

Respuesta de *Andropogon gayanus* y *Digitaria swazilandensis* a la fertilización en los Llanos Centrales de Venezuela

J. L. Berroterán*

Introducción

En Venezuela el ecosistema de sabanas tiene una superficie de 115,700 km². Este se caracteriza por la presencia de Ultisoles, Oxisoles y Psamments deficientes en macro y micronutrientes, alta acidez y algunas veces toxicidad de aluminio (Al) (Berroterán, 1989). La gramínea nativa predominante es *Trachypogon*, con baja producción de MS y valor nutritivo (Blydenstein, 1962; San José y Medina, 1976), lo cual se refleja en la baja producción animal obtenida en estas sabanas (Alvarez y Lascano, 1987).

La producción de MS y respuesta de *Andropogon gayanus* Kunth y *Digitaria swazilandensis* Stent a la aplicación de fertilizantes solubles han sido estudiadas por Corado (1981), Faría et al. (1982), Faría y Barreto (1983), Sanabria (1986), Berroterán y García (1986) y Faría et al. (1987).

El objetivo del presente ensayo fue determinar el potencial relativo de producción de MS, crecimiento y valor nutritivo de estas especies con la aplicación de dosis bajas de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

Materiales y métodos

Localización y suelos. El ensayo se realizó en el ecosistema de 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, predominando la época de humedad entre mayo y noviembre. El suelo es Haplustox típico, limoso fino, profundo, ácido, de estructura en bloques angulares, baja capacidad de intercambio catiónico (5.3 meq/100 g de suelo), 76% de saturación de Al, 0.11% de N total y 0.2 meq/100 g de K, con 8 ppm de P disponible hasta 50 cm de profundidad y superior a 18 ppm a mayor profundidad.

El clima es semi-árido cálido y el relieve presenta colinas bajas y sabanas con *Trachypogon vestitus*, *Axonopus purpusii* y *Diectomis fastigiata* (Berroterán, 1988).

Tratamientos. En junio de 1985 se realizó un corte de uniformización y se aplicaron los tratamientos. El P y el K se aplicaron al voleo al inicio del ensayo; el N se aplicó fraccionado, la mitad al inicio y la otra mitad después del segundo corte. Las dosis de N, P y K fueron de 80, 18 y 33 kg/ha, respectivamente, más un tratamiento testigo que no recibió aplicación de fertilizantes. Los tratamientos se dispusieron en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, en el cual las gramíneas

* Profesor investigador del Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Apartado Postal 47058, Caracas 1041-A, Venezuela.

constituyeron las parcelas principales y las dosis de los nutrimentos las subparcelas.

Mediciones. Entre junio de 1985 y enero de 1986 se realizaron cinco cortes cada 42 días. *Andropogon gayanus* se cortó a 25 cm y *D. swazilandensis* a 10 cm del suelo; el área de corte fue de 4 m². En cada corte se determinaron la producción de MS de la biomasa total, de hoja y de tallos, material senescente y producción de malezas (Brown, 1952). Los índices de crecimiento estimados fueron el área foliar (AF), la tasa absoluta de crecimiento (TAC), el área foliar específica (AFE), el cociente de área foliar (CAF) y el cociente de peso foliar (CPF) (Blackman, 1986); la digestibilidad in vitro se determinó por el método de Alexander (1966), el P por el método de Harris y Popat (1959), el N por microkjeldald y el K por espectrofotometría de absorción atómica.

Resultados y discusión

Producción de biomasa. Se encontraron diferencias entre especies ($P < 0.05$) en relación con la respuesta a la fertilización. *Andropogon gayanus* no respondió a la fertilización en

términos de biomasa total de sus componentes; por el contrario, con *D. swazilandensis* se encontró respuesta significativa ($P < 0.05$). La mayor producción promedio de biomasa total de *A. gayanus* en comparación con *D. swazilandensis* indica un mayor potencial de producción de la primera gramínea en condiciones de suelos de baja fertilidad; esto se reflejó en una menor invasión de malezas en las parcelas de *A. gayanus* (Cuadro 1).

La ausencia de respuesta de *A. gayanus* a la fertilización se debe a su eficiente utilización del N nativo y absorción del K por intercambio catiónico radical y a que el nivel de P en el suelo (mayor de 18 ppm después de 50 cm) llena los requerimientos nutricionales de esta gramínea (CIAT, 1980).

