

CONTROL QUÍMICO DE *Polygonum aviculare* Y OTRAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA ZANAHORIA (*Daucus carota*)

Allan Villalobos¹, Franklin Herrera²

RESUMEN

Control químico de *Polygonum aviculare* y otras malezas en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*). En Los Angeles de Llano Grande, Cartago se realizaron tres experimentos con el propósito de seleccionar tratamientos para el control de la alfalfilla (*P. aviculare*) en el cultivo de zanahoria. Se evaluaron herbicidas aplicados en preemergencia y en posemergencia a ambas especies. Se encontró que los herbicidas linurón, oxifluorfen, oxadiazón, metribuzín y pendimetalina aplicados en pre-emergencia fueron efectivos para controlar *P. aviculare*, pero sólo el linurón fue selectivo a la zanahoria, mientras que la pendimetalina causó daños leves. Los herbicidas linurón, oxifluorfen y metribuzín aplicados sobre *P. aviculare* en estados de desarrollo de una a cuatro hojas, causaron efectos tóxicos a esta maleza; sin embargo solo linurón en dosis 0,75 a 1,25 kg i.a./ha y metribuzín a 0,35 kg/ha, fueron selectivos a la zanahoria. En un cuarto experimento se confirmó que los herbicidas linurón y pendimetalina o su mezcla, aplicados en preemergencia a la maleza y a la zanahoria, fueron eficaces en el control de *P. aviculare* y de otras malezas de hoja ancha y poáceas, sin dañar la zanahoria; además no fue necesaria una segunda aplicación en posemergencia. Los herbicidas linurón y metribuzin aplicados sobre plantas de *P. aviculare* en estado de desarrollo de seis hojas, no ejercieron control sobre esta especie.

Palabras clave: polygonaceae, *Daucus carota*, malezas, herbicidas, control químico, