

Selectividad de herbicidas y control de malezas en *Centrosema macrocarpum*

B. Pinzón*, P. J. Argel** y R. Montenegro*

Introducción

Las leguminosas forrajeras, tan importantes en la alimentación animal, presentan en muchas ocasiones problemas en su establecimiento, ya sea que se siembren en asociación con una gramínea o como monocultivo. El primer problema es la alta invasión de malezas que emergen con la siembra. Esto hace necesario efectuar varias desyerbas, cuyo costo incide en la rentabilidad final de la explotación.

Una alternativa para reducir la competencia de las malezas es el uso de herbicidas. En este sentido existen algunos trabajos, como los de Argel et al. (1975) y Tergas y Gómez (1980), quienes encontraron que los herbicidas más selectivos en *Centrosema pubescens* fueron linurón, alaclor, DNP y mezclas de alaclor con fluorodifén y linurón, aplicados en preemergencia.

Ferguson y Sánchez (1984) encontraron igualmente selectividad y control de malezas por herbicidas pre y posemergentes en el cultivo de leguminosas; entre los primeros se encuentran alaclor, pendimentalin y metolaclor; en posemergencia fluzifop-butyl, bentazón y 2,4-D

amina dieron buen control. Pinzón et al. (1985) encontraron que oxifluorfén, alaclor y oryzalin aplicados como preemergentes, y acifluorfén y fluzifop-butyl y mezclas de alaclor con acifluorfén como posemergente, fueron selectivos en el cultivo de *Pueraria phaseoloides*.

El presente ensayo se realizó entre julio y octubre de 1988 con el objeto de evaluar la selectividad y el control de malezas de varios herbicidas, aplicados en pre y posemergencia, durante el establecimiento de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5434. Esta leguminosa, se adapta a varios ecosistemas de Panamá (CIAT, 1987) y tiene una productividad aceptable como banco de proteína en la alimentación de vacas lecheras (Ruiloba, H., comunicación personal).

Materiales y métodos

Localización y siembra. El ensayo se realizó en el centro experimental de Gualaca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP), localizado en David, Chiriquí, Panamá, a 46 m.s.n.m. El suelo es Inceptisol de textura arcillo-limosa con pH 5.4, 6.0% de MO y bajo contenido de fósforo (P), calcio-(Ca) y magnesio (Mg). El promedio de precipitación anual es de 4000 mm y la temperatura media de 26 °C.

Para la siembra el suelo se preparó con tres pases de rastrillo. La semilla de *C. macrocarpum*

* Técnicos del Programa Pecuario, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP). Centro Experimental Gualaca, David, Panamá.

** Asesor en pastos tropicales, Convenio IDIAP/U. Rutgers/CIAT hasta diciembre de 1987. Dirección actual: IICA-CIAT, Apartado postal 155, 2200 Coronado, San José, Costa Rica.

se escarificó con ácido sulfúrico y se sembró en sitios distanciados 50 cm, a razón de seis semillas/sitio en parcelas de 2 x 3 m. Como fertilización se aplicaron a la siembra 22 kg/ha de P.

Tratamientos y malezas predominantes. Los herbicidas se aplicaron con bomba de espalda y boquilla de abanico TK, utilizando el equivalente de 500 litros de agua/ha. Se incluyeron como tratamientos ocho herbicidas, desyerba manual y un testigo (Cuadro 1).

Las malezas que predominaban en el campo eran *Borreria alata*, *Sida* sp., *Mimosa pudica*, *Cyperus* sp., *Panicum* sp., *Emilia sonchifolia* y las leguminosas nativas *Desmodium* sp. y *Aeschynomene histrix*.

Mediciones. El conteo para determinar la supervivencia de las plántulas de *C. macrocarpum* en los tratamientos preemergentes se realizó 20 días después de aplicados los herbicidas. El porcentaje de supervivencia, en relación con el testigo, se determinó por el número de plántulas en tres surcos centrales de cada parcela.

Las evaluaciones sobre el grado de control de malezas se realizaron en forma visual 25 y 50 días después de la aplicación de los tratamientos; para el efecto, el grado de invasión en las parcelas testigo se consideró como 100%, y sobre esta base se calificaron los demás tratamientos. Además, se hicieron observaciones sobre deformación de hojas, inhibición de crecimiento, clorosis y muerte de plantas.

Los herbicidas posemergentes se aplicaron 30 días después de la siembra. Las evaluaciones de estos tratamientos se hicieron en períodos iguales de tiempo e igual forma que en los tratamientos preemergentes.

Ciento diez días después de la aplicación de los productos preemergentes se realizó una cosecha de forraje a 5 cm del suelo en 2 m² de cada parcela. En la biomasa cosechada se determinaron la producción de materia seca (MS) de *C. macrocarpum* y de las malezas.

