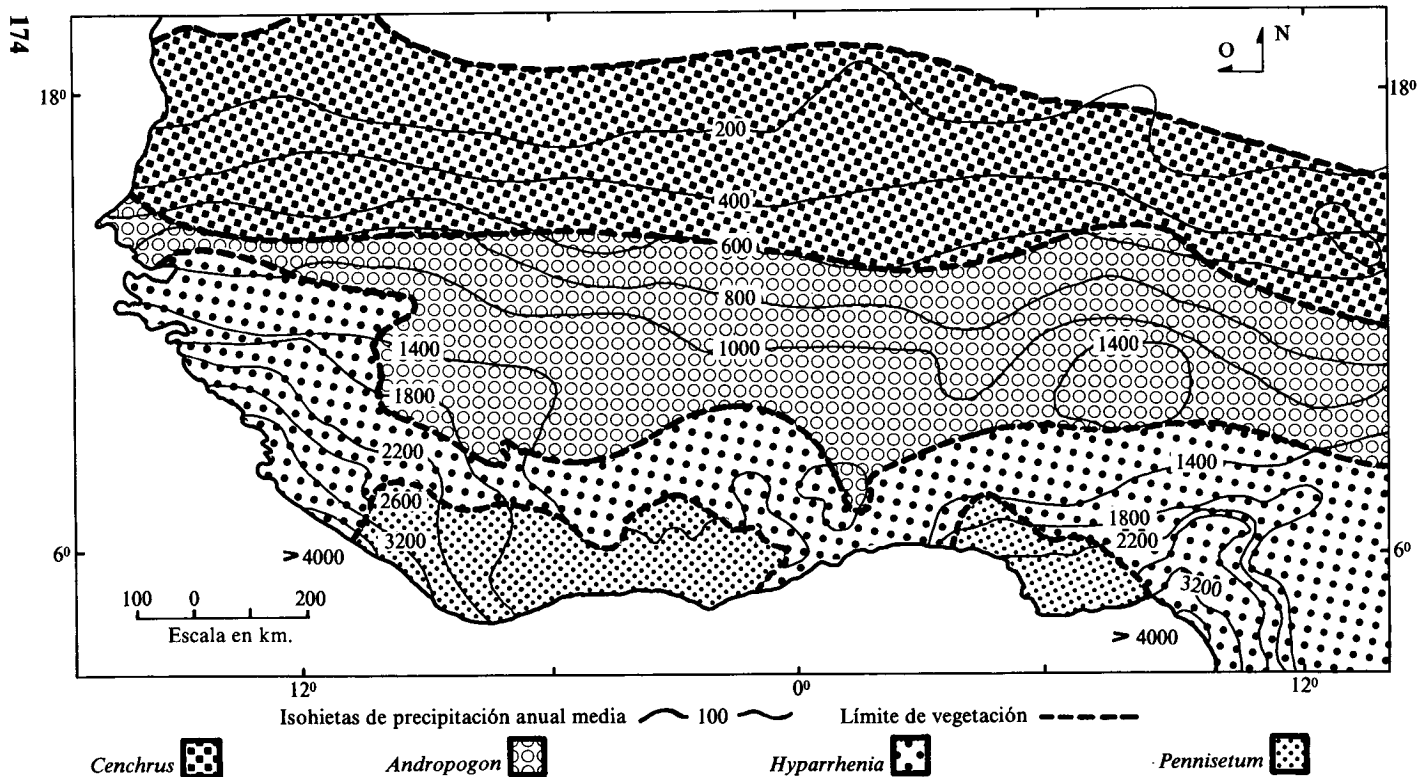


Figura 1. Relación entre los promedios de precipitación anual y el tipo de vegetación local en Africa Occidental.
 FUENTE: Rattray, 1960.

Pasturas monoespecíficas sometidas a corte

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos de materia seca de pasturas monoespecíficas de *A. gayanus* sometidas a corte. Los ensayos duraron entre uno y tres años; cuando se hicieron comparaciones con otras gramíneas, *A. gayanus* produjo generalmente los rendimientos más altos. Los resultados demuestran que, en condiciones favorables, esta gramínea es capaz de dar altos rendimientos de materia seca. Sin embargo, la producción varía ampliamente, en especial por las diferencias en la aplicación de técnicas experimentales, hecho que reclama algún comentario.

