

Competencia entre *Andropogon gayanus* y plántulas en desarrollo de *Stylosanthes capitata**

R. A. Lemus y J. M. Toledo**

Introducción

Andropogon gayanus cv. Carimagua 1 muestra excelente adaptación a las condiciones ecobiológicas predominantes en sabanas tropicales de América; siendo sus atributos alta producción, tolerancia a la sequía, a plagas y enfermedades. Sin embargo, su productividad y valor nutritivo disminuyen durante períodos prolongados de sequía comunes en las sabanas (Grof, 1981). Además, en monocultivo tiende a degradarse cuando se maneja con cargas altas (> 2 animales/ha) y pastoreo continuo (CIAT, 1986).

Stylosanthes capitata es una leguminosa nativa de las sabanas de Brasil y Venezuela (Grof et al., 1979). El ecotipo *S. capitata* CIAT 1315 es uno de los componentes del cv. Capica, seleccionado para el ecosistema de sabanas bien drenadas por su tolerancia a antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y plagas como el barrenador del tallo (*Caloptilia* sp.), las cuales afectan gravemente a otras especies del género *Stylosanthes*. Además tiene una excelente adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad (Oxisoles) que predominan en este ecosistema (ICA, 1983). Durante su establecimiento en asociación, esta especie muestra una germinación y desarrollo inicial rápidos. Sin embargo, las plantas madre de crecimiento erecto no estolonífero tienden a desaparecer antes de tres años. Por consiguiente, su persistencia en la pastura depende de la producción de semillas y del desarrollo de nuevas plántulas.

Valencia (1983) encontró que en pasturas asociadas con *A. gayanus* en un Oxisol de Carimagua, Llanos Orientales de Colombia, las plántulas de segunda generación de *S. capitata* tienden a permanecer enanas y con poco desarrollo. Esto se debe a la alta competencia por nutrimentos, especialmente K, ejercida por el sistema radical de la gramínea ya establecida.

Teniendo en cuenta que además de la competencia por nutrimentos del suelo, existen factores de clima y manejo que influyen en la persistencia de los componentes en pasturas asociadas (Wilson, 1978; Haynes, 1980), se realizó este ensayo con el objeto de evaluar el efecto de la competencia radical de plantas de *A. gayanus* CIAT 621 con el desarrollo de plántulas de *S. capitata* CIAT 1315; igualmente, observar el efecto de la fertilización y defoliación de *A. gayanus* en la competencia radical ejercida sobre la leguminosa.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en condiciones de invernadero, en macetas que contenían 3.5 kg de un Oxisol de la estación experimental ICA-CIAT Carima-

* Trabajo realizado durante la permanencia del autor principal como investigador visitante del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, febrero-agosto, 1985.

** Agrónomos, en su orden, investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Apartado postal 231A, Ciudad de Guatemala, Guatemala; y Líder del Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia.

gua ("La Reserva") de pH 4.1, 2.8% de MO, 1.5 ppm de P, 0.36 meq/100 g de Ca, 0.09 meq/100 de Mg, 0.11 meq/100 g de K y 86% de saturación de Al. Los contenidos de arena, limo y arcilla en el suelo fueron de 12, 50 y 38%, respectivamente.

El suelo se tamizó y homogenizó antes de la siembra de la gramínea; se aplicaron dos niveles de fertilización: baja, consistente en 21, 36, 44, 91 y 36 kg/ha de P, K, S, Ca y Mg, respectivamente; y alta, consistente en la aplicación del doble de esas cantidades. Como fuentes de nutrimentos se emplearon Sulfomag (18% K, 11% Mg, 22% S), y escorias Thomas (6.5% P, 37% Ca).

Los tratamientos de competencia radical se establecieron mediante la siembra anticipada de *A. gayanus* a intervalos de dos semanas, iniciándose al momento de la siembra de *S. capitata* los tratamientos de 0, 2, 4, 6 y 8 semanas de desarrollo de la gramínea. Conjuntamente con la siembra de la gramínea en el tratamiento de competencia 0 (siembra conjunta), se sembraron cinco plántulas de *S. capitata* y se aplicó una cepa específica de rizobio. Sin embargo, debido a la escasa uniformidad del efecto de la inoculación, dos semanas después del establecimiento de la leguminosa se aplicaron 30 y 60 kg/ha de N en forma de urea a los tratamientos con niveles de fertilización baja y alta, respectivamente.