La biomasa total acumulada de *A. gayanus* a los 210 días varió entre 6575 y 8964 kg/ha de MS, lo cual es inferior a las producciones encontradas en Carimagua, Colombia, por CIAT (1978), y en los Llanos de Venezuela por Corado (1981) y Faría et al. (1982). La baja producción de MS se debió a la escasa precipitación (681 mm) en el período experimental; según Jones (1979) la baja precipitación afecta la producción de *A. gayanus*.

Cuadro 1. Producción promedio (g/m²) de biomasa de *Andropogon gayanus* y *Digitaria swazilandensis* con la aplicación de diferentes niveles de N, P y K.

Especie	N P K			Total	Verde	Hojas	Tallos	Material senescentes	Malezas
	(kg/ha)								
<i>A. gayanus</i>									
	0	0	0	139.43	120.07	80.79	39.28	10.34 ab	0.80
	0	18	0	156.55	143.60	97.29	46.31	6.26 c	2.16
	0	0	33	127.23	110.39	77.21	33.18	8.25 abc	3.62
	0	18	33	179.28	157.90	103.08	54.82	6.71 c	1.79
	80	0	0	131.15	114.91	76.50	38.41	6.70 c	1.34
	80	18	0	137.85	120.16	78.82	40.34	7.73 bc	2.51
	80	0	33	132.01	116.00	79.48	36.52	7.11 bc	5.39
	80	18	33	169.74	146.24	91.06	55.18	11.47 a	1.75
Promedio				146.73 A*	138.81 A	85.65 A	42.67	8.08	2.42 B
<i>D. swazilandensis</i>									
	0	0	0	53.35 c	38.21 c	13.81 c	24.40 c	15.14	32.65
	0	18	0	97.80 abc	75.21 bc	26.09 abc	49.12 bc	22.59	35.67
	0	0	33	83.20 bc	63.31 bc	20.05 bc	43.26 bc	19.89	40.09
	0	18	33	99.80 abc	78.27 abc	25.52 bc	52.52 bc	21.53	25.76
	80	0	0	58.23 bc	45.96 bc	15.12 c	30.84 abc	12.27	44.23
	80	18	0	79.75 bc	67.00 bc	21.64 bc	45.36 bc	12.75	53.61
	80	0	33	118.34 ab	97.48 ab	32.46 ab	64.93 ab	20.86	19.62
	80	18	33	148.87 a	132.20 a	39.83 a	92.37 a	16.76	32.06
Promedio				92.39 B	74.71 B	4.34 B	50.35	17.71	35.46 A

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

La biomasa total acumulada de *D. swazilandensis* varió entre 2667 y 7443 kg/ha de MS, lo cual refleja una alta respuesta de esta especie a la fertilización. La mayor producción de MS se obtuvo con la aplicación de 80 kg/ha de N, 18 kg/ha de P y 33 kg/ha de K (Cuadro 1). Sanabria (1986) en los Llanos de Venezuela encontró incrementos lineales en la producción de biomasa con aplicaciones de 200 kg/ha de N; Velásquez et al. (1975) demostraron que el N es el nutrimento más limitativo para el crecimiento de esta especie en la zona.

La interacción de N con K influyó más en el rendimiento de MS que la interacción de N y P; esta baja respuesta a P se puede explicar por la adecuada concentración de este nutrimento a 50 cm de profundidad. Parra y Flores (1977) encontraron que el P, al igual que el N, limita la producción de *D. swazilandensis*. La producción obtenida en este ensayo es baja en comparación con la encontrada por Xande y Vivier (1977) en Guyana Francesa.

Variables de crecimiento. Con *A. gayanus* no se encontraron diferencias significativas en la TAC, en el IAF, en el AFE, en el CAF y en el CPF. Por el contrario, *D. swazilandensis* sí presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) en estas variables (Cuadro 2). La mayor TAC de *A.*

gayanus evidencia su mayor crecimiento y el mayor CAF y CPF muestran una mejor eficiencia en la relación fotosíntesis/respiración en comparación con *D. swazilandensis*. Sin embargo, la TAC (4 g/m²) y el IAF (1.2 a 1.8) de *A. gayanus* son menores a los valores considerados como óptimos para esta especie (Haggar, 1970; Berroterán y García, 1986).

En *D. swazilandensis* los valores más altos de la TAC, el IAF y el AFE se obtuvieron con la aplicación de N, P y K, aunque estos valores se consideran bajos para esta especie.

Valor nutritivo. Tanto *D. swazilandensis* como *A. gayanus* presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en contenido de PC, P y K por efecto de los tratamientos (Cuadro 3). La primera gramínea tuvo valores más altos para estas características y la segunda una relación hoja/tallo significativamente mayor.

En *A. gayanus* la PC fue superior a 6.5%, valor propuesto por Stobbs (1975) como suficiente para llenar los requerimientos de animales en pastoreo. En *D. swazilandensis* el contenido de PC fue mayor de 8%, siendo similar a los valores encontrados por Coward-Lord et al. (1974) e inferiores a los encontrados por Xande y Vivier (1977) y Sanabria (1986).

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de N, P y K en las variables de crecimiento de *Andropogon gayanus* y *Digitaria swazilandensis*.

Especie	N	P	K	IAF	AFE	CAF	CPF	TAC
	(kg/ha)				(cm ² /g)	(cm ² /g)		(g/m ² /día)
<i>A. gayanus</i>	0	0	0	1.54	191.39	124.42	0.66	3.32
	0	18	0	1.88	198.59	128.34	0.68	3.74
	0	0	33	1.23	161.81	103.85	0.66	3.03
	0	18	33	1.75	175.60	109.36	0.64	4.22
	80	0	0	1.32	176.46	110.91	0.65	3.12
	80	18	0	1.37	172.17	110.44	0.66	3.30
	80	0	33	1.32	173.53	110.18	0.66	3.14
	80	18	33	1.66	184.07	114.33	0.64	4.03
Promedio				1.51 A*	179.20	113.98 A	0.66 A	3.49 A
<i>D. swazilandensis</i>	0	0	0	0.24 b	180.53 bc	74.54 a	0.41 a	1.27 b
	0	18	0	0.58 ab	195.53 bc	72.92 ab	0.38 ab	2.18 ab
	0	0	33	0.36 b	172.77 c	63.40 c	0.37 ab	1.99 b
	0	18	33	0.49 b	186.48 bc	70.49 abc	0.37 ab	2.38 ab
	80	0	0	0.34 b	202.01 ab	72.34 ab	0.36 b	1.33 b
	80	18	0	0.43 b	194.01 abc	70.51 abc	0.36 b	1.90 b
	80	0	33	0.58 ab	186.32 bc	64.27 bc	0.35 b	2.68 ab
	80	18	33	0.99 a	211.93 abc	68.90 abc	0.34 b	3.55 a
Promedio				0.59 B	191.16	69.67 B	0.37 B	2.16 B

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

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de N, P y K en el valor nutritivo de *Andropogon gayanus* y *Digitaria swazilandensis*.

Especie	N	P	K	Proteína (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Dig. (%)	Relación H/T
	(kg/ha)							
<i>A. gayanus</i>								
	0	0	0	7.29 ab	0.11 b	1.69 ab	42.81	2.06
	0	18	0	6.96 b	0.15 ab	1.77 a	43.23	2.10
	0	0	33	6.84 b	0.10 b	1.72 a	41.23	2.33
	0	18	33	7.64 ab	0.14 ab	1.84 a	43.41	1.88
	80	0	0	7.83 a	0.11 b	1.70 ab	42.36	1.99
	80	18	0	7.01 b	0.16 a	1.54 b	42.37	1.98
	80	0	33	7.96 a	0.11 b	1.76 a	41.50	2.18
	80	18	33	6.91 b	0.13 ab	1.61 b	41.22	1.65
Promedio				7.34 B*	0.12 B	1.72 B	42.64 B	2.02 A
<i>D. swazilandensis</i>								
	0	0	0	8.27 bc	0.15 c	2.03 bc	46.94	0.70
	0	18	0	8.66 bc	0.26 a	2.03 bc	45.40	0.64
	0	0	33	8.11 c	0.11 c	2.13 ab	47.40	0.61
	0	18	33	8.00 c	0.26 a	2.21 ab	49.52	0.64
	80	0	0	9.64 ab	0.16 bc	2.14 ab	48.76	0.58
	80	18	0	10.41 a	0.28 a	1.91 c	46.46	0.59
	80	0	33	8.17 bc	0.12 c	2.15 ab	45.74	0.55
	80	18	33	8.93 bc	0.25 ab	2.30 a	46.91	0.55
Promedio				8.77 A	0.19 A	2.11 A	47.11 A	0.61 B

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

El contenido de P en ambas especies fue superior a 0.1%, valor considerado como crítico en los requerimientos nutritivos de *A. gayanus* por Sánchez y Salinas (1981) y Couto et al. (1985); los niveles más altos de P ocurrieron cuando se aplicó este nutrimento. El contenido de K fue superior a 1% y no se relacionó con la aplicación de este nutrimento en el suelo; según Stobbs (1975) este nivel de K llena los requerimientos de animales en pastoreo.

La digestibilidad de *D. swazilandensis* fue mayor ($P < 0.05$) que la de *A. gayanus*. La relación hoja/tallo y la digestibilidad no fueron afectadas en forma significativa por la aplicación de fertilizantes; según Waite (1965) al aumentar el contenido de N disminuyen los azúcares totales y la digestibilidad no varía. Estos resultados concuerdan con los de Sanabria (1985) en *D. swazilandensis* y de Faría et al. (1987) en *A. gayanus*, quienes no encontraron cambios en la digestibilidad de estas especies con aplicaciones de N.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en este ensayo se concluye: 1) *Andropogon gayanus* fue más productivo que *D. swazilandensis* y no presentó respuesta significativa en sus variables de biomasa y crecimiento con los niveles de fertilización aplicados. Esto comprueba el potencial productivo de *A. gayanus* en el ecosistema de los Llanos Centrales de Venezuela. 2) Las variables de biomasa y crecimiento de *D. swazilandensis* cambiaron en forma significativa con la fertilización. Los valores más altos de biomasa total, de hojas y de tallos, la TAC y el IAF ocurrieron con la aplicación de N, P y K. Esto sugiere la necesidad de aplicar estos nutrimentos en dosis intermedias o altas en suelos de baja fertilidad. Esta especie presentó valores más altos de PC, P, K y digestibilidad que *A. gayanus*. 3) La producción de biomasa y los índices de crecimiento de *A. gayanus* demuestran, una vez

más, el alto potencial de esta especie en ecosistemas marginales. Los niveles de N, P y K en el pasto están por encima del nivel crítico y cerca del óptimo requerido en la nutrición del mismo.

Summary

Response to the application of N (80 kg/ha), P (18 kg/ha), and K (33 kg/ha) was evaluated in terms of DM production, growth, and nutritive value of *Andropogon gayanus* and *Digitaria swazilandensis*. The trial took place in the well-drained isohyperthermic savannas of the Venezuelan plains (170 m.a.s.l., 1050 mm annual precipitation) in an acid Haplustox (8 ppm of P, 0.2 meq/100 g of K, and 76% of Al).

After five cuttings every 42 days, it was found that the total biomass of *A. gayanus* did not vary with fertilization, but it did with *D. swazilandensis*. Likewise, absolute growth rate (AGR), leaf area index (LAI), effective leaf area (ELA), quotient of leaf area (QLA), and quotient of leaf weight (QLW) of *A. gayanus* were not affected by fertilization, but they were affected in *D. swazilandensis*. In *A. gayanus*, the average CP content was 7.3% and the IVDMD was 42%; in *D. swazilandensis*, these values were 8.8% and 47.1%, respectively. The results once again show the high potential of *A. gayanus* in marginal ecosystems.