Gonçalves y Oliveira (1981) obtuvieron los rendimientos más altos de materia seca. Estos datos, sin embargo, se refieren a la producción acumulada durante aproximadamente 21 meses. No fue posible distribuir los valores en incrementos anuales. Sin duda alguna, los rendimientos en este estudio fueron influenciados, en alguna medida, por un régimen de precipitación muy favorable, y se observaron respuestas (rendimientos 37% mayores) a la aplicación de fósforo (22 kg/ha de P). Dias Filho y Serrão (1980) también obtuvieron respuestas al aplicar el mismo nivel de fósforo, y los rendimientos citados por estos autores se refieren a la presencia y ausencia de este nutrimento. La alta producción de materia seca de que informan Pedreira y Mattos (1981) es una función de la fuerte aplicación de fertilizantes. Se suministró nitrógeno (40 kg/ha de N), fósforo (44 kg/ha de P) y potasio (50 kg/ha de K) al establecimiento del pasto, y estos nutrimentos se aplicaron también a voleo en los dos años que siguieron al ensayo. Conviene anotar también que, en este ambiente, la precipitación caída fuera de época puede llegar al 15% del total anual, es decir, contribuye al 23% del rendimiento de materia seca registrado en el período denominado 'de invierno'.

El corte del pasto a alturas que oscilaban entre 0.6 y 1.5 m explica las diferencias en el rendimiento de *A. gayanus* observadas por Bowden (1963) en Kano, Nigeria. Haggar (1966) encontró también una correlación positiva entre el rendimiento de la planta y su incremento en altura (1.7 a 2.3 m), atribuido éste

Cuadro I. Algunos rendimientos de materia seca de *A. gyanus* sometido a corte en pasturas monoespecíficas.

Localidad	Fuente	Producción de MS ^a (t/ha)	Observaciones
India Bihar (estado)	Prasad y Mukerji, 1980	8.4	Durante 3 años, igual que <i>Brachiaria brizantha</i> . Su rendimiento es casi seis veces el de las pasturas nativas. Múltiples cortes por año.
Australia Northern Territory	Fisher, 1971	4.3 - 14.0	Clima de sabana. Precipitación anual: 1125 mm. Latitud: 13° S. Otras especies como <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Chloris gayana</i> y <i>Panicum coloratum</i> dieron rendimientos desde 3.9 hasta 13.2 t/ha. <i>A. gyanus</i> dio el mayor rendimiento en el tercer año. Un corte por año a 5 cm.
Nigeria Kano (estado)	Bowden, 1963	9.9 - 13.9	Clima de sabana. Altura de la gramínea al corte: 0.6 a 1.5 m. Cortes por año: 7 a 12.
Katsina (distrito)	Bowden, 1963	1.3 - 6.4	Aplicaciones de N: de 0 a 260 kg/ha; y 50 kg/ha de superfosfato. Probablemente un corte al año.
Shika (distrito)	Haggar, 1966	2.4 - 8.6	Clima de sabana. Precipitación anual: 1100 mm. Latitud: 11° N. Aplicaciones de N: de 0 a 224 kg/ha; de 0 a 29 kg/ha de P. Un corte.
Ghana Achimota (distrito)	Tetteh, 1976	7.3	Clima de sabana. Ensayo de 2.5 años. Precipitación anual: 1048 mm. <i>Digitaria decumbens</i> dio 4.0 t/ha. Cinco cortes por año, con intervalos de ocho semanas.
Brazil Pará (estado)	Dias Filho y Serrão, 1980	2.1 - 5.5	Trópico húmedo. Ensayo de un año. Precipitación anual: 2591 mm. Latitud: 2° S. Suelo ácido e infértil con o sin 22 kg/ha de P. <i>Panicum maximum</i> dio 1.1 a 2.1 t/ha y <i>Brachiaria humidicola</i> de 2.4 a 2.9 t/ha. Un corte, probablemente.
Rondônia (territorio)	Gonçalves y Oliveira, 1981	17.8 - 28.2	Trópico húmedo. Precipitación anual: 2000-2500 mm. Latitud: 8° S. Suelo ácido e infértil, con 22 kg/ha de P o sin ellos. <i>Panicum maximum</i> , <i>Digitaria decumbens</i> , <i>Paspalum plicatulum</i> , e <i>Hyparrhenia rufa</i> rindieron de 9.7 a 17.9 t/ha. Seis cortes en 21 meses.
São Paulo (estado)	Pedreira y de Mattos, 1981	14.2	Clima de sabana. Ensayos de tres años. Precipitación anual: 1260 mm. Latitud: 22° S. Superó en rendimiento a otras 20 gramíneas de varios géneros. Múltiples cortes por año.

a. A excepción de los datos de Gonçalves y Oliveira (1981), los valores se refieren a los rendimientos anuales de materia seca.

a la aplicación de nitrógeno. Fisher (1971) obtuvo su producción más alta de 14 t/ha en el tercer año, después de hacer un corte a 5 cm por encima del nivel del suelo al final de la época de desarrollo del pasto, es decir, cuando se había acumulado una cantidad considerable de material vegetal.