Durante el período experimental se aplicó riego para mantener el suelo en 80% de su capacidad de campo. En la mitad del número total de macetas de cada tratamiento de competencia, se cortaron las plantas de *A. gayanus* al momento de la siembra de *S. capitata*, repitiendo esta práctica 30 días después.

En esta forma, los tratamientos constituyeron un factorial completo con cinco niveles de competencia de *A. gayanus*, dos niveles de fertilización y dos prácticas de defoliación de la gramínea. Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques irrestrictamente al azar con cinco repeticiones.

Durante el ensayo, semanalmente se midió la altura y número de hojas de cada especie. Sesenta días después de la siembra de *S. capitata* se cosechó la biomasa aérea y radical de las especies forrajeras en cada maceta, y se midió la producción de MS de la planta entera y sus partes (hoja, tallo, raíz). Al final del ensayo se determinó la extracción de P, K y Ca mediante la diferencia en los contenidos iniciales y finales en el suelo y en el tejido. Las relaciones de competencia entre los diferentes componentes de las plantas se analizaron por regresiones.

Resultados y discusión

Crecimiento de *Stylosanthes capitata*. El desarrollo de *S. capitata*, medido con base en la altura de las plantas y el número de hojas expandidas, fue afectado en forma significativa por los niveles de competencia ejercidos por las plantas de *A. gayanus* sembradas a 0, 2, 4, 6 y 8 semanas de anticipación a la siembra de la leguminosa, especialmente cuando las plantas de *A. gayanus* no fueron cortadas y recibieron el nivel bajo de fertilización. La fertilización alta y el corte de la gramínea disminuyeron el efecto negativo de competencia (Cuadros 1 y 2). El Cuadro 3 presenta el crecimiento

Cuadro 1. Efecto del nivel de competencia, fertilización y corte de *Andropogon gayanus* en la altura de plántulas de *Stylosanthes capitata* a siete semanas de edad.

Competencia**	Fertilización baja*		Fertilización alta*	
	Con corte	Sin corte (cm)	Con corte	Sin corte (cm)
0	7.00	6.51 a***	7.84	7.30 a
2	7.77	6.53 a	8.33	7.58 a
4	7.86	6.94 a	8.92	7.64 a
6	8.08	5.01 b	8.24	6.51 a
8	5.14	3.59 c	7.75	3.02 b
Significancia	NS	P < 0.0001	NS	P < 0.0001

* Fertilización (kg/ha) baja: 21 P, 36 K, 44 S, 91 Ca, 36 Mg
alta: 42 P, 72 K, 88 S, 182 Ca, 72 Mg

** Edad en semanas de *A. gayanus* al momento de la siembra de *S. capitata*.

*** Promedios seguidos por letras iguales en la misma columna no difieren en forma significativa, según la prueba de Duncan.

Cuadro 2. Efecto del nivel de competencia, fertilización y corte de *Andropogon gayanus* sobre el número de hojas expandidas de plántulas de *Stylosanthes capitata* a siete semanas de edad.

Competencia**	Fertilización baja*		Fertilización alta*	
	Con corte	Sin corte (No. de hojas)	Con corte	Sin corte (No. de hojas)
0	9.48 b	9.72 a***	12.20	11.96 a
2	11.52 a	8.60 a	14.00	10.88 a
4	12.00 a	7.96 a	15.48	9.60 ab
6	11.80 a	4.64 b	11.64	6.90 bc
8	6.24 b	3.76 b	9.12	3.72 c
Significancia	P < 0.04	P < 0.0001	NS	P < 0.001

* Las dosis de fertilización son iguales a las que aparecen al pie del Cuadro 1.

** Edad en semanas de *A. gayanus* al momento de la siembra del *S. capitata*.

*** Promedios seguidos por letras iguales en la misma columna no difieren en forma significativa, según la prueba de Duncan.

Cuadro 3. Crecimiento semanal (b = pendiente lineal*) de plántulas de *Stylosanthes capitata* sembradas en asociación con *Andropogon gayanus*.

Tratamientos		Altura		No. de hojas	
Corte de <i>A. gayanus</i>	Fertilización**	b	R ²	b	R ²
		(cm/sem)		(No. hojas/sem.)	
Con corte	baja	0.916	0.98	1.084	0.93
	alta	1.086	0.99	1.230	0.89
Sin corte	baja	0.801	0.98	0.812	0.97
	alta	0.904	0.98	0.930	0.94

* Pendientes lineales calculadas por regresión con ocho datos correspondientes a mediciones semanales.

