

Efecto del pastoreo continuo y el método de siembra en la persistencia de la asociación *Andropogon gayanus*/*Stylosanthes capitata*

J. M. Toledo, H. Giraldo y J. M. Spain *

Introducción

La asociación *Andropogon gayanus*/*Stylosanthes capitata* ha mostrado excelente adaptación y buena productividad en los Llanos Orientales de Colombia. La accesión CIAT 621 de *A. gayanus* fue liberada en 1980 por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como cultivar Carimagua 1, destacándose por sus bajos requerimientos en fertilidad de suelos, resistencia a plagas y enfermedades y tolerancia a la sequía. Por otro lado, la mezcla de ecotipos de *S. capitata*: CIAT 1315, 1318, 1342, 1693 y 1728 dio origen al cultivar Capica, liberado por el ICA en 1983. Esta leguminosa se caracteriza por su resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo, buena producción de semilla y alta productividad animal en asociación con *A. gayanus*.

Estudios realizados (CIAT 1982, 1983) sobre las características fenológicas de *S. capitata* sugieren que es una leguminosa bianual con plantas madres cuya productividad disminuye en el tiempo. La persistencia de las plántulas de nuevas generaciones depende del vigor con que compitan con el sistema radical de *A. gayanus* ya establecido.

Valencia (1983), en un Oxisol de los Llanos Orientales de Colombia, encontró que la competencia por nutrimentos, especialmente K, ejercida

por el sistema radical de *A. gayanus*, es una de las causas principales del escaso desarrollo de las plántulas de nuevas generaciones de *S. capitata*. Estos estudios demostraron además que las plántulas que crecen a una distancia inferior a 1 m de plantas de *A. gayanus* presentan enanismo y marcada deficiencia de K. Lemus y Toledo (1986) encontraron que las plántulas de *S. capitata* son afectadas en forma negativa por la competencia radical de *A. gayanus*. Hallaron, además, un efecto benéfico de la defoliación de la gramínea en el desarrollo de las plántulas de la leguminosa.

Con base en las consideraciones anteriores se realizó un ensayo en el Centro Nacional de Investigaciones (CNI) ICA-CIAT Carimagua con el objeto de evaluar la persistencia de plantas madres y el desarrollo de plántulas de nuevas generaciones de *S. capitata* cv. Capica y sus componentes, establecidas con diferentes patrones de siembra en asociación con *A. gayanus* cv. Carimagua 1 y sometidas a pastoreo continuo.

Materiales y métodos

Localización del ensayo y características de los suelos. El CNI Carimagua está localizado en los Llanos Orientales de Colombia. La precipitación promedio anual en la zona es de 2163 mm, siendo el período más lluvioso entre abril y noviembre; la temperatura media anual es de 27 °C. El suelo en el sitio experimental se clasifica como Haplustox típico, caolinítico, arcilloso, isohipertérmico (Gualdrón et al., 1983); en los 20 cm superficiales

* Respectivamente: líder, ecofisiólogo asociado y edafólogo principal del Programa de Pastos Tropicales del CIAT. Apdo. aéreo 6713, Cali, Colombia.

tiene un pH de 4.9, 2.3 ppm de P, 0.15, 0.80, 0.06 meq/100 g de Ca, Mg y K, respectivamente, y una saturación de Al de 92%. Los contenidos de arena y arcilla son en su orden de 2 y 51%.

Métodos de siembra. La siembra se efectuó en julio de 1982 en una pastura de *Melinis minutiflora* degradada e invadida por especies nativas. La preparación del suelo consistió en quema de la vegetación nativa, pase de rastrillo en dos oportunidades y aplicación de 22 kg/ha de P en forma de calfos, 18 kg/ha de K como KCl, 12 kg/ha de Mg y 22 kg/ha de S en forma de sulfomag.

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los patrones de siembra (parcelas principales) aplicados en forma alterna en surcos distanciados 0.75 m en parcelas de 162 x 20 m fueron: 1:1 = un surco de gramínea y un surco de leguminosa; 2:2 = dos surcos de gramínea y dos surcos de leguminosa, 3:3 = tres surcos de gramíneas y tres surcos de leguminosa. Los ecotipos de *S. capitata* (subparcelas de 27 x 20 m), establecidos a razón de 2 kg/ha de semilla limpia en asociación con *A. gayanus* cv. Carimagua 1, fueron: el cultivar Capica (*S. capitata* CIAT 10280) y sus componentes individuales *S. capitata* CIAT 1315, 1318, 1342, 1693 y 1728.