Pasturas de gramíneas con leguminosas sometidas a corte

Anteriormente se sabía poco acerca de la productividad de *A. gayanus* cuando se asociaba con leguminosas tropicales. Estudios recientes, hechos principalmente en América tropical, han subsanado esta deficiencia. Los rendimientos de materia seca de *A. gayanus* en asociación, y en condiciones de corte, se comparan favorablemente con los de las pasturas monoespecíficas. En la mayoría de los ensayos se registraron datos durante dos épocas de corte, por lo menos, después del año de establecimiento del pasto. Se formaron asociaciones estables con varias leguminosas, y la proporción de leguminosas varió del 15% al 51% en la asociación.

En un clima de sabana (1048 mm de precipitación anual) en Ghana, Tetteh (1976) informó que *A. gayanus*, en asociaciones con *Centrosema pubescens* y con *Desmodium leiocarpum*, dio rendimientos de materia seca, en promedio, de 4.6 y 5.9 t/ha durante dos años; la proporción total (gramínea más leguminosa) fue de 6.1 y 6.9 t/ha, respectivamente. El rendimiento del testigo de gramínea pura fue de 7.3 t/ha. Sin embargo, el segundo año hubo una tendencia hacia un mayor rendimiento de las mezclas. Si el ensayo hubiera continuado más tiempo, es probable que estas diferencias se hubieran tornado estadísticamente significativas. Además, no se hizo registro alguno del mejoramiento del valor nutricional de la asociación gramínea-leguminosa. En el estado Bihar, India, Prasad y Mukerji (1980) registraron un rendimiento promedio anual de materia seca de 9.6 t/ha en pasturas nativas reforzadas con *A. gayanus* y *Stylosanthes guianensis*. No se ofrecieron datos sobre la composición botánica de las pasturas. La pastura nativa reforzada con *A. gayanus* dio rendimientos de 7.1 t/ha y la pastura nativa sin mejorar rindió solamente 1.3 t/ha de materia seca.

Grof (1981 y 1982) observó altos rendimientos de materia seca en asociaciones de *A. gayanus* que crecían en un ecosistema de bosque talado (1845 mm anuales de precipitación) en el Departamento del Cauca, en Colombia. El suelo era un Ultisol ácido e infértil fertilizado con 40 kg/ha de P. La producción anual de materia seca de la gramínea, mezclada con *Stylosanthes capitata* CIAT 1019, *S. guianensis* CIAT 136 y *C. pubescens* CIAT 438, fue de 9.4, 15.3 y 18.7 t/ha, respectivamente (Grof, 1981). Los rendimientos totales (gramínea + leguminosa) para estas mezclas fueron de 19.2, 21.5 y 22.5 t/ha, respectivamente. Las mismas leguminosas asociadas con *Hyparrhenia rufa* dieron rendimientos totales que oscilaron entre 17.3 y 22.1 t/ha (con 21% a 41% de leguminosa). En las mismas condiciones, *A. gayanus* produjo 7.6 t/ha cuando se cultivó en asociación con la leguminosa más agresiva, *Desmodium ovalifolium* CIAT 350; la producción total en esta asociación fue de 12.8 t/ha. Los rendimientos de las asociaciones de estas leguminosas con *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* oscilaron entre 9.0 y 12.3 t/ha (con 13% a 56% de leguminosa).

Se ha observado una reducción en el vigor de las plántulas de *Stylosanthes capitata* cuando esta leguminosa se asocia con *A. gayanus*. La causa principal de la reducción es la competencia de las raíces por los nutrimentos, especialmente por el potasio y el fósforo (Valencia et al., 1984; CIAT, 1986). Esta asociación es más exitosa en suelos arenosos donde el crecimiento potencialmente vigoroso de la gramínea se reduce mucho ya que, generalmente, la provisión de nutrimentos es más baja en ellos. *A. gayanus* parece ser más competitivo en asociaciones que los pastos de la sabana nativa o que *Melinis minutiflora* (Figura 2). Entre las especies que han fracasado en persistir con *A. gayanus* en asociaciones bajo corte están *Macropitilium* sp. y *Phaseolus* sp. (Grof, 1981).

Pasturas monoespecíficas sometidas a pastoreo

Se encontraron relativamente pocas referencias sobre el comportamiento de la especie en condiciones de pastoreo en pasturas monoespecíficas. Anning (1982) evaluó 86 líneas de

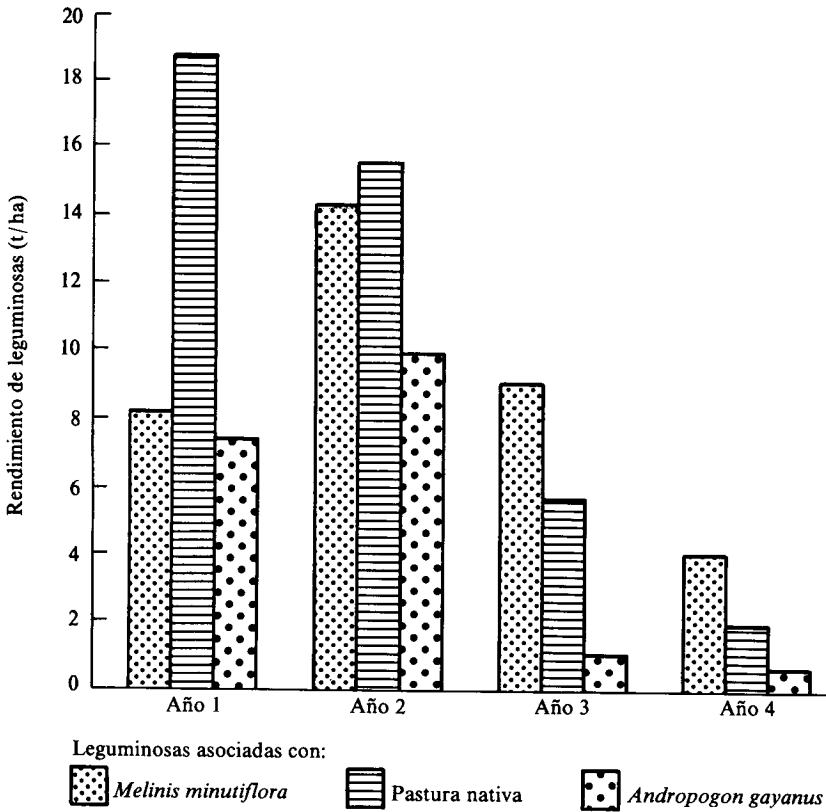


Figura 2. Rendimiento disponible de seis leguminosas sembradas en asociación con tres gramíneas en Carimagua, Llanos Orientales de Colombia.

FUENTE: Grof, B. Información sin publicar.

gramíneas en pastoreo no controlado, en cinco localidades situadas entre las latitudes 13^o y 18^o S, al norte de Queensland, Australia. La precipitación anual en esas localidades osciló entre 800 y 1380 mm, y el pH de sus suelos entre 5.3 y 6.2. No se informó sobre el rendimiento de materia seca, pero *A. gayanus* se calificó como altamente productiva y sobresaliente entre las gramíneas en lo que respecta a su verdor durante la estación seca. En el norte de Australia, McIvor et al. (1982) investigaron 52 gramíneas de 40 especies sometidas a pastoreo normal en 14 localidades ubicadas entre las latitudes 18^o y 20^o S. En estas

localidades la precipitación anual osciló entre 600 y 1250 mm, y el pH del suelo varió considerablemente (de 5.6 a 8.1).

A. gayanus fue una de las 17 especies que mostró mejor adaptación a varias localidades. Tampoco se registraron aquí rendimientos de materia seca.

Thomas y de Andrade (1984b) investigaron en el CPAC de Brasil el comportamiento de la gramínea sometida a pastoreo intermitente poco espaciado en parcelas pequeñas, en un Oxisol ácido e infértil. *A. gayanus* demostró una notable constancia en la producción de materia seca después del año de establecimiento (Figura 3) pues su rendimiento varió dentro del rango estrecho de 4.3 a 4.8 t/ha. Por otra parte, los rendimientos de *B. decumbens*,

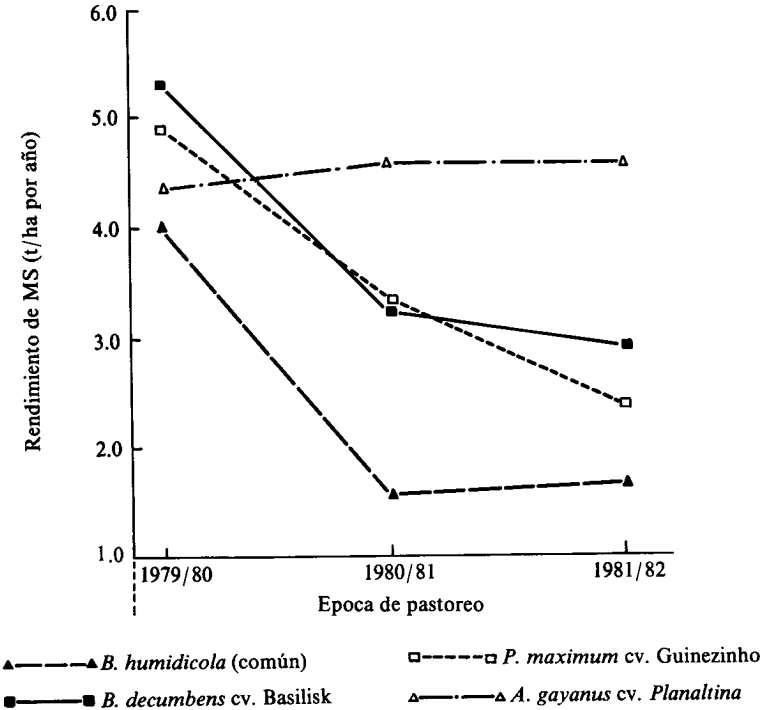


Figura 3. Rendimiento de *A. gayanus* sometido a pastoreo intermitente poco espaciado, en potreros pequeños, en un medio de sabana tropical en el CPAC, cerca de Brasilia, Brasil, en comparación con otras tres gramíneas.

FUENTE: Thomas y de Andrade, 1984b.

B. humidicola y *P. maximum* disminuyeron significativamente en el mismo período.

Si la fertilidad del suelo no es una limitación, es posible obtener mayor productividad de *A. gayanus* cuando está sometida a condiciones de pastoreo en el trópico húmedo. En Rondônia, Brasil, donde la precipitación excede los 2000 mm anuales, Gonçalves (1985) obtuvo rendimientos de 3.0 a 7.2 t/ha durante un período de pastoreo de 10 meses en que la carga animal era variable. Da Veiga y Serrao (1985) informaron de rendimientos iniciales de 10.3 t/ha en sistemas de pastoreo tanto continuo como en rotación. Sin embargo, los resultados se registraron en un período de sólo cinco meses en un ensayo en que el contenido de malezas osciló entre 20% y 37%. El experimento se realizó en un Oxisol del estado de Pará, Brasil, cuya latitud es de 2° S, con un régimen de precipitación de 1774 mm anuales.

Pasturas de gramíneas con leguminosas sometidas a pastoreo

En el Cuadro 2 se presentan algunos ejemplos de productividad de *A. gayanus* asociado con leguminosas tropicales en condiciones de pastoreo, en Brasil y Colombia. Al igual que en los ensayos de corte, se han formado mezclas estables con varias especies, y la proporción de las leguminosas ha variado entre 12% y 71%. Los rendimientos registrados en Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, son considerablemente mayores que aquellos obtenidos en las sabanas de Brasil. Esta diferencia es una función de la cantidad y la distribución diferentes de la precipitación en ambas regiones, de la aplicación de fertilizantes, y de los métodos de utilización del forraje.

La productividad de la gramínea está fuertemente influida por la carga animal, la presión del pastoreo, y el sistema de pastoreo. Como era de esperarse, los aumentos en la carga animal reducen la cantidad de gramínea disponible. En asociación con *A. gayanus*, la baja presión de pastoreo continuo tiende a favorecer la productividad de la leguminosa, en tanto que las presiones de pastoreo altas y los períodos de descanso

Cuadro 2. Algunos rendimientos de materia seca (MS) de *A. gayanus* sometido a pastoreo en mezclas con leguminosas tropicales.

Localidad ^a	Fuente	Leguminosa asociada	MS de <i>A. gayanus</i> (t/ha)	Leguminosa en mezcla (%)	Observaciones
Colombia Carimagua (CNIA)	Grof, 1982	<i>Desmodium ovalifolium</i> CIAT 350	12.8 - 28.5	65 - 56	Clima de sabana. Latitud 3° N. precipitación anual: 2092 mm. Ensayo de pastoreo. Oxisol. Toda la MS 'en oferta'. Rendimiento similar en tres años de <i>B. decumbens</i> + leguminosa.
Carimagua (CNIA)	Wege, 1984	<i>Centrosema acutifolium</i> CIAT 5278	29.6	38	Clima de sabana. Ensayo de pastoreo. Carga animal variable. MS total en oferta. Tipos erectos de <i>C. macrocarpum</i> menos exitosos.
		<i>Centrosema brasilianum</i> CIAT 5234	27.8	50	
Brasil Brasilia (distrito)	Thomas y de Andrade, 1984a	<i>Stylosanthes guyanensis</i> CIAT 2243	4.1 - 4.8	51 - 12	Clima de sabana. Latitud 16° S. precipitación anual: 1573 mm. Ensayo de pastoreo. Oxisol. 18 kg/ha de P. Rendimientos anuales de MS medidos después del año de establecimiento. Gramínea pura: 3.3 a 4.6 t/ha.
		<i>Stylosanthes macrocephala</i> CIAT 1281	3.2 - 4.4	27 - 25	
		<i>Stylosanthes capitata</i> CIAT 1097	2.6 - 5.0	38 - 24	
		<i>Stylosanthes capitata</i> CIAT 1019	4.1 - 5.0	31 - 27	
Brasilia (distrito)	Thomas y de Andrade, 1986	<i>Stylosanthes macrocephala</i> CIAT 2039	1.5 - 5.3	71 - 22	Clima de sabana. 18 kg/ha de P. Dos tratamientos de cargas animales. MS en oferta. Contenido de leguminosas mayor con carga animal más alta (3.0 animales/ha) que con más baja (2.0 animales/ha).
		<i>Stylosanthes macrocephala</i> CIAT 2053	1.2 - 5.1	68 - 21	
		<i>Zornia brasiliensis</i> CIAT 8025	1.4 - 3.5	27 - 44	