** Las dosis de fertilización son iguales a las que aparecen al pie del Cuadro 1.

semanal en altura y número de hojas de la leguminosa, desde la siembra hasta siete semanas de edad. Las pendientes lineales encontradas sugieren un claro beneficio de la defoliación de *A. gayanus*, lo mismo que de la fertilización alta, facilitando el desarrollo de las plántulas de *S. capitata*.

Efecto del nivel de competencia. Los resultados de peso seco de *A. gayanus* y *S. capitata* en los tratamientos se utilizaron para analizar por regresión ($y = a + bx + cx^2$) las relaciones de competencia entre ambas especies. La Figura 1 muestra la relación entre la biomasa total (hoja + tallo + raíces) de la gramínea y la leguminosa. Las regresiones encontradas confirman el importante efecto positivo del corte de *A. gayanus* en la acumulación de biomasa de *S. capitata*.

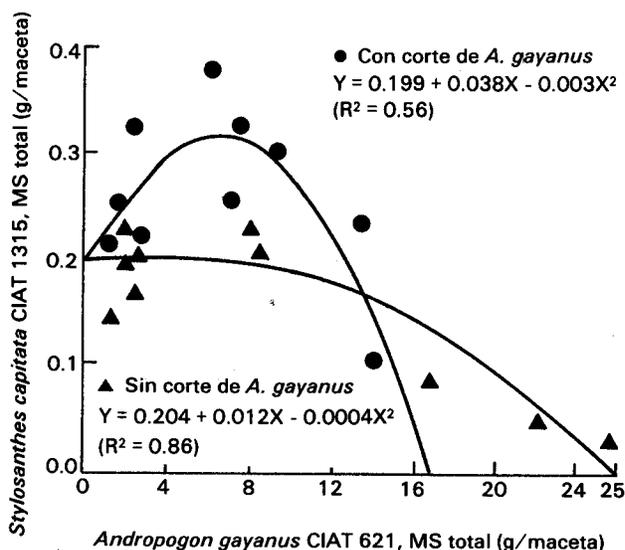


Figura 1. Relación entre las producciones totales de biomasa de *Stylosanthes capitata* CIAT 1315 y *Andropogon gayanus* CIAT 621.

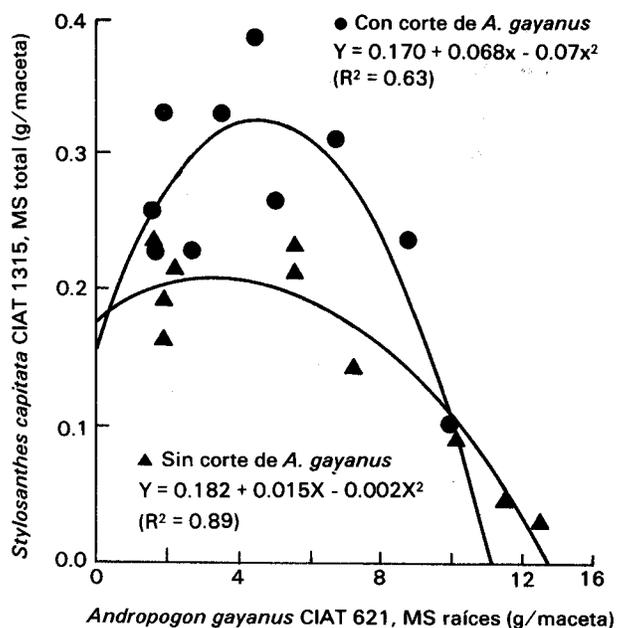


Figura 2. Relación entre la producción total de biomasa de *Stylosanthes capitata* CIAT 1315 y la producción de raíces de *Andropogon gayanus* CIAT 621.

La Figura 2 relaciona la biomasa radical de *A. gayanus* con la biomasa total de *S. capitata*. Cuando la gramínea no se cortó al momento de la siembra de la leguminosa, la biomasa de esta última disminuyó a partir de un peso seco radical de 6 g de *A. gayanus*. Cuando la gramínea se cortó a la siembra de *S. capitata*, se observó igualmente que después de un peso seco de 6 g de raíces de gramínea ocurrió una fuerte disminución de la biomasa total de la leguminosa. Sin embargo, es necesario notar que a valores inferiores a 4 g de peso seco radical de *A. gayanus*, se produjo un incremento en la biomasa de *S. capitata* lo cual sugiere que el corte produce inactivación o muerte parcial del sistema radical de *A. gayanus*, disminuyendo su capacidad competitiva con las plántulas de *S. capitata*. Además, cuando la parte aérea de la gramínea se corta parece darse un efecto sinérgico sobre el desarrollo de plántulas de *S. capitata*, por debajo de 4 g/maceta de raíces de *A. gayanus*.