Análisis de los resultados. Para el análisis estadístico se consideraron como variables la selectividad de los herbicidas, con base en la supervivencia de las plántulas de *C. macrocarpum* y el daño 20 días después de la siembra, el porcentaje de control de malezas 25 y 50 días después de la aplicación, y el rendimiento de MS de la leguminosa y de las malezas.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante la metodología descrita por Freund y Littell (1981), utilizando un modelo general lineal. Posteriormente se estimaron contrastes ortogonales y pruebas de rangos múltiples de Duncan.

Resultados y discusión

Selectividad de herbicidas preemergentes. El Cuadro 2 presenta la supervivencia de las plántulas de *C. macrocarpum* 20 días después de la aplicación de los herbicidas. Alaclor, pendimentalin y metolaclor fueron selectivos; no

Cuadro 1. Herbicidas, épocas de aplicación y dosis utilizadas en el ensayo.

Nombre común	Herbicida		Epoca de aplicación	Dosis (i.a., kg/ha)
	Nombre comercial*			
Oxifluorfen	Goal		Preemergente	0.50
Alaclor	Lazo			2.24
Metolaclor	Dual			1.40
Pendimentalin	Prowl			1.00
Bentazón	Basagrán		Posemergente	1.00
2,4-D amina	2,4-D			0.40
Fluazifop-butil	Fusilade			0.75
Dalapón	Dowpon			0.75

* La inclusión de nombres comerciales no indica preferencia por alguno de ellos en particular.

así oxifluorfen, el cual causó un fuerte daño a las plántulas ($P < 0.05$). En orden decreciente de selectividad, los herbicidas pueden agruparse así: alaclor > pendimentalin > metolaclor > oxifluorfen. Se destaca la baja selectividad de oxifluorfen sobre plántulas de *C. macrocarpum*, lo cual contrasta con la alta selectividad de este herbicida hacia plántulas de *Pueraria phaseoloides* (Pinzón et al., 1985).

Cuadro 2. Efecto de herbicidas preemergentes en la supervivencia de plántulas de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5434, 20 días después de la aplicación.

Herbicida	Dosis (i.a., kg/ha)	Supervivencia de plántulas (%)
Alaclor	2.24	100.0a*
Pendimentalin	1.00	98.0a
Metolaclor	1.40	92.0a
Oxifluorfen	0.50	33.3b
Testigo	—	100.0a

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

Selectividad de herbicidas posemergentes.

Bentazon y fluazifop-butil mostraron la mayor selectividad hacia *C. macrocarpum*, mientras que 2,4-D amina y dalapón causaron severos daños a esta leguminosa (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con los de Tergas y Gómez (1980) quienes encontraron una serie de leguminosas

forrajeras que no sobrevivieron a la aplicación de 2,4-D amina.

Control de malezas. El efecto de los herbicidas pre y posemergentes, 25 y 50 días después de su aplicación, fue significativo ($P < 0.05$) en el control de malezas (Cuadro 3). Sin embargo, en estas mismas fechas la desyerba manual dio mayor control de malezas ($P < 0.05$) que los herbicidas, con excepción del oxifluorfen. Los herbicidas que dieron el mejor control de malezas fueron los preemergentes oxifluorfen y pendimentalin y los posemergentes fluazifop-butil y bentazon. El 2,4-D amina dio buen control de malezas 50 días después de la siembra, cuando se aplicó como posemergente. Los herbicidas metolaclor y dalapón dieron el control de malezas más deficiente.

En relación con el efecto residual se encontró que oxifluorfen y pendimentalin tuvieron un efecto más prolongado, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Pinzón et al. (1985), quienes encontraron que estos herbicidas tuvieron buen control de malezas hasta 48 días después de aplicados. Por el contrario, bentazon, alaclor y metolaclor, 50 días después de aplicados, mostraron controles deficientes de malezas.

El Cuadro 4 presenta la significancia y los contrastes ortogonales del grado de control de malezas, 25 y 50 días después de la aplicación de los herbicidas. Los resultados indican que la

Cuadro 3. Porcentaje de control de malezas en el establecimiento de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5434, después de 25 y 50 días de la aplicación de herbicidas pre y posemergentes y control manual de malezas.