Manejo del ensayo. Todas las parcelas del ensayo se pastorearon en forma continua con 2 animales/ha del cruce Cebu x Criollo de un peso promedio de 250 kg. El pastoreo se inició en abril de 1983 y durante tres años de evaluaciones se midió producción de MS en las plantas madres, y el número y altura de plántulas de *S. capitata* y *A. gayanus*. Antes del inicio del pastoreo se efectuaron mediciones para determinar la época de floración, producción y reserva de semillas de *S. capitata* en el suelo. Además se midió la sobrevivencia de las plantas madres; para el efecto, se identificaron con marbetes de colores diferentes 30 plantas en cada subparcela, conservando la identidad de los ecotipos.

Los métodos de siembra generaron distribuciones espaciales diferentes; por lo tanto, para el patrón de siembra 1:1 las mediciones de reservas de semillas a 2.5 y 5.0 cm de profundidad y el número de plántulas/m² de *S. capitata* se hicieron entre la gramínea y la leguminosa; para los patrones de siembra 2:2 y 3:3 se hicieron entre surcos de la gramínea y entre surcos de la leguminosa.

Después de tres años de evaluación, al inicio de la cuarta época de lluvias, se suspendió el pastoreo

y se evaluó en cada subparcela la recuperación de plantas adultas y plántulas de *S. capitata*.

Resultados y discusión

Epoca de floración, producción y reserva de semillas. El resultado de las evaluaciones fenológicas efectuadas entre noviembre de 1982 y febrero de 1983 se observa en la Figura 1. La época de floración y maduración de las semillas fue igual para todos los ecotipos. Sin embargo, éstos presentaron producciones diferentes de semilla (Cuadro 1), notándose que los ecotipos CIAT 1318 y 1342 produjeron más semilla ($P \leq 0.05$) en el primer año, mientras que los ecotipos CIAT 1693 Y 1728 presentaron mayor producción ($P \leq 0.05$) en el segundo año.

Cuadro 1. Producción de semilla limpia de plantas madres de *Stylosanthes capitata* durante dos años, por ecotipos y patrones de siembra*.

Ecotipo CIAT No.	Semilla (g/planta)	
	Primer año	Segundo año
1315	0.63 b**	0.71 b
1318	0.92 a	0.83 ab
1342	0.91 a	0.75 b
1693	0.62 b	0.93 a
1728	0.49 b	0.96 a
Patrones de siembra***		
Patrón 1:1	0.50	0.91
Patrón 2:2	0.63	0.73
Patrón 3:3	1.00	0.85

* Primer año = antes del pastoreo. Segundo año = en pastoreo.

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

*** Patrón de siembra: 1:1 = un surco de gramínea/un surco de leguminosa; 2:2 = dos surcos de gramínea/dos surcos de leguminosa; 3:3 = tres surcos de gramínea/tres surcos de leguminosa.

El patrón de siembra 3:3 durante el primer año tuvo un efecto positivo en la producción de semilla de *S. capitata*. Sin embargo, en el segundo año la producción promedio de semilla/planta fue similar entre patrones de siembra y ligeramente superior a la del primer año. Esto sugiere que el efecto de competencia de *A. gayanus* sobre *S. capitata* ocurre desde el primer año; a pesar de esta competencia, en condiciones de pastoreo las plantas madres de la leguminosa son capaces de producir abundante semilla, aun en el segundo año.

Las reservas de semilla en el suelo a 5 cm de profundidad no fueron afectadas por el patrón de siembra (Figura 2). Sin embargo, se observó que la

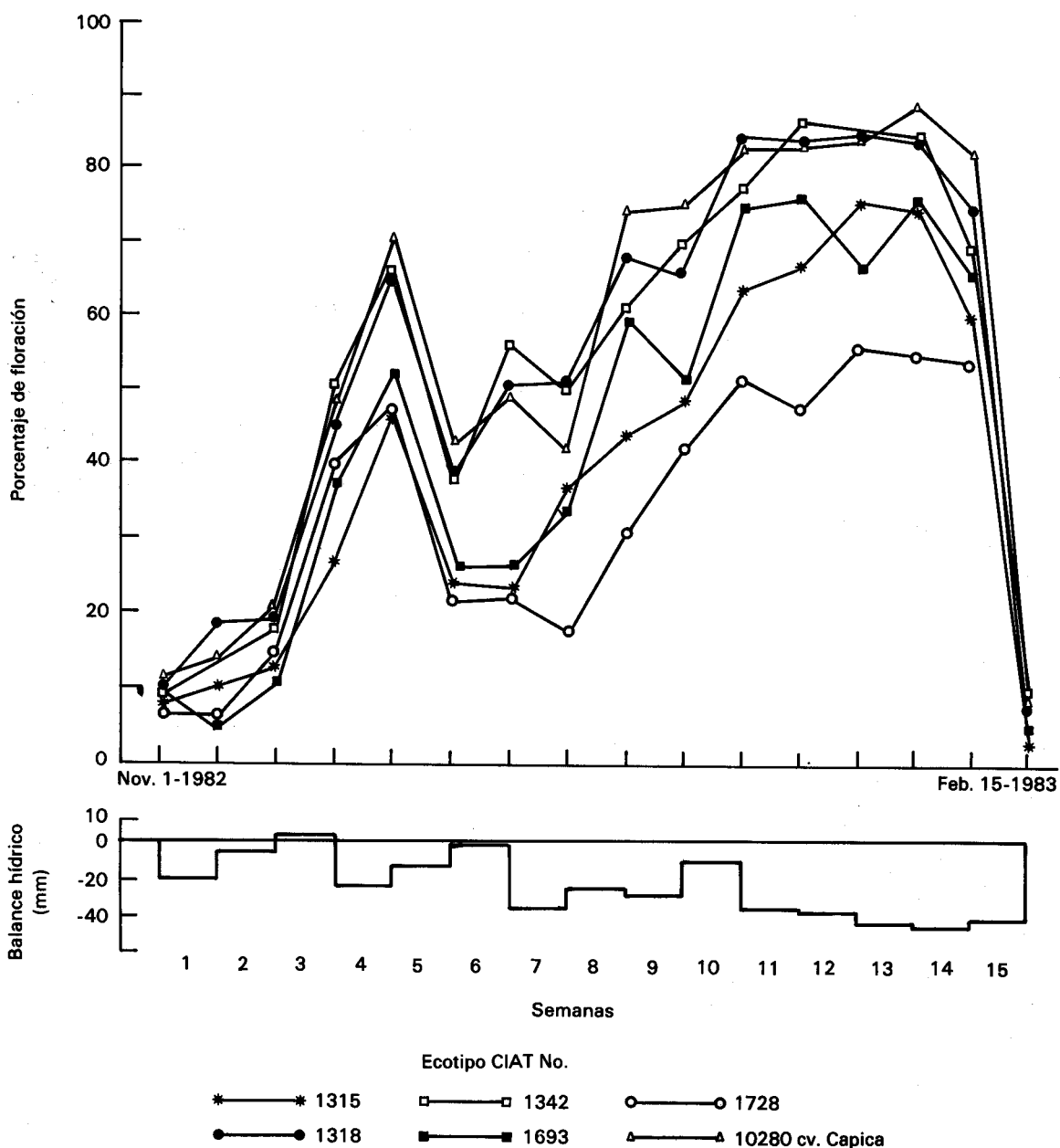


Figura 1. Balance hídrico semanal y porcentaje de floración de *S. capitata* cv. *Capica* y sus ecotipos componentes, durante 15 semanas de período seco a partir de noviembre de 1982.

cantidad de semilla disminuyó en el tiempo, como consecuencia de la muerte de plantas madres, germinación de plántulas, descomposición y profundización de semillas por pisoteo de los animales. Debe indicarse que aun al tercer año se encontró una reserva de semilla superior a 1 kg/ha, lo cual es suficiente para asegurar la repoblación de la leguminosa en la asociación.

Inicialmente el ecotipo *S. capitata* CIAT 1318 produjo más semilla, pero después del tercer año

fue el ecotipo *S. capitata* CIAT 1728 el que presentó mayor cantidad de semilla en el suelo (Cuadro 2). Esto corresponde a la mayor supervivencia de plantas madres en este ecotipo y probablemente a una mayor dureza de la semilla. El comportamiento de *S. capitata* cv. *Capica* fue intermedio en los dos primeros años, para disminuir su reserva de semilla en el suelo en el tercer año.

Los patrones de siembra determinaron la distribución superficial de la semilla (Figura 3), lo cual confirma la escasa movilidad de las semillas de *S.*

Cuadro 2. Reserva de semilla en el suelo (kg/ha) y número de plántulas de *Stylosanthes capitata* cv. Capica y sus ecotipos componentes.

Especie	Ecotipo CIAT No.	Febrero/83		Diciembre/83		Mayo/84		Noviembre/85	
		Semilla	Plántulas	Semilla	Plántulas	Semilla	Plántulas	Semilla	Plántulas
<i>S. capitata</i>	1315	3.71a*	20bc	4.80	—	0.68a	29b	0.22b	14b
	1318	5.76a	35a	6.00	—	0.90a	37a	0.35a	15ab
	1342	3.50b	25b	4.55	—	0.66b	34ab	0.28a	16ab
	1693	2.65b	15c	8.05	—	1.41a	34a	0.33a	16ab
	1728	3.15b	17bc	6.85	—	0.86ab	36a	0.72a	20a
	10280 (cv. Capica)	3.00b	22bc	5.70	—	0.95ab	38a	0.27b	17ab
Promedio		3.75	—	6.05	—	0.90	—	0.38	—

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

capitata. La cantidad de semilla superficial de la leguminosa siempre fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) entre plantas madres de *S. capitata* y menor entre plantas de *A. gyanus*. Consecuentemente, la distribución del número de plántulas de *S. capitata* fue similar (Cuadro 3). Por el contrario, las plántulas de *A. gyanus* presentaron una mejor distribución debido a la movilidad de sus semillas con el viento. Sin embargo, el efecto de competencia de las plantas madres en los surcos de la gramínea también produjo una disminución en el número de plántulas de *A. gyanus*. La distribución diferencial de semillas no afectó la población promedio de plántulas de la leguminosa en los diferentes patrones de siembra (Cuadro 4).

Producción de MS y desarrollo de plantas de *S. capitata*. Durante los dos primeros años de evaluación la competencia ejercida por las plantas adultas de *A. gyanus* fue evidente ya que los patrones de siembra tuvieron un efecto significativo en la

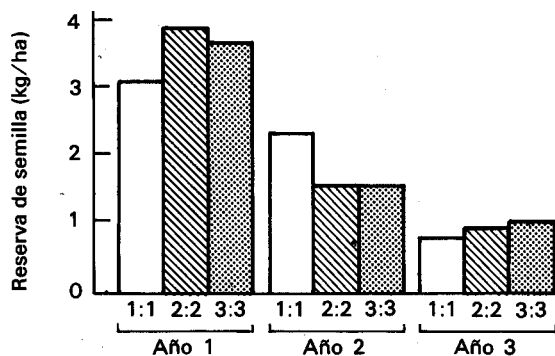


Figura 2. Reserva de semilla de *S. capitata* a 5 cm de profundidad del suelo en tres patrones de siembra. 1:1 = un surco de gramínea/un surco de leguminosa; 2:2 = dos surcos de gramínea/dos surcos de leguminosa; 3:3 = tres surcos de gramínea/tres surcos de leguminosa.

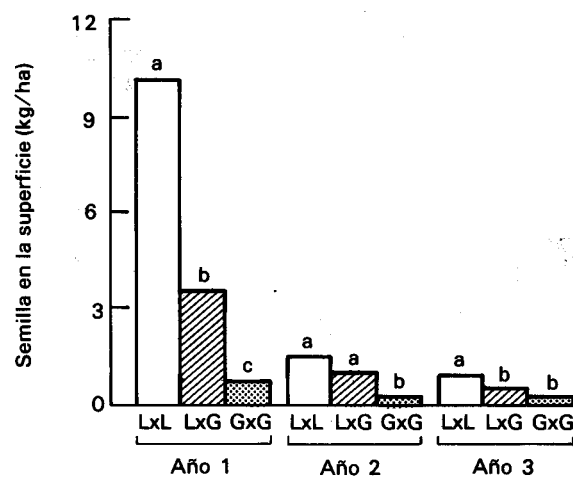


Figura 3. Distribución en la superficie del suelo de semillas de *S. capitata* entre surcos de leguminosa (LxL), de gramínea/leguminosa (LxG) y de gramínea (GxG). Promedios correspondientes a un mismo año de evaluación seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P \leq 0.05$), según la prueba de Duncan.

producción de MS de *S. capitata*, siendo ésta mayor en el patrón de siembra 3:3 (Cuadro 5).

