

# Establecimiento y producción de *Andropogon gayanus* Kunth y maíz (*Zea mays* L.) como cultivos asociados en los Llanos de Venezuela

J. L. Berroterán\*

## Introducción

En Venezuela, el ecosistema de sabanas tiene una extensión aproximada de 180,000 km<sup>2</sup>, de los cuales el 65% son Ultisoles y Psamments ácidos de baja fertilidad natural (Berroterán, 1992). En este ecosistema predominan las especies forrajeras nativas de bajo valor nutritivo y escasa producción de forraje (Blydenstein, 1962; San José y Medina, 1976).

El establecimiento de pasturas asociadas con cultivos de ciclo corto como maíz y arroz es una de las prácticas más promisorias para la introducción de especies forrajeras en sistemas de producción animal en áreas neotropicales. Duarte et al. (1994) y Ferrufino (1988) han demostrado la factibilidad de establecer pasturas de *Brachiaria* en asociación con maíz.

En los Llanos de Venezuela, *Andropogon gayanus* CIAT 621 es una de las gramíneas más utilizadas por su buena adaptación, producción de materia seca (MS) y tolerancia a plagas y enfermedades (Berroterán, 1989; Berroterán y García, 1986). Por otra parte, el maíz (*Zea mays* L.) es el cereal que más se cultiva en los Llanos Centrales de Venezuela (MAC, 1992). El objetivo del ensayo fue evaluar el potencial del cultivo asociado de estas especies en términos de establecimiento de la pastura, producción de MS, y economía en tiempo y consumo de energía fósil.

## Materiales y métodos

**Localización.** El ensayo se realizó en el ecosistema sabana isohipertérmica bien drenada de los Llanos Altos Centrales de Venezuela, a 9° 20' de latitud norte y 67° 4' de longitud oeste, a 170 m.s.n.m. y una

precipitación, promedio anual, de 1050 mm distribuida entre mayo y noviembre. El suelo es Haplustox típico, limoso fino, profundo, ácido, con estructura en bloques angulares, y 0.11% de N, 8 ppm de P, 0.2 meq/100 g de K, 76% de saturación de Al y 5.3 meq/100 g de C.I.C. El relieve presenta colinas bajas y sabanas de *Trachypogon vestitus*, *Axonopus purpusii* y *Diectomis fastigiata* (Berroterán, 1988).

**Establecimiento.** El suelo se preparó con tres pases de rastra liviana en forma cruzada. Antes del último pase se aplicaron a voleo 20, 17 y 16 kg/ha de N, P y K, respectivamente. La siembra del maíz (híbrido P.B.8) se hizo en forma mecánica el 14 de junio de 1986 en surcos distanciados 90 cm y una densidad de 63,000 plantas/ha. Inmediatamente después de la siembra del maíz se aplicaron, a 5 cm del surco, 28, 25 y 24 kg/ha de N, P y K, respectivamente. La gramínea se sembró en forma manual en surcos alternos con el maíz, colocando las semillas a chorrillo. El control preemergente de malezas se hizo con triazina (1.5 kg/ha), y 30 días después de la siembra se aplicaron 40 kg/ha de N.

**Tratamientos.** Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, en el cual los tratamientos fueron las edades de corte (28, 56, 84, 112 y 140 días después de la siembra). El análisis de varianza se efectuó para cada una de las variables dependientes: biomasa, morfoestructurales y de crecimiento de las dos especies que se evaluaron. El área de medición en cada tratamiento fue de 4 m<sup>2</sup> y el área total del cultivo asociado fue de 3 ha.

**Mediciones.** Los cortes, tanto del maíz como de la gramínea, se hicieron a ras de suelo.

Las variables de biomasa incluyeron la producción total de MS de la parte aérea y de sus componentes tallos y hojas, órganos de reproducción y material senescente (Brown, 1960).

\* Investigador del Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado 47058, Los Chaguáramos, Caracas 1041A, Venezuela.

Como variables morfoestructurales se midieron en 10 plantas de cada especie, el número de hojas total y verdes, la altura de planta desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja superior o hasta la inflorescencia, la cobertura del suelo por cada especie en 2 m<sup>2</sup> (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974), el área basal de los tallos o macollas y la densidad de plantas/m<sup>2</sup>.

En 20 hojas/parcela de cada especie se estimaron, de acuerdo con los índices propuestos por Blackman (1986) y Hunt (1978), los índices siguientes: índice de área foliar (IAF) = área foliar/área de suelo (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>); área foliar específica (AFE) = área foliar/peso foliar (cm<sup>2</sup>/g); tasa absoluta de crecimiento (TAC) = (B<sub>2</sub> - B<sub>1</sub>)/(t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>) (g/m<sup>2</sup>/día), donde B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> es la biomasa medida en dos cosechas sucesivas en t<sub>1</sub> y t<sub>2</sub>; tasa relativa de crecimiento (TRC) = (log e B<sub>2</sub> - log e B<sub>1</sub>)/(t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>) (mg/g/día); tasa de asimilación neta (TAN) = (B<sub>2</sub> - B<sub>1</sub>)/(t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>) (log e A<sub>2</sub> - log e A<sub>1</sub>)/(A<sub>2</sub> - A<sub>1</sub>) (mg/cm/día), donde A es el área foliar en los tiempos t<sub>1</sub> y t<sub>2</sub>.

La importancia relativa de las plantas dentro de una comunidad o índice de valor de importancia (IVI) (Brown et al., 1990) se obtuvo mediante la sumatoria en cada especie de las características relativas de biomasa aérea, cobertura aérea, área basal, altura y densidad de plantas. La sumatoria de los IVI de ambas especies alcanza un valor máximo de 500.

## Resultados y discusión

**Fitomasa.** En el balance hídrico de 1986 (Figura 1) no se observa déficit de agua entre junio y octubre; por lo tanto, se puede inferir que las alteraciones en la producción de biomasa y en las tasas de crecimiento no se debieron a estrés por sequía.

En el maíz híbrido P.B.8., la proporción hoja/tallo es menor de 1 en el estado vegetativo (28 días), al inicio del estado reproductivo (56 días) y en la época de llenado del grano (84 días), y ligeramente mayor de 1 en la etapa de maduración, 100 días después de la siembra (Figura 2A). En Maracay, Venezuela, Siero y Fernández (1985) encontraron con este mismo híbrido, la menor proporción de hojas durante las épocas de floración y llenado de granos, y de tallos en el período de senescencia.

En el inicio del estado reproductivo del maíz, que ocurre cuando el 75% de las inflorescencias masculinas son visibles (Hanway, 1964), la proporción de biomasa en los órganos reproductivos fue baja (0.10) y el porcentaje de la inflorescencia masculina presentó su valor más alto (3.53%). Por otra parte, la mayor proporción de mazorcas con estigmas se encontró en el segundo corte efectuado 56 días después de la

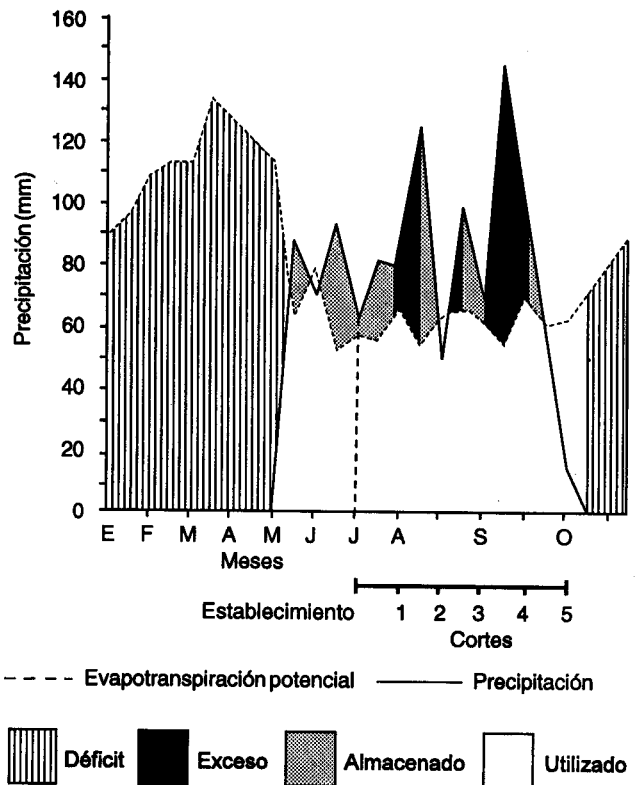


Figura 1. Balance hídrico en el sitio durante el período experimental. Llanos Altos de Venezuela.

siembra. Estos resultados coinciden con los de León (1982), quien con el mismo híbrido de maíz encontró que la floración ocurre entre 51 y 65 días, y que 50% de las inflorescencias tienen polen activo a los 59 días y estigmas visibles a los 61.

Durante los períodos de llenado del grano (84 días) e inicio de floración y senescencia (140 días), el peso de la mazorca fue superior al 45% del peso de la biomasa total del maíz, lo cual coincide con los hallazgos de Smith y San José (1979) y de Guevara y Gil (1988), siendo en este ensayo la producción de granos de 295 g/m<sup>2</sup>. Estos resultados indican que durante el establecimiento de pasturas de *A. gayanus* es posible obtener una cosecha de maíz, sin alterar los estados de desarrollo de este último a través del tiempo.

En la Figura 2B se observa que *A. gayanus* CIAT 621 presentó una mayor proporción de hojas que de tallos hasta 84 días después de la siembra, pero posteriormente esta relación se invirtió. Berroterán y García (1986) en la misma zona encontraron una tendencia similar cuando evaluaron el desarrollo de este pasto cultivado en monocultivo, aunque en el presente ensayo la proporción de tallos fue más alta,

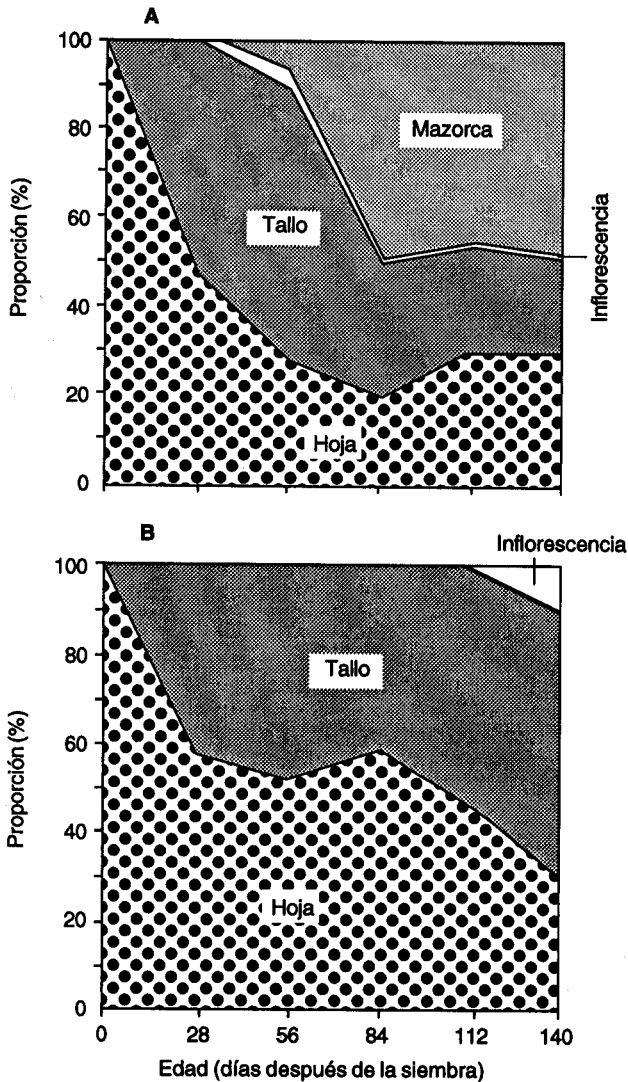


Figura 2. Proporción de los componentes de la fitomasa del maíz (A) y de *Andropogon gayanus* (B), establecidos en asociación.

debido a su mayor elongación estimulada por la competencia del cultivo de maíz por luz. La etapa reproductiva del maíz ocurrió después de 120 días de la siembra, al final de la época húmeda.

En la Figura 3 se observa que en el maíz, la fitomasa de las hojas fotosintéticamente activas presentó un incremento al inicio del período vegetativo, se mantuvo más o menos constante en el reproductivo y experimentó un marcado aumento durante la época de llenado de granos, cuando produjo 219 g de fitomasa/m<sup>2</sup>, pero luego declinó marcadamente. El desarrollo de la fitomasa de los tallos de maíz fue inicialmente diferente al de las hojas, siendo su crecimiento aparentemente de tipo sigmoideal hasta 84 días, pero posteriormente disminuyó, tal como ocurrió en las hojas. Estos resultados concuerdan con los