Es obvio que en condiciones de invernadero en maceta, las relaciones de competencia son exageradas, especialmente con altos niveles de biomasa radical. Sin embargo, en condiciones de campo Valencia (1983) demostró el efecto de la competencia a nivel de raíces entre plantas desarrolladas de *A. gayanus* y plántulas de *S. capitata*. El efecto positivo del corte observado en este ensayo coincide con observaciones de campo del desarrollo de

plántulas enanas de *S. capitata* después de un sobrepastoreo y descanso en pasturas dominadas por *A. gayanus*.

Extracción de nutrimentos. Si se considera que en este ensayo la competencia por luz fue mínima, ya que las macetas se dispusieron para evitar sombreamiento, el mayor efecto de competencia observado ocurrió a nivel radical debido a diferentes niveles de disponibilidad de agua y nutrimentos para las plántulas de *S. capitata*.

En el Cuadro 4 se observa que la extracción de P, K y Ca por parte de *S. capitata* fue afectada negativamente por la presencia de *A. gayanus*, especialmente cuando este último no se cortó. En el mismo cuadro se observa que *S. capitata* sin competencia extrajo diez veces más K y Ca que P. Sin embargo, el efecto de la competencia entre gramínea y leguminosa en cuanto a extracción relativa de los tres nutrimentos fue similar.

Andropogon gayanus mostró una capacidad creciente con la edad para extraer nutrimentos del suelo. Sin embargo, aquélla disminuyó con el corte. En este caso la menor extracción de nutri-

mentos por la gramínea cortada, coincide con niveles de extracción similares de P, K y Ca por *S. capitata* en los tratamientos hasta cuatro semanas de siembra anticipada de *A. gayanus*.

Por otro lado, la fertilización alta contribuyó claramente a facilitar la extracción de nutrimentos por *S. capitata* especialmente en los tratamientos de competencia con seis semanas sin corte, y con ocho semanas con corte. Esto sugiere que el efecto radical de la competencia por nutrimentos depende principalmente de la disponibilidad de éstos en el suelo.

Conclusiones

Los resultados de este ensayo sugieren lo siguiente: 1) el efecto de la competencia de plantas adultas de *A. gayanus* sobre plántulas de *S. capitata* ocurre principalmente a nivel radical; 2) la defoliación de *A. gayanus* produce una reducción de su capacidad competitiva radical sobre plántulas de *S. capitata*, permitiendo mayor desarrollo y mayor extracción de agua y nutrimentos por ésta última; 3) la fertilización mayor con P, K, S, Ca y Mg contri-

Cuadro 4. Extracción (mg/maceta) de fósforo, potasio y calcio por *Stylosanthes capitata* y *Andropogon gayanus* en diferentes niveles de competencia con y sin corte y dos niveles de fertilización.

Competencia*	Fósforo				Potasio				Calcio			
	Sin corte		Con corte**		Sin corte		Con corte**		Sin corte		Con corte**	
	Sc.	Ag.	Sc.	Ag.	Sc.	Ag.	Sc.	Ag.	Sc.	Ag.	Sc.	Ag.
0	0.33***	1.85	0.44	1.79	2.91	19.14	3.45	9.20	2.06	3.64	2.31	3.16
	0.36	2.01	0.44	2.12	3.30	14.00	4.58	13.13	2.63	4.77	2.70	4.10
2	0.15	2.44	0.47	2.65	1.94	22.50	5.18	14.80	1.88	5.81	2.64	5.94
	0.30	2.90	0.54	2.24	3.43	22.50	5.18	15.80	2.45	6.81	3.48	5.18
4	0.18	5.59	0.47	5.22	1.49	53.88	2.44	46.20	2.27	24.42	3.10	16.76
	0.21	6.41	0.47	5.89	2.26	72.77	4.14	58.26	2.33	19.64	3.87	17.00
6	0.05	9.52	0.30	7.79	0.38	71.73	1.87	64.93	0.68	40.25	3.63	23.63
	0.12	9.31	0.30	6.02	1.19	104.50	2.19	64.67	1.67	28.34	3.15	16.34
8	0.08	12.16	0.09	10.60	0.13	114.41	0.44	74.13	0.33	50.10	1.39	35.58
	0.02	11.61	0.24	11.21	0.14	117.66	1.29	101.77	0.44	50.60	2.87	32.05

Sc. = *Stylosanthes capitata* CIAT 1315.