a. CNIA = Centro Nacional de Investigación Agropecuaria del ICA.

prolongados conducen a más alto rendimiento y a mayor proporción de hojas de la gramínea. En asociaciones de *A. gayanus* con *D. ovalifolium* CIAT 350, los rendimientos de materia seca de la leguminosa sometida a una presión de pastoreo baja (13.0 kg de MS/animal por día) fueron el doble de aquellos obtenidos bajo una presión de pastoreo alta (6.5 kg de MS/animal por día); el ensayo se hizo en el Departamento del Cauca, en Colombia (CIAT, 1980). Estudios realizados en Carimagua indican que *A. gayanus* parece ser más productivo en un sistema de pastoreo rotacional (7 días de pastoreo y 21 días de descanso) que en uno de pastoreo continuo (CIAT, 1985). La producción de hojas de la gramínea en condiciones de pastoreo rotacional fue el doble de la obtenida bajo pastoreo continuo (CIAT, 1986).

Varias especies de leguminosas han fracasado en persistir con *A. gayanus* en condiciones de pastoreo; entre ellas están *Galactia striata*, *Zornia latifolia* (Thomas y de Andrade, 1984a) y *Centrosema macrocarpum*.³ Las enfermedades, la susceptibilidad a la defoliación, y la incapacidad de producir semilla se correlacionaron de diferente manera con la falta de persistencia de estas especies. Hay accesiones de *Z. brasiliensis* que, bajo pastoreo, han persistido adecuadamente con *A. gayanus*, pero hay una tendencia hacia la dominancia de los tipos arbustivos de esta leguminosa, puesto que son muy poco aceptados por los animales (Thomas y de Andrade, 1986); también se ha demostrado la presencia de alcaloides en esta especie (CIAT, 1984). *A. gayanus* puede ser dominada además por *D. ovalifolium*, que es agresiva y tiene relativamente baja aceptabilidad entre los animales (CIAT, 1980).

Conclusiones

En su revisión de la información publicada sobre esta gramínea, Bowden (1963) concluyó que "*A. gayanus* se presenta como una gramínea promisoría, útil en todas las áreas tropicales bajas del

3. Thomas, D. y de Andrade, R.P. Información sin publicar

mundo donde la precipitación sea de moderada a baja y la estación seca prolongada". Esta predicción, hecha hace casi 25 años, se está convirtiendo finalmente en una realidad. *A. gayanus* tiene muchos atributos agronómicos deseables y está bien adaptada a las condiciones climáticas y edáficas prevaletes en las sabanas tropicales de América del Sur. La especie tolera la quema y la sequía y se encuentra libre de plagas y enfermedades serias. Puede producir grandes cantidades de materia seca y cantidades considerables de semilla. La especie es compatible con muchas leguminosas pero, en ciertas condiciones, su porte alto y su crecimiento vigoroso pueden ocasionar una competencia severa con la leguminosa y una reducción del contenido de ésta en la pastura. Los nuevos tipos enanos son menos vigorosos; actualmente se están evaluando en Colombia y podrían demostrar que son menos competitivos que CIAT 621 y, por lo tanto, más compatibles con una gama amplia de leguminosas.

Resumen

En este capítulo se hace una revisión de los estudios hechos sobre la agronomía de *Andropogon gayanus* Kunth., principalmente en Africa Occidental, en América del Sur tropical, y en el norte de Australia. La mayor parte de los datos sobre América tropical fueron obtenidos en las sabanas de Colombia y de Brasil, y casi exclusivamente de una accesión: *A. gayanus* var. *bisquamulatus* CIAT 621. Esta accesión ya ha sido liberada en Brasil, Colombia, México, Panamá, Perú y Venezuela. También en Australia existe un cultivar del pasto llamado Kent.

A. gayanus es una planta de día corto con un fotoperíodo crítico para su floración, que está entre 12 y 14 horas. El punto óptimo de la floración ocurre cuando la temperatura es aproximadamente de 25 °C. En Colombia, cuya latitud es 3° N, las plantas florecen varias veces en un período de dos años. En Bolivia y Brasil, situados entre los 16° S y los 19° S, la floración está bien sincronizada y ocurre una vez al año. Hay variación en la época de floración entre accesiones diferentes. Pueden obtenerse cantidades considerables de semilla.