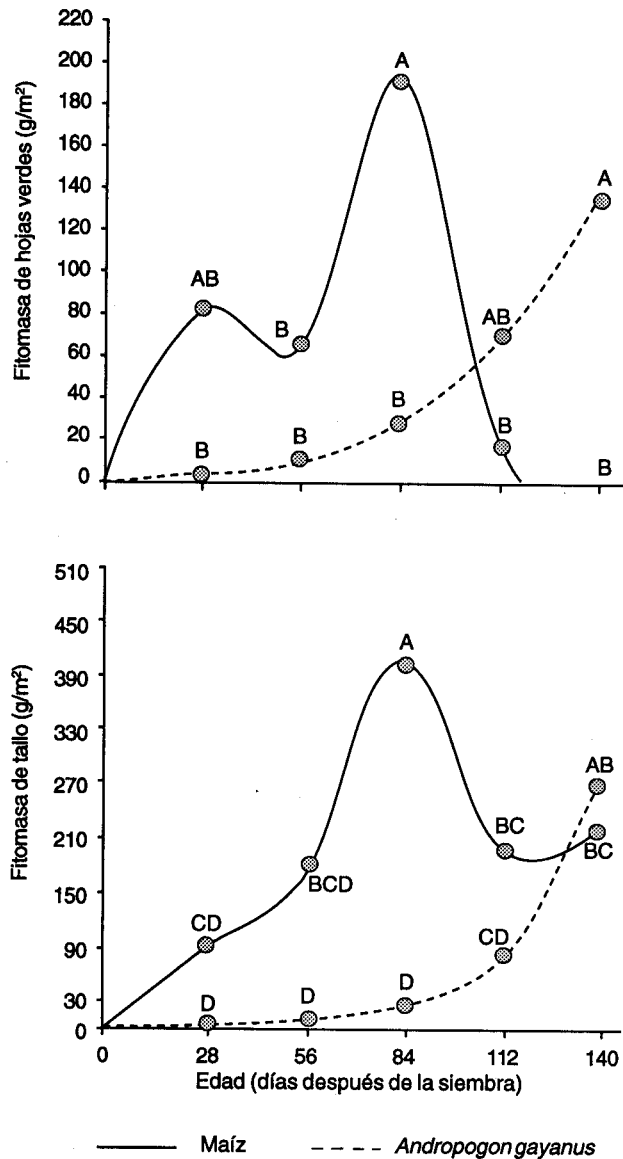


Figura 3. Cambios en el tiempo experimental de la fitomasa de hojas verdes y tallos del maíz y de *Andropogon gayanus*, establecidos en asociación. Valores en un mismo cultivo seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ( $P < 0.05$ ), según la prueba de Duncan.

hallazgos de Tetio-Kagno y Gardner (1988), quienes encontraron la mayor producción de fitomasa de hojas y tallos de maíz entre 70 y 84 días después de la siembra.

La fitomasa de las hojas y tallos de *A. gayanus* presentó un crecimiento que se aproxima a una función de tipo exponencial. La tasa de producción fue baja ( $< 30 \text{ g/m}^2$ ) hasta 84 días y posteriormente aumentó hasta valores aproximados de  $140 \text{ g/m}^2$  para las hojas y de  $300 \text{ g/m}^2$  para los tallos, a los 120 días después de la siembra. Este comportamiento de *A. gayanus* en

asociación con maíz es diferente al observado cuando crece solo, como lo demuestran los resultados de Berroterán y García (1986), quienes encontraron que las hojas de esta especie tienen un aumento lineal de la biomasa (475 g/m<sup>2</sup>) hasta 56 días y de los tallos (412 g/m<sup>2</sup>) hasta 84 días de edad, épocas a partir de las cuales el crecimiento permaneció constante hasta 156 días. Los resultados de este ensayo indican que el maíz asociado retarda el crecimiento de la pastura, especialmente durante los 100 días siguientes a la siembra, lo cual también se ha encontrado en la siembra asociada de especies de *Brachiaria* con maíz (Duarte et al., 1994).

La producción de biomasa de las inflorescencias más los tallos florales de *A. gayanus* fue de 42 g/m<sup>2</sup>, en un corte realizado 140 días después de la siembra (final de la época húmeda). La producción de semilla cruda fue de 17 g/m<sup>2</sup>, la cual es menor a la obtenida por Pérez et al. (1987) en el Perú, pero similar a la encontrada por Terrazas (1991) en México. Estos resultados señalan que la producción de semillas de *A. gayanus* es aceptable, cuando se establece asociado con maíz.

**Variabes morfoestructurales** (Figura 4). En maíz, el número de hojas verdes/planta fue de 7 a los 28 días y aumentó a 14 a los 56 días de edad, pero posteriormente disminuyó por senescencia, aunque el número total de hojas permaneció igual. Muchow (1988), en Australia, encontró un aumento en el número de hojas del maíz hasta 59 días y de esta edad hasta 100 días permaneció constante, lo cual es diferente a lo encontrado en este ensayo.

En *A. gayanus*, el número de hojas/planta fue de 4 a partir de 28 días y permaneció igual hasta 112 días de edad del cultivo. Un comportamiento similar se observó cuando esta especie se estableció en monocultivo, aunque en este último caso el número de hojas/planta fue mayor (Berroterán y García, 1986).

En maíz, la altura de la planta aumentó en forma lineal hasta 84 días después de la siembra, mientras que en *A. gayanus* el crecimiento fue de tipo exponencial, presentando un rápido incremento a partir de 112 días. El comportamiento de esta especie fue diferente al observado por Berroterán y García (1986), quienes encontraron valores mayores cuando crece en monocultivo.