Tratamiento	Dosis (i.a., kg/ha)	Epoca de aplicación	Control de malezas (%)	
			25 días	50 días
Oxifluorfen	0.50	Preemergente	88 ab*	87 ab
Pendimentalin	1.00	Preemergente	80 bc	83 ab
Fluazifop-butil	0.75	Posemergente	78 bc	67 bcd
Bentazon	1.00	Posemergente	78 bc	50 cd
Alaclor	2.24	Preemergente	70 cd	47 ed
2,4-D amina	0.40	Posemergente	60 ed	73 bc
Metolaclor	1.40	Preemergente	48 e	35 ef
Dalapón	0.75	Posemergente	20 f	5 fg
Desyerba manual	—	—	100 a	100 a
Testigo	—	—	0 g	0 g

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

Cuadro 4. Significancia del cuadrado medio y contrastes ortogonales del porcentaje de control de malezas, 25 y 50 días después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	g.l.	CM del % de control de malezas	
		25 días	50 días
Herbicidas	9	2945.3**	3601.4**
Error	18	87.7	170.6
Contrastes ortogonales:			
Preemergentes vs. posemergentes	1	962.7**	816.7**
Preemergentes vs. testigo	1	12326.7**	8760.4**
Posemergentes vs. testigo	1	8354.4**	5703.7**
Preemergentes vs. desyerba	1	1926.7**	3760.4**
Posemergentes vs. desyerba	1	4034.4**	6303.7**
Herbicidas vs. testigo	1	11382.5**	7944.9**
Herbicidas vs. desyerba	1	3204.2**	5500.5**

** (P<0.01).

aplicación preemergente fue superior a la aplicación posemergente (P < 0.01) y que la desyerba manual dio mejores resultados que la aplicación de herbicidas (P < 0.01).

Producción de MS. El análisis de varianza muestra que los herbicidas afectaron la producción de MS de *C. macrocarpum* CIAT 5434 y de las malezas (P < 0.01) (Cuadro 5). Ciento diez días después de aplicados los tratamientos los máximos rendimientos de MS de *C. macrocarpum* se encontraron con la desyerba manual (1.63 t/ha) y con el pendimentalin (1.26 t/ha). Cabe destacar los bajos rendimientos de MS observados con la aplicación de fluazifop-butil (0.46 t/ha), dalapón

(0.22 t/ha) y 2,4-D amina (0.03 t/ha), lo cual se debió, además de la alta fitotoxicidad del 2,4-D hacia la leguminosa, a que los dos primeros no controlaron algunas malezas presentes que crecieron en forma agresiva al final del ensayo. Por otra parte, oxifluorfen aplicado como preemergente causó inhibición de la germinación y daño en el desarrollo de las plántulas, disminuyendo la producción de MS de la leguminosa. Los menores rendimientos de MS de las malezas ocurrieron con la desyerba manual y la aplicación de pendimentalin, alaclor, oxifluorfen y bentazón.

El Cuadro 6 presenta los análisis de varianza para los rendimientos de MS de *C. macrocarpum*

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de herbicidas y desyerba manual en la producción de MS de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5434 y de malezas 110 días después de la siembra.

Tratamiento	Dosis (i.a., kg/ha)	Leguminosa MS (t/ha)	Malezas MS (t/ha)
Desyerba manual	—	1.63 a*	0.0 a
Pendimentalin	1.00	1.26 ab	0.56 a
Bentazón	1.00	0.90 bc	1.36 abc
Alaclor	2.24	0.83 bc	1.02 ab
Metolaclor	1.40	0.83 bc	2.25 bca
Oxifluorfen	0.50	0.50 cd	1.22 ab
Fluazifop-butil	0.75	0.46 cd	2.37 bcd
Testigo	—	0.29 d	2.22 bcd
Dalapón	0.75	0.22 d	2.80 d
2,4-D amina	0.40	0.03 d	3.06 a

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

Cuadro 6. Significancia del cuadrado medio y contrastes ortogonales de la producción de MS de *Centrosema macrocarpum* y de malezas 110 días después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	g.l.	<i>C. macrocarpum</i>	Malezas
Herbicidas	9	728455.8**	3,056607.0**
Error	18	74151.9	686853.6
Contrastes ortogonales:			
Preemergentes vs. posemergentes	1	1,244426.0**	7,715736.0**
Preemergentes vs. desyerba	1	1,407295.4**	3,857256.0**
Posemergentes vs. desyerba	1	3,578995.3**	13,844167.4**
Preemergentes vs. testigo	1	761401.4**	2,498184.1**
Posemergentes vs. testigo	1	27907.2 ns	31053.8 ns
Herbicidas vs. desyerba	1	2,631891.9**	8,976820.2*
Herbicidas vs. testigo	1	300235.2*	547828.2 ns

* P < 0.05; ** P < 0.01; ns = no significativo.

y de las malezas. Se observa un efecto de los herbicidas ($P < 0.05$), particularmente de los preemergentes. Para los rendimientos de MS de *C. macrocarpum* los contrastes ortogonales mostraron significancia ($P < 0.01$) entre herbicidas pre y posemergentes. La desyerba manual favoreció más la producción de MS que los herbicidas ($P < 0.01$). Los herbicidas posemergentes no mostraron efecto en relación con el testigo. Esto se debió al efecto fitotóxico y/o pobre control de malezas del dalapón, 2,4-D amina y fluozifop-butil.