A. gayanus está bien adaptado a las sabanas de suelos ácidos y a los ecosistemas formados por la tala de bosques en América tropical, a los trópicos monzónicos del norte de Australia, y a las áreas de escasa precipitación de la India. La especie se desarrolla mejor en suelos arcilloarenos bien drenados de fertilidad media a alta. *A. gayanus* muestra una excelente tolerancia al pH bajo del suelo, a la alta saturación de aluminio, y al estrés causado por nutrición deficiente. No obstante, se han registrado respuestas a la aplicación de nutrimentos como el nitrógeno, el fósforo y el potasio. La especie posee también una buena tolerancia a la sequía y está bien adaptada para resistir las quemadas. No se han hallado enfermedades fungosas o insectos plaga que la ataquen seriamente en América tropical.

Este pasto puede producir grandes cantidades de materia seca. Los rendimientos obtenidos de *A. gayanus* en muchos ensayos en América tropical superaron, en general, aquéllos conocidos por informes de la mayor parte de los ensayos hechos en las sabanas africanas. Las variaciones del rendimiento están relacionadas con diferencias tanto en los regímenes de corte o de pastoreo, como en la aplicación de fertilizantes, en la duración del experimento, y en las condiciones climáticas y edáficas. Se han establecido asociaciones duraderas con varias leguminosas, pero en ciertas condiciones, su gran altura y su crecimiento vigoroso pueden crear una situación de competencia con la leguminosa y reducir la proporción de ésta en la pastura.

Referencias

- Anning, P. 1982. Evaluation of introduced grass species for pastures in the dry tropics of North Queensland. *Trop. Grassl.* 16(3):136-145.
- Atkin, R. K.; Barton, G. E. y Robinson, D. E. 1973. Effect of root-growing temperatures on growth substances in xylem exudate of *Zea mays*. *J. Exp. Bot.* 24:475-487.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. Longman Group, Londres, Inglaterra. 475 p.
- Bowden, B. N. 1963. Studies on *Andropogon gayanus* Kunth; I: the use of *Andropogon gayanus* in agriculture. *Emp. J. Exp. Agric.* 31:267-273.

- Chatterjee, B. N. y Singh, R. D. 1968. Growth analysis of perennial grasses in the tropics of India; 4: changes in tiller population in grass swards. Allahabad Farmer 42:65-73.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Programa de Ganado de Carne. En: Informe anual CIAT, 1977. Cali, Colombia. p. A-1 a A-124.
- . 1979. Programa de Ganado de Carne. En: Informe anual CIAT, 1978. Cali, Colombia. p. B-1 a B-178.
- . 1980. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1979. Cali, Colombia. 159 p.
- . 1981. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1980. Cali, Colombia. 138 p.
- . 1984. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1983. Cali, Colombia. 375 p.
- . 1985. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1984. Cali, Colombia. 274 p.
- . 1986. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales, 1985. Cali, Colombia. 408 p.
- da Veiga, J. B. y Serrão, E. A. de S. 1985. Resposta animal de *Andropogon gayanus* e *Brachiaria humidicola* em Paragominas, Pará, Brasil. En: E. A. Pizarro (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985: Tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 1107-1111
- de Andrade, R. P.; Thomas, D. y Ferguson, J. E. 1983. Seed production of pasture species in a tropical savanna region of Brasil; II: grasses. Trop. Grassl. 17:59-64.
- Dias Filho, M. B. y Serrão, E. A. S. 1980. Observacoes preliminares sobre a gramínea forrageira *Andropogon gayanus* Kunth em Paragominas, Pará. Pesquisa em andamento no. 23. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Umido, Belén de Pará, Brasil. 2 p.
- Ferguson, J. E.; Thomas, D.; de Andrade, R. P.; Souza Costa, N.; y Jutzi, S. 1983. Seed production potentials of eight tropical pasture species in regions of Latin America. En: Smith, J. A. y Hays, V. W. (eds.). Fourteenth International Grassland Congress, Lexington, Kentucky, E.U., junio 1981. Memorias, Westview Press, Boulder, CO, E.U. p. 275-278.