La cobertura aérea del maíz fue máxima (88%) a los 56 días de edad, inicio de la fase reproductiva. En las fases siguientes de llenado del grano y senescencia, la cobertura disminuyó hasta 32%. León (1982) encontró que el híbrido de maíz P.B.8 en la fase reproductiva interceptaba el 70% de la radiación solar,

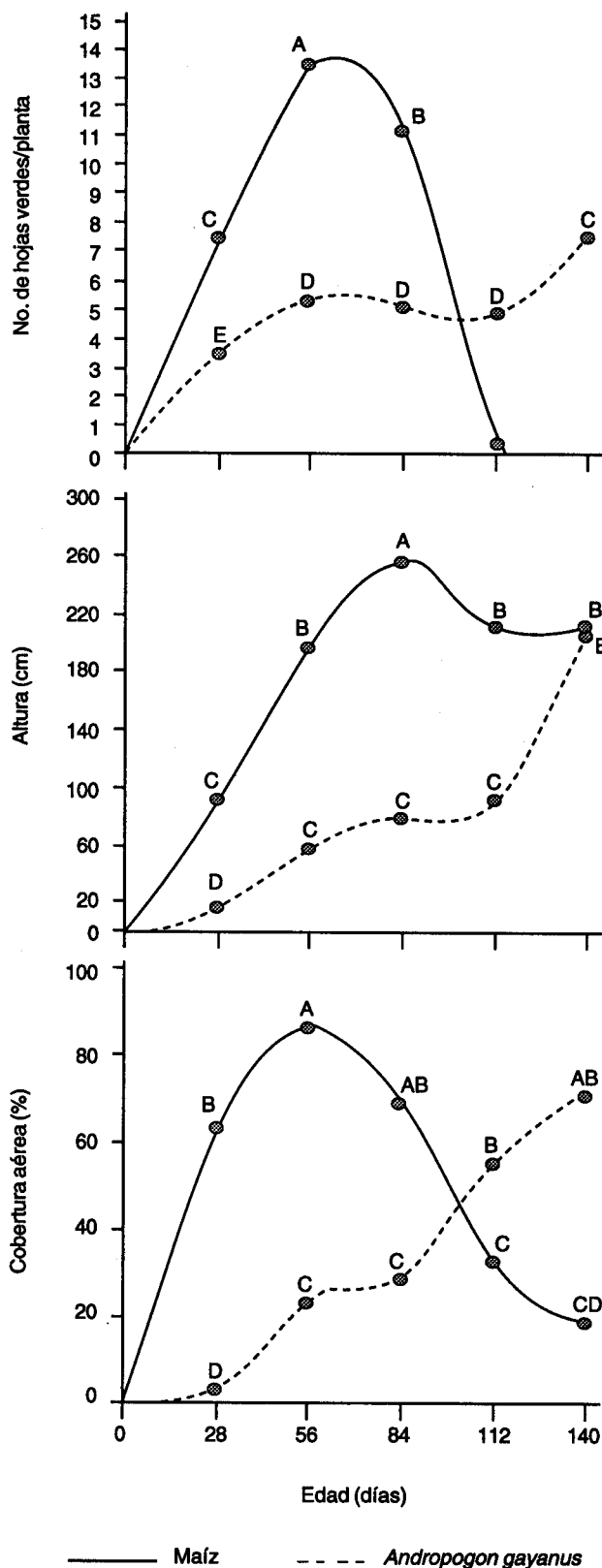


Figura 4. Número de hojas verdes/planta, altura y cobertura del maíz y de *Andropogon gayanus*, establecidos en asociación. Valores en un mismo cultivo seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ( $P < 0.05$ ).

lo cual permite deducir que *A. gayanus* asociado recibió en esta época menos de 30% de la radiación incidente, equivalente a 0.33 calorías/cm<sup>2</sup>/min. De acuerdo con Ludlow (1978), este nivel de radiación limita el normal desarrollo de las gramíneas tropicales tipo C<sub>4</sub>, las cuales no se saturan con iluminación completa de la luz solar.

La cobertura de *A. gayanus* presentó un comportamiento de tipo sigmoideal entre la siembra y 84 días de edad, con valores que pueden considerarse bajos (<30%). No obstante, después de esta edad y hasta 140 días, la cobertura aumentó en forma significativa ( $P < 0.05$ ), lo cual coincidió con una disminución en la cobertura del maíz debido a su estado de senescencia. Este comportamiento diferente de las especies asociadas en esta fase de desarrollo, permitió a la gramínea interceptar una mayor radiación solar y competir por agua y nutrimentos.

**Variables de crecimiento** (Figuras 5 y 6). *Andropogon gayanus* presentó valores de índice de área foliar específicos (AFE) mayores que los del maíz, lo cual indica una mayor superficie foliar por unidad de peso de hoja en el pasto que en el maíz, que en el primero se traduce en una alta eficiencia fotosintética.

El índice de área foliar (IAF) de *A. gayanus* presentó una tendencia exponencial a través del tiempo. Hasta 100 días de edad fue bajo (< 1) y menor del encontrado cuando esta especie creció en monocultivo (Berroterán y García, 1986); sin embargo, a partir de esta época, el IAF aumentó hasta un valor cercano a 2.9, que es superior al propuesto como óptimo (1.9) para el crecimiento de esta gramínea (Berroterán y García, 1986). Por otro lado, el maíz asociado presentó valores de IAF similares a los encontrados por Lorens et al. (1987) y Muchow (1988) y se consideran adecuados para el desarrollo del cultivo.