En general los herbicidas preemergentes disminuyeron el rendimiento de MS de las malezas, destacándose pendimentalin, alaclor y oxifluorfen.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en este ensayo se puede concluir: 1) los herbicidas aplicados como preemergentes no afectaron la supervivencia de las plántulas de *C. macrocarpum* CIAT 5434, a excepción de oxifluorfen, que causó severos daños a esta leguminosa. Los herbicidas más selectivos para la leguminosa fueron en su orden alaclor y pendimentalin. 2) Los herbicidas preemergentes pendimentalin y oxifluorfen mostraron buen control de malezas hasta 50 días después de aplicados, mientras que los posemergentes bentazon y fluazifop-butil controlaron bien las malezas durante los primeros 25 días después de su aplicación. 3) Entre los herbicidas posemergentes, bentazon

favoreció una mayor producción de MS de la leguminosa; por el contrario, 2,4-D amina y dalapón fueron altamente tóxicos. Entre los herbicidas preemergentes, pendimentalin produjo los mejores resultados en producción de MS de la leguminosa. 5) Es necesario continuar la investigación con otros herbicidas posemergentes y combinarlos con métodos mecánicos de control.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Manuel de Gracia su valiosa colaboración para la realización de los análisis estadísticos.

Summary

Selectivity and control of weeds by several herbicides applied as preemerging (oxyfluorfen, alachlor, metolachlor, and pendimethalin) and postemerging 30 days after sowing (bentazon, amine 2,4-D, fluazifop-butyl, and dalapon) in the establishment of *Centrosema macrocarpum* CIAT 5434 were evaluated. This evaluation was done between July and October of 1988 at the Gualaca experimental station of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá, located at David (46 m.a.s.l., 26 °C, and 4000 mm of rainfall). The predominant weeds were: *Borreria elata*, *Sida* sp., *Mimosa pudica*, *Cyperus* sp., *Panicum* sp., *Desmodium* sp., and *Aeschynomene histrix*.

Results indicate that the herbicides applied as preemerging did not affect survival of seedlings of *Centrosema macrocarpum* CIAT 5434, with the exception of oxyfluorfen, which caused severe damage to this legume. The herbicides and their doses (kg/ha) of active ingredients, in parentheses, most selective for the legume were alachlor (2.24) and pendimethalin (1.00). The preemerging herbicides pendimethalin (1.00) and oxyfluorfen (0.50) showed good control of weeds up to 50 days after being applied; while the postemerging bentazon (1.00) and fluazifop-butyl (0.75) controlled weeds well during the first 25 days after their application. Within the postemerging herbicides, bentazon (1.00) favored the greatest production of legume DM; on the other hand, amine 2,4-D (0.40) and dalapon (0.75) were highly toxic. Within the preemerging herbicides, pendimethalin (1.00) favored the greatest production of legume DM.

Referencias

- Argel, P. J.; Doll, J. y Piedrahíta, W. 1975. Control de malezas en leguminosas forrajeras (*Centrosema pubescens* y *Stylosanthes guianensis*). Revista Comalfi 2(4):212-221.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Proyecto Pasturas en Panamá IDIAP/U. Rutgers/CIAT. En: Programa de Pastos Tropicales, Informe Anual 1986. Cali, Colombia. p. 85-88.
- Ferguson, J. E. y Sánchez, M. 1984. Estrategias para mejorar la disponibilidad de semillas forrajeras. En: Curso internacional sobre recolección, evaluación de germoplasma y producción de semillas de forrajeras tropicales. Memorias. Grupo Regional de Pastos de América Central y el Caribe (GREDPAC). Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP), Panamá. p. 359-375.
- Freund, R. J. y Littell, R. C. 1981. SAS for line model. A guide to the ANOVA and G.L.M. Procedures. SAS Institute, INC., NC., E.U.
- Pinzón, B. R.; Argel, P. J. y Montenegro, R. 1985. Control de malezas en el establecimiento de kudzú tropical. Pasturas Trop. Bol. 7(2):6-8.
- Tergas, L. E. y Gómez de E., C. 1980. Evaluación de herbicidas para el establecimiento de praderas de gramíneas y leguminosas tropicales seleccionadas para suelos ácidos en Colombia. Revista Comalfi 7(1-2):5-17.