Referencias

- Alexander, R. 1966. Establecimiento de un sistema de digestibilidad in vitro en el laboratorio. En: Paladines, O. (ed.). Métodos in vitro para determinar el valor nutritivo de los forrajes. Memorias del Simposio realizado en Octubre 4 al 7 de 1966. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), La Estanzuela, Uruguay. p. 101-144.
- Alvarez, A. y Lascano, E. 1987. Valor nutritivo de las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia. Pasturas tropicales-boletín 9(3):9-17.
- Berroterán, J. y García, L. 1986. Crecimiento y producción de biomasa de *Andropogon gayanus* Kunth en el período de establecimiento en sabanas de Venezuela. Pasturas tropicales-boletín 8(3):2-8.
- . 1988. Paisajes ecológicos de sabanas en Llanos Altos Centrales de Venezuela. Ecotrópicos 1(2):92-108.
- . 1989. Los suelos poco fértiles de sabanas de Llanos Venezolanos. Acta Biol. Ven. (En prensa.)
- 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 Symp. 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. 1952. Methods of surveying and measuring vegetation. Commonwealth Agricultural Bureaux, Inglaterra. 223 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1978. Informe Anual: Programa de Pastos Tropicales 1977. Cali, Colombia. 123 p.
- . 1980. Informe anual: Programa de Pastos Tropicales 1979. Cali, Colombia. 138 p.
- Corado, G. 1981. Rendimiento de materia seca y elementos minerales en cinco especies forrajeras tropicales cultivadas en un suelo Ultisol de sabana. Escuela de Zootecnia, Universidad de Oriente, Jusepín, Venezuela. 80 p. (Mimeografiado.)
- Couto, W; Leite G. y Kornelius, E. 1985. The residual effect of P and lime on the performance of four tropical grasses in a high P-fixing Oxisol. Agron. J. 77:539-542.
- Coward-Lord, J.; Arroyo-Aguilu, J. y García-Molinari, O. 1974. Proximate nutrient composition of 10 tropical forage grasses. J. Agric. Univ. of Puerto Rico 58:305-311.
- Faría, J.; Barreto, L. y Arias, I. 1982. Forrajes y pastizales en los Llanos Centrales. FONAIAP Divulga 1(5):4-14.
- y Barreto, L. 1983. Evaluaciones de cuatro gramíneas forrajeras con tres niveles de fertilización fosfórica en un suelo Ultisol al sur del Edo. Guárico. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Región Llanos Centrales. Estación Experimental Nor Oriente de Guárico, Valle de la Pascua, Venezuela. Serie A. no. 1-07. 56 p.
- ; Arrijoja, I.; Chacón, E.; Berroterán, J. y Chacin, F. 1987. Efecto del corte y de la aplicación de nitrógeno en el crecimiento de *Andropogon gayanus*. Pasturas tropicales-boletín 9(3):2-8.
- Haggar, R. 1970. Seasonal production of *Andropogon gayanus*; 1: Seasonal changes in yield components and chemical composition. J. Agric. Sci. 74:487-494.

- Harris, W. y Popat, P. 1959. Determination of the phosphorus contents of lipids. Amer. Oil Chem. Soc. J. 31:124-131.
- Jones, C. 1979. The potential of *Andropogon gayanus* Kunth for Oxisol and Ultisol savannas of tropical America. Herb. Abs. 49(1):1-8.
- Parra, O. y Flores, A. 1977. Observaciones sobre gramíneas y leguminosas forrajeras introducidas en la mesa de Guanipa. 9a. Jornada Agronómica, Maracay. 19 p.
- Sanabria, D. 1986. Aporte de nitrógeno por la leguminosa *Macroptilium bracteatum* (Nees et Mart) en su asociación con la gramínea *Digitaria swazilandensis* Stent y comportamiento de las dos especies. M.Sc. tesis, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Venezuela. 140 p.
- Sánchez, P. y Salinas, J. 1981. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. Adv. in Agron. 34:279-405.
- San José, J. y Medina, E. 1976. Organic matter production in the *Trachypogon* savanna at Calabozo, Venezuela. Trop. Ecol. 17(2):113-124.
- Stobbs, T. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Trop. Grassl. 9(2):141-150.
- Velásquez, E.; Larez, O. y Brian, W. 1975. Pasture and livestock investigations in the humid tropic Orinoco Delta, Venezuela; 2: Fertilizer trials with introduced forage grasses. Bull. IRI Res. Inst. 43:59.
- Waite, R. 1965. The chemical composition of grasses in relation to agronomical practice. Proc. Nutr. Soc. 24:38.
- Xande, A. y Vivier, M. 1977. Valeur alimentaire et intérêt de trois graminées, *Digitaria swazilandensis*, *Brachiaria tanner* et *Brachiaria decumbens* pour les zones tropicales humides. Nouvelles Agronomiques des Antilles et de la Guyane 3:273-282.