Los valores de IAF encontrados demuestran que el maíz afecta el desarrollo foliar de *A. gayanus* asociado, especialmente durante los 100 días siguientes a la siembra, aunque posteriormente este efecto negativo del maíz desaparece y el pasto recupera su desarrollo normal.

En el maíz, las tasas absolutas de crecimiento (TAC) y de asimilación neta (TAN) presentaron su mayor valor 84 días después de la siembra y disminuyeron en forma significativa a partir de esta edad, mientras que la tasa relativa de crecimiento (TRC) fue alta a los 28 días (Cuadro 1). Los valores de la TAC y de la TAN encontrados en este ensayo son similares a los obtenidos por Eddowes (1969) y por Smith y San José (1979) en maíz cultivado en monocultivo; sin embargo, estos investigadores

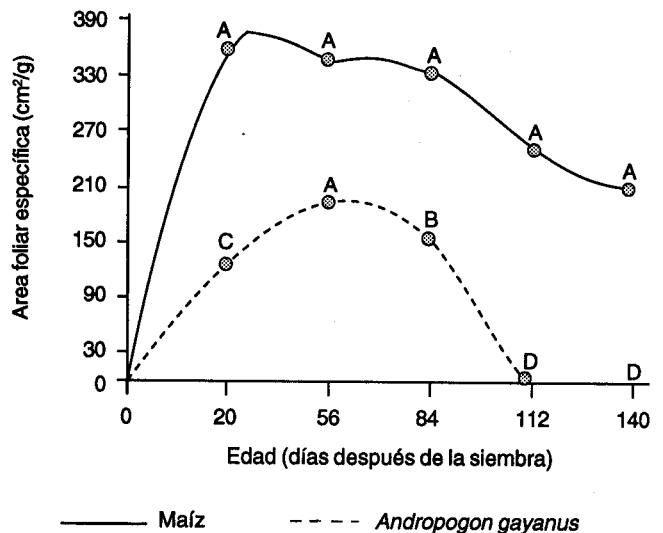
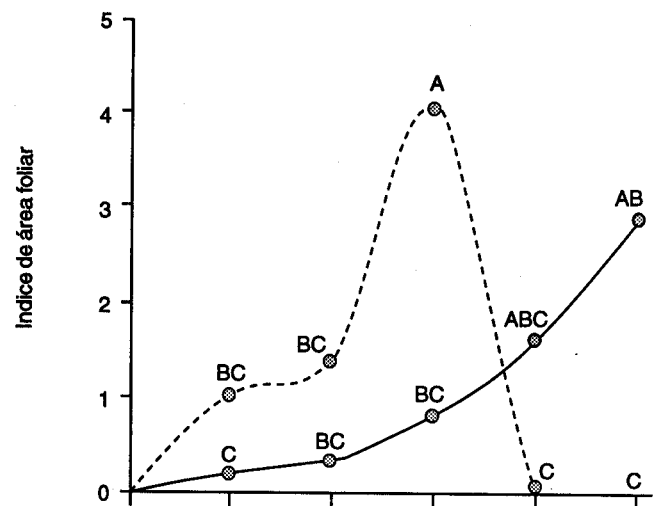


Figura 5. Índice de área foliar y área foliar específica del maíz y de *Andropogon gayanus*, establecidos en asociación. Valores en un mismo cultivo seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ( $P < 0.05$ ).

encontraron el máximo valor de la TAN 28 días después de la siembra.

Los valores de TAC, TAN y TCR de *A. gayanus* asociado fueron menores a los observados en estudios previos efectuados con esta gramínea en monocultivo (Berroterán y García, 1986). Estas tasas fueron altas sólo cuando el maíz alcanzó su fase de senescencia (140 días) y, por lo tanto, disminuyó la competencia por luz y nutrimentos. A partir de esta época se presentó el mayor IAF de *A. gayanus*.

**Índice de valor de importancia** (Figura 6). En el maíz, este índice disminuye de manera lineal desde la

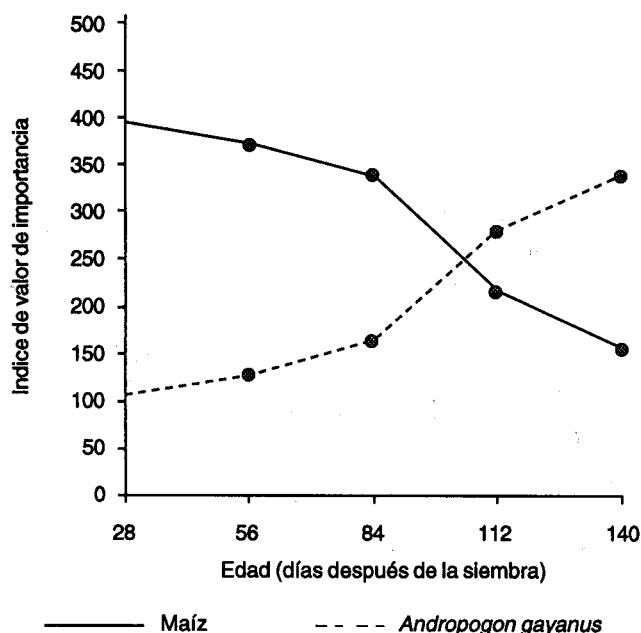


Figura 6. Índice de valor de importancia del maíz y de *Andropogon gayanus*, establecidos en asociación.