El fenómeno de plántulas enanas en la segunda generación descrito por Valencia (1983) fue observado en este ensayo, aunque no se detectaron diferencias significativas por efecto de los patrones de siembra en el desarrollo de plántulas. Después de la primera estación seca se observó que las plántulas que emergieron detuvieron su crecimiento a una altura promedio de 4.3 cm. Sin embargo, en los años siguientes la altura promedio de las plántulas se redujo a 1.9 cm en el segundo año y a 2.3 cm en el tercer año.

Cuadro 3. Efecto de los patrones de siembra en la localización y número de plántulas/m² de *Stylosanthes capitata* y *Andropogon gayanus*.

Localización	Mayo/83		Fecha Mayo/84		Noviembre/85	
	Sc.	Ag.	Sc.	Ag.	Sc.	Ag.
	(no. de plántulas/m ²)					
Leguminosa-leguminosa	36a*	204b	51a	25a	23a	14b
Leguminosa-gramínea	26a	145b	41b	18b	18b	17a
Gramínea-gramínea	4c	139b	10c	11c	7c	7c

Sc. = *Stylosanthes capitata*; Ag. = *Andropogon gayanus*.

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

Cuadro 4. Número promedio de plántulas/m² de *Stylosanthes capitata* en tres patrones de siembra.

Patrones de siembra*	Año		
	1983	1984	1985
	(no. de plántulas/m ²)		
Patrón 1:1	23	39	18
Patrón 2:2	23	34	15
Patrón 3:3	22	34	17
	NS	NS	NS

* Los patrones de siembra son iguales a los incluidos en el Cuadro 1.

Cuadro 5. Producción de MS de plantas madres de *Stylosanthes capitata* en tres patrones de siembra.*

Patrón de siembra**	Producción de MS (kg/ha)	
	Primer año	Segundo año
Patrón 1:1	9.3b***	7.4b
Patrón 2:2	12.2ab	8.2ab
Patrón 3:3	14.5a	9.8a ^a

* En el primer año la pastura no se sometió a pastoreo.

** Los patrones de siembra son iguales a los incluidos en el Cuadro 1.

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

Las plantas adultas de *S. capitata* se mantuvieron a una altura de 6.3 cm en el segundo año y de 7.0 cm en el tercer año. Este escaso desarrollo en altura de *S. capitata* refleja la alta selectividad y defoliación ejercidas por los animales en pastoreo continuo; sin duda, la alta palatabilidad de esta leguminosa y la competencia radical ejercida por *A. gayanus* sobre plántulas de nuevas generacio-

nes son responsables de la disminución en el tiempo de la oferta de *S. capitata* en condiciones de pastoreo continuo.

En la Figura 4 se observa la sobrevivencia de plantas madres de ecotipos de *S. capitata*. Se encontraron diferencias claras entre ellas, especialmente durante el segundo y tercer año. En junio de 1984 los ecotipos *S. capitata* CIAT 1728 y 1693 presentaron 50% de sobrevivencia de plantas madres; mientras que ésta fue sólo de 20% en los demás ecotipos.

Estos resultados confirman que *S. capitata* es una planta esencialmente bianual ya que, al inicio del tercer período seco en diciembre de 1984, la sobrevivencia promedio fue de 15% y después de tres períodos secos la población de plantas madres se redujo a menos de 5% para todos los ecotipos.

El efecto del descanso de la pastura durante cuatro meses al inicio de la época lluviosa en el cuarto año de pastoreo sobre la recuperación de plantas de *S. capitata* se presenta en el Cuadro 6. Los resultados indican que con el descanso hubo un desarrollo notorio de plántulas y recuperación de plantas adultas, alcanzando estas últimas una altura promedio de 25 cm. Los ecotipos *S. capitata* CIAT 1728 y 1693 tuvieron una recuperación superior a *S. capitata* CIAT 1315 y similar a *S. capitata* cv. Capica. Por otra parte, los patrones de siembra no tuvieron efecto sobre la recuperación de plantas de *S. capitata* lo cual confirma la gran persistencia de *S. capitata* aun en condiciones adversas de competencia y permanente defoliación, lo mismo que su facilidad de recuperación después del descanso.