Ag. = *Andropogon gayanus* CIAT 621.

* Nivel de competencia: edad en semanas de *A. gayanus* a la siembra del *S. capitata*.

** El corte se realizó en las plantas de *A. gayanus*.

*** La primera cifra frente a cada factor de competencia se refiere a la extracción de nutrimentos con la aplicación de un nivel de fertilización bajo y la segunda a la extracción de nutrimentos con la aplicación de un nivel alto de fertilización. Los niveles de fertilización son iguales a los que aparecen al pie del Cuadro 1.

buyó a disminuir los efectos de la competencia radical de *A. gayanus*, al permitir una mayor extracción de nutrimentos a las plántulas de *S. capitata*; 4) bajo corte y con niveles bajos de MS radical de *A. gayanus*, parece darse un efecto sinérgico sobre el desarrollo de plántulas de *S. capitata*, lo cual indica que se trata de dos especies básicamente compatibles cuyo balance es altamente dependiente del manejo de la defoliación y disponibilidad de agua y nutrimentos en el suelo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la señora Alix Patricia Ziebell de Marín su valiosa colaboración durante la conducción del ensayo.

Summary

The effect of root competition of *Andropogon gayanus* CIAT 621 plants on the seedling development of *Stylosanthes capitata* CIAT 1315 was evaluated under greenhouse conditions. Likewise the effect of fertilizer rates and grass defoliation on root competition was studied. The species were planted in pots containing 3.5 kg of Carimagua soil (pH 4.1, 2.8% organic matter, 1.5 ppm phosphorus, 0.36 meq/100 g calcium, 0.09 meq/100 g magnesium, 0.11 meq/100 g potassium, and 86% aluminum). Low (30 N, 21 P, 36 K, 44 S, 91 Ca, 36 Mg) and high (double the low amounts) fertilization rates (kg/ha) were used. Previous to the planting of *S. capitata*, different root competition levels of *A. gayanus* were applied throughout the 0, 2nd, 4th, 6th, and 8th week of growth of the grass. The grass defoliation treatments were applied by cutting the *A. gayanus* seedlings at the moment of planting *S. capitata*, repeating this procedure after 30 days. The treatments were applied in a complete factorial arrangement within a randomized complete block design with five repetitions.

During the experiment at weekly intervals the plant height and leaf number were measured. At the end of the experiment, sixty days after planting of *S. capitata*, total dry matter, dry matter aerial and root production were measured. Also the P, K,

and Ca uptake was determined. Regression analysis was used to study competition between the species.

Results of the experiment indicate that competition by *A. gayanus* plants on seedlings of *S. capitata* occurs principally at root level depressing the growth of the legume. Nevertheless, root competition is reduced by *A. gayanus* defoliation allowing for higher water and nutrient uptake by the legume. Likewise, the higher levels of fertilization reduced *A. gayanus* root competition.

At low production levels of root dry matter the defoliation of *A. gayanus* appears to have a synergistic effect on the *S. capitata* seedling. This indicates that the equilibrium of these potentially compatible species depends upon defoliation of the grass and availability of water and nutrients in the soil.

Referencias

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1986. Calidad y productividad de pasturas En: Programa de Pastos Tropicales. Informe Anual 1985. Cali, Colombia. Documento de trabajo no. 17. p. 295-317.
- Grof, B.; Schultze-Kraft, R.; Müller, F. 1979. *Stylosanthes capitata* Vog., some agronomic attributes, and resistance to anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.). Trop. Grassl. 13:28-37.
- Grof, B. 1981. The performance of *Andropogon gayanus*-legume associations in Colombia. J. Agric. Sci. 96:233-237.
- Haynes, R. J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. Adv. Agron. 33:227-261.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1983. Programa de Pastos y Forrajes. Capica (*Stylosanthes capitata* Vog.). Bogotá. Boletín Técnico no. 103. 12 p.
- Valencia, I. M. 1983. Root competition between *Andropogon gayanus* and *Stylosanthes capitata* in an Oxisol in Colombia. Ph.D. Thesis. Gainesville, Univ. of Florida. 140 p.
- Wilson, J. R., ed. 1978. Plant relations in pastures. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 425 p.