Cuadro 1. Tasa absoluta de crecimiento (TAC), tasa relativa de crecimiento (TRC) y tasa de asimilación neta (TAN) en cultivos de maíz y *Andropogon gayanus* CIAT 621 establecidos en asociación.

Cultivo	Edad (días)	TAC (g/m <sup>2</sup> /día)	TRC (mg/g/día)	TAN (g/cm <sup>2</sup> /día)
Maíz	28	6.12 b*	180 a	0.60 b
	56	4.03 b	20 b	3.07 b
	84	39.86 a	60 b	17.68 a
	112	0 b	0 b	0 b
	140	6.64 b	10 b	0 b
<i>A. gayanus</i>	28	0.31 b	80 b	0 b
	56	0.45 b	30 b	1.60 b
	84	1.12 b	30 b	1.95 b
	112	3.47 b	40 b	2.88 b
	140	11.24 b	50 b	5.86 b

\* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Duncan.

siembra hasta el día 84. En este período ocurre una dominancia evidente de este cultivo, debido a la mayor producción de biomasa, altura de planta, cobertura y área basal en comparación con el pasto asociado. A partir de esta época, el IVI del maíz disminuye de manera drástica y aumenta el de *A. gayanus*, lo cual coincide con la aparición de un mayor desarrollo de sus variables morfoestructurales y de crecimiento.

## Conclusiones

En este ensayo se encontró que el cultivo asociado de maíz y *A. gayanus* no afectó el desarrollo de la fitomasa

aérea del primero y su comportamiento fue similar al observado cuando se cultiva en monocultivo. En *A. gayanus* se observó una reducción en las variables morfoestructurales de crecimiento y de biomasa hasta 100 días después de la siembra, por efecto de la competencia del cultivo de maíz asociado. Sin embargo, después de esta edad la cobertura, la altura, la biomasa, la TAC y la TAN del pasto alcanzaron valores similares a los obtenidos cuando se establece solo.

Estos resultados permiten concluir que la asociación de maíz con *A. gayanus* CIAT 621 no presenta problemas de competencia en la etapa de establecimiento de pasturas. Aún cuando existió competencia, ésta no fue de una magnitud suficiente para provocar la pérdida de *A. gayanus*, aunque sí ocurren cambios en el comportamiento de las especies de la asociación a través de las diferentes etapas del cultivo. Por lo anterior, el establecimiento de pasturas de *A. gayanus* utilizando maíz como cultivo asociado, constituye una alternativa viable en los Llanos Altos Centrales de Venezuela.

## Summary

The experiment was conducted in a well-drained, isohyperthermic savannas ecosystem of the Venezuelan Llanos, located a 9° 20' N latitude and 67° 4' W longitude. Soils are Typic Haplustox and the annual rainfall is 1050 mm, with the rainy season from May to October. In June 1986, hybrid maize P.B.8 was planted at 90 cm between rows with a density of 63,000 plants/ha. *Andropogon gayanus* CIAT 621 was established between the rows of maize. Nitrogen was applied at 28 kg/ha, P at 25 kg/ha and K at 24 kg/ha. Treatments consisted of cutting at different ages (28, 56, 84, 112, and 140 days), arranged in a completely randomized design with three replications. Biomass, morphological, and growth variables were determined for each species. The value index of importance (VI) was determined as the sum of relative basal area, density, green biomass, coverage and height. Growth starts with the ecological dominance of maize (VI = 391) until day 84; afterwards, *A. gayanus* dominates (VI = 339). Green biomass, absolute growth rate (AGR), leaf area index (LAI), and maize coverage show exponential curves until day 84. Afterwards, those curves decline until maize harvest at day 140. Maximum total green biomass (1340 g DM/m<sup>2</sup>/day), LAI (4.06), and AGR (39 g DM/m<sup>2</sup>/day) occur at day 84. The performance of the variables indicates that the association of maize and *A. gayanus* does not affect maize production and growth. In *A. gayanus*, green biomass, coverage, AGR, and LAI are low until 84 days of age, being lower than maize. The values are also low compared with the pure pasture. After day 84,

these variables were higher for *A. gayanus*. Data on pasture flowering at day 140, maximum green biomass (4429 g DM/m<sup>2</sup>/day), coverage (73%), AGR (11.24 g DM/m<sup>2</sup>/day), and LAI (2.89) indicated a good establishment of *A. gayanus*. The establishment of this pasture, associated with a high maize production, is therefore feasible in the Venezuelan Llanos.