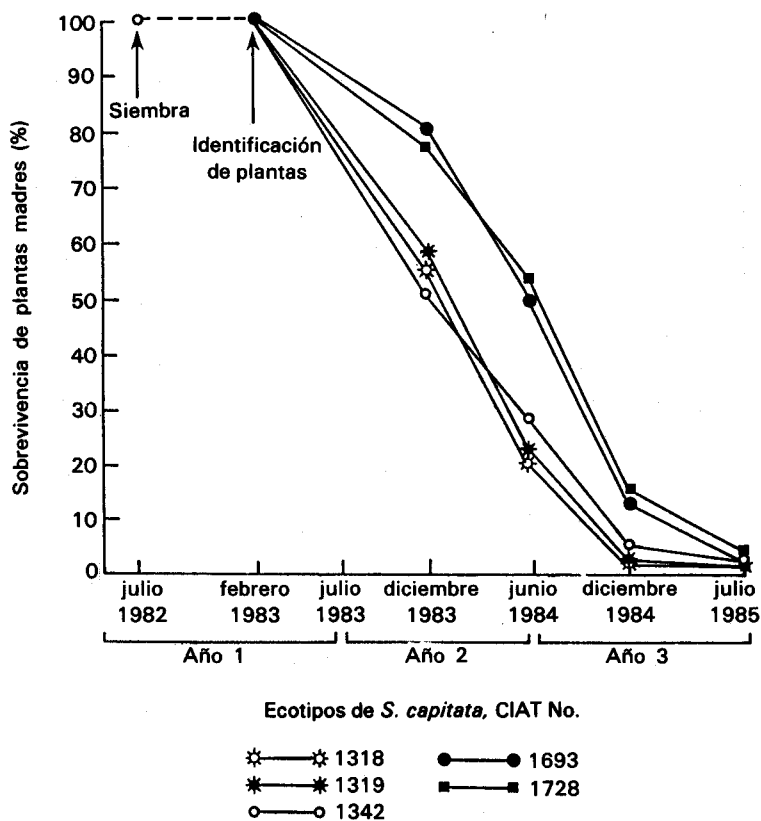


Figura 4. Sobrevivencia de plantas madres de los ecotipos componentes de *S. capitata* cv. *Capica* en asociación con *A. gayanus*.

Cuadro 6. Efecto del descanso en el pastoreo cuatro años después de la siembra sobre el número de plántulas y plantas/m² de *Stylosanthes capitata* en varios patrones de siembra*.

Especie	Ecotipo CIAT No.	Patrón de siembra						Promedio	
		1:1		2:2		3:3		Plántulas	Plantas
		Plántulas	Plantas	Plántulas	Plantas	Plántulas	Plantas		
<i>S. capitata</i>	1315	1.1	4.4	1.2	4.1	1.4	3.9	1.2c**	4.1c
	1318	2.1	5.3	2.1	4.7	1.8	6.1	2.0ab	5.4abc
	1342	1.9	4.3	1.3	4.6	1.2	6.3	1.5abc	5.0abc
	1693	2.2	5.6	2.8	6.4	1.9	6.3	2.3a	6.1ab
	1728	1.9	6.1	2.2	6.9	2.0	7.3	2.0ab	6.8a
	10280 (cv. <i>Capica</i>)	2.4	4.4	1.8	5.4	1.6	6.8	1.9abc	5.5abc
Promedio		1.9	5.4	1.7	5.8	1.9	5.2	N.S.	N.S.

* Descanso de la pastura durante cuatro meses al inicio de la época lluviosa.

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

Conclusiones

Los resultados del ensayo permiten concluir lo siguiente: 1) *S. capitata* cv. *Capica* y sus componentes mostraron un comportamiento igual y sincronizado en relación con la época de floración. Sin embargo, las accesiones *S. capitata* CIAT 1693 y 1728 mostraron mayor sobrevivencia de plantas madres, reserva de semilla, número de plántulas y

capacidad de regeneración que los ecotipos *S. capitata* CIAT 1315, 1318 y 1342. 2) Los patrones de siembra tuvieron un efecto inicial sobre el vigor y producción de biomasa total de *S. capitata*; pero a medida que transcurrió el tiempo este efecto desapareció, debido a que *A. gayanus* invadió toda la pastura, alterando los patrones de siembra. 3) Los patrones de siembra no tuvieron efecto significativo sobre la cantidad total de semilla producida