- Fisher, M. J. 1971. Pasture species for the Tipperary area, Northern Territory. Technical paper no. 31. Division of Land Research, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Brisbane, Australia. 48 p.
- Foster, W. H. 1962. Investigations preliminary to the production of cultivars of *Andropogon gayanus*. *Euphytica* 11:46-52.
- y Mundy, E. J. 1961. Forage species in northern Nigeria. *Trop. Agric. (Trinidad)* 38:311-317.
- GCDAH (Gold Coast Department of Animal Health). 1942. Report for the year 1941-42. Accra, Ghana.
- Gonçalves, C. A. 1985. Efeito de diferentes cargas animais sobre o ganho de peso em pastagens de *Andropogon gayanus* CIAT 621 em Porto Velho RO, Brasil. En: Pizarro, E.A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985: Tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 1113-1117.
- y Oliveira, J. R da C. 1981. Adaptação de gramíneas forrageiras em Porto Velho, Rondônia, Brasil. Pesquisa em andamento no. 8. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de Porto Velho, Brasil. 3 p.
- Grof, B. 1981. The performance of *Andropogon gayanus*-legume associations in Colombia. *J. Agric. Sci.* 96:233-237.
- . 1982. Performance of *Desmodium ovalifolium* Wall. in legume-grass associations. *Trop. Agric. (Trinidad)* 59:33-37.
- Haggar, R. J. 1966. The production of seed from *Andropogon gayanus*. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 31:251-259.
- Jones, C. A. 1979. The potential of *Andropogon gayanus* Kunth in the Oxisol and Ultisol savannas of tropical America. *Herbage Abstr.* 49:1-8.
- McIvor, J. G.; Williams, W. T.; Anning, P.; Clem, R. L.; y Finlay, M. C. 1982. The performance of introduced grasses in seasonally dry tropical environments in Northern Australia. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband.* 22:373-381.
- Okoli, B. E. y Olorode, O. 1981. Hybridization in *Andropogon gayanus*-*A. tectorum* (Gramineae) complex: potential for pasture improvement. En: Smith, J. A. y Hays, V. W. (eds.). Fourteenth International Grassland Congress, Lexington, Kentucky, E.U., junio 1981. *Memorias*. Westview Press, Boulder, CO, E.U. p. 54.

- Pedreira, J. V. S. y de Mattos, H. B. 1981. Crescimento estacional de vinte e cinco especies ou variedades de capins. Bol. Ind. Anim. 38:117-143.
- Prasad, L. K. and Mukerji, S. K. 1980. Pasture improvement by grass and legume introduction. Forage Res. 6:225-226.
- Ramos de Otero, J. 1961. Informações sôbre algumas plantas forrageiras. Serie didáctica 11. Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Brasil. p. 100-104.
- Ratray, J. M. 1960. La cubierta herbácea de Africa. FAO: Estudios Agropecuarios. no. 49. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma. 173 p.
- Singh, R. D. y Chatterjee, B. N. 1966. Tillering of perennial grasses in the tropics of India. En: Ninth International Grassland Congress. Memorias. São Paulo, Brasil. p. 1075-1079.
- Spain, J. M. 1979. Pasture establishment and management in the Llanos Orientales of Colombia. En: Sánchez, P. A. y Tergas, L. E. (eds.). Pasture production in acid soils of the tropics. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 165-175.
- Tetteh, A. 1976. Evaluation of productivity of mixed grass/legume stands and their pure stands cut as herbage for two years. Ghana J. Agric. Sci. 9:9-14.
- Thomas, D. 1985. Pasture evaluation and seed production studies in the isothermic savannas of Brazil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 163 p.
- y de Andrade, R. P. 1984a. The persistence of tropical grass-legume associations under grazing in Brasil. J. Agric. Sci. 102:257-263.
- y ———. 1984b. Desempenho agronômico de cinco gramíneas tropicais sob pastejo na região dos Cerrados. Pesqui. Agropecu. Bras. 19:1047-1051.
- y ———. 1986. The evaluation under grazing of legumes associated with *Andropogon gayanus* in a tropical savannah environment on the central plateau of Brazil. J. Agric. Sci. 107:37-42.
- ; ———; Couto, W.; da Rocha, C. M. C. y Moore, P. 1981. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* cv. Planaltina: principais características forrageiras. Pesqui. Agropecu. Bras. 16:347-355.
- Tompsett, P. B. 1976. Factors affecting the flowering of *Andropogon gayanus* Kunth. Responses to photoperiod, temperature, and growth regulators. Ann. Bot. (Lond.) 40:695-705.

- Valencia, I. M.; Spain, J. M. y Mott, G. O. 1984. Nutrient competition in *Andropogon gayanus-Stylosanthes capitata* associations. En: Forage Grassland Conference, 1984. Memorias. Houston, Texas, E.U. p. 324-326.
- Wege, L. 1984. Untersuchungen über die Eignung von Arten und Ökotype verschiedenen Leguminosengattungen zur Verbesserung tropischer Savannen Sudamerikas am Beispiel der kolumbianischen Llanos Orientales. Tesis. Technische Universität-Berlin, Berlín. 214 p.