## Referencias

- Berroterán, J. 1988. Paisajes ecológicos de sabanas en los Llanos Altos Centrales de Venezuela. *Ecotrópicos* 1(2):2-7.
- \_\_\_\_\_. 1989. Respuesta de *Andropogon gayanus* y de *Digitaria swazilandensis* a la fertilización en los Llanos Centrales de Venezuela. *Pasturas Tropicales* 11(3):2-7.
- \_\_\_\_\_. 1992. Los suelos ácidos de las sabanas de los Llanos Venezolanos y aspectos en el manejo de pastizales. Trabajo de promoción. Parte 1. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 207 p.
- \_\_\_\_\_. y García, L. 1986. Crecimiento y producción de *Andropogon gayanus* Kunth en el período de establecimiento en las sabanas de Venezuela. *Pasturas tropicales-boletín* 8(3):2-8.
- Blackman, G. 1986. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. En: Eckard, F. (ed.). Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level. Copenhagen symposium. Proc. UNESCO. p. 243-259.
- Blydenstein, J. 1962. La sabana de *Trachypogon* del Alto Llano. *Bol. Soc. Ven. Cienc. Nat.* 23:139-206.
- Brown, D. 1960. Methods of surveying and measuring vegetation. Bol. no. 42. Commonwealth Agricultural Bureaux, Inglaterra. 223 p.
- Brown, J.; Zar, J.; y Von-Ende, C. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. 3th. ed. Wm. C. Brown Publisher. E.U. 237 p.
- Duarte, J.; Pezo, D.; y Arze, J. 1994. Crecimiento de tres gramíneas forrajeras establecidas en cultivo intercalado con maíz (*Zea mays*) o vigna (*Vigna unguiculata* Walp.). *Pasturas Tropicales* 16(1):8-14.
- Eddowes, M. 1969. Physiological studies of competitions in *Zea mays* L. 1: Vegetative growth and ear? Development in maize. *J. Agric. Sci. Camb.* 72:185-193.
- Ferrufino, A. 1988. Establecimiento de *Brachiaria decumbens* en asocio con arroz y maíz después del desbosque. Informe Anual 1987. Estación Experimental Chipiriri, Programa de Forrajes, Bolivia. p. 37-42.
- Guevara, J. y Gil, G. 1988. Evaluación de variables biométricas en 23 cultivares de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 145 p.
- Hanway, J. 1964. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 55:487-492.
- Hunt, R. 1978. Plant growth analysis in biology. 96. Edward Arnold ed., Londres. 67 p.
- León, E. 1982. Caracterización de nueve materiales genéticos de maíz (*Zea mays* L.) en cuanto a captación de energía y otros aspectos arquitectónicos y morfológicos en relación con los rendimientos. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 98 p.
- Lorens, G. F.; Bennett, J. M.; y Loggale, L. B. 1987. Differences in drought resistance between two corn hybrids. 2: Component analysis and growth rates. *Agron. J.* 79:808-813.
- Ludlow, M. 1978. Light relations of pastures plants. En: Wilson, J. R. (ed.). Plant relations in pastures. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia. p. 35-49.
- MAC (Ministerio de Agricultura y Cría). 1992. Taller de trabajo sobre perspectivas de desarrollo agropecuario. Dirección de Estadística e Informática. Caracas. 15 p.
- Muchow, R. 1988. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. 1: Leaf growth and leaf nitrogen. *Field Crops Res.* 18:1-16.
- Muller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, Londres. 547 p.
- Pérez, R.; Ferguson, J.; y López, W. 1987. Producción de semillas de tres especies forrajeras en Tarapoto, Perú. *Pasturas tropicales-boletín* 9(2):18-23.
- San José, J. y Medina, E. 1976. Organic matter production in the *Trachypogon* savanna at Calabozo, Venezuela. *Trop. Ecol.* 17(2):113-124.
- Siero, E. y Fernández, L. 1985. Acumulación y distribución de biomasa y nutrimentos (N, P, K) en la parte aérea del maíz (*Zea mays* L.) sometido a restricciones hídricas. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 121 p.
- Smith, A. y San José, J. 1979. Productividad del maíz (*Zea mays* L.) en las condiciones climáticas de los Llanos Altos de Venezuela. 1: Crecimiento de los híbridos Obregón y FM6 sembrados en la temporada de lluvia. *Agron. Trop.* 29(2):127-140.
- Terrazas, J. 1991. Efecto de la época de defoliación en la producción de semilla de *Andropogon gayanus* cv. Lanero. *Pasturas Tropicales* 13(2):39-41.
- Tetio-Kagno, F. y Gardner, F. 1988. Responses of maize to plant population density. 1: Canopy development, light relationships, and vegetative growth. *Agron. J.* 80:930-935.