por *S. capitata*, ni en el número y vigor de plántulas que emergieron a través del ensayo. Pero sí afectaron en forma drástica la distribución de semillas y plántulas de la leguminosa en el campo. 4) El pastoreo continuo con carga fija de 2 animales/ha produjo una alta presión de pastoreo sobre *S. capitata*, resultando en una disminución de su oferta aparente en la pastura. 5) La reserva de semillas de *S. capitata* en el suelo fue suficiente para la recuperación de su población, aun después de cuatro años de establecida. 6) El ensayo confirmó la naturaleza bianual de *S. capitata*.

Summary

The effect of continuous grazing and of establishment patterns on the persistence of the *Andropogon gayanus* cv. Carimagua 1/*Stylosanthes capitata* cv. Capica association was studied over three years. The trial was conducted at the Carimagua research station in the eastern plains of Colombia, on an Oxisol Typic Haplustox (pH = 4.9; 2.3 ppm of P; 0.15 meq of Ca, 0.8 meq of Mg, and 0.06 meq of K per 100 g of soil; 92% Al-saturation). The climate is characterized by 27 °C annual mean temperature, mean annual rainfall of 2163 mm, and four months of dry season between December and March.

The treatments were given according to a factorial arrangement of *S. capitata* cv. Capica (CIAT 10290) and its components (*S. capitata* CIAT 1315, 1318, 1342, 1693, and 1728). The establishment patterns consisted of: 1:1, 2:2, and 3:3 rows of grass and legume. The experimental design was split plot, that is, plots = pattern; accessions = subplots, with three replications over a total area of 3 ha. The whole area was continuously grazed by 6 animals (2 animals/ha) weighing between 250 and 400 kg.

Before grazing was initiated, the phenology of each *S. capitata* accession was evaluated. Presentation yield, survival of mother plants, seed reserves, and regeneration of seedlings were monitored during the experimental period. At the end of the experiment, grazing was suspended and the recuperation of *S. capitata* was assessed.

The results showed that all Capica components have well synchronized phenological characteristics. The survival rate of mother plants for all accessions of *S. capitata* was less than three years. Accessions *S. capitata* CIAT 1693 and 1728 showed the highest survival rate, seed reserves, and seedling regeneration rates. At first, esta-

blishment patterns were observed to affect the *S. capitata* presentation yield, but the effects disappeared during the second year when the whole area was colonized by, mostly, seedlings of *A. gayanus*. The main effect of the establishment patterns was on the distribution of *S. capitata* seedlings—they concentrated in the rows where the mother plants were planted. The total seed yield, seed reserves, and number of seedlings per plot were not affected. Continuous grazing with 2 steers/ha imposed a high defoliation pressure on the highly palatable legume, resulting in a rapid decline of the *S. capitata* presentation yield. In spite of this, the legume rapidly recovered after four months of rest, independently of establishment patterns. Accession *S. capitata* CIAT 1315 showed a slightly lower rate of recovery, mostly because of its lower seed reserves and plant population.

This trial documents the nonperennial nature of *S. capitata* plants, but demonstrates that seed reserves and regeneration of seedlings are sufficient to maintain the legume population in the sward, even under continuous and high stocking rate. This trial also documents the ability of this legume to recover after a short rest period.

Referencias

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1982. Agronomía en las sabanas isohipertérmicas. En: ———. Programa de Pastos Tropicales. Informe Anual 1981. Cali, Colombia. p. 33.
- . 1983. Productividad y manejo de pasturas. En: ———. Programa de Pastos Tropicales. Informe Anual 1982. Cali, Colombia. p. 255.
- Gualdrón, R.; Salinas, J. G.; Escobar, C. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Carimagua, Colombia. En: Pizarro, E. A. (ed.). 2a. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Cali, Colombia, 1982. Resultados 1979-1982. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 91 p.
- Lemus, R. A. y Toledo, J. M. 1986. Competencia entre *Andropogon gayanus* y plántulas en desarrollo de *Stylosanthes capitata*. Pasturas tropicales-boletín 8(3):6-10.
- Valencia, M. I. 1983. Root competition between *Andropogon gayanus* and *Stylosanthes capitata* in an Oxisol in Colombia. Ph. D. Thesis. Gainesville, Univ. of Florida. 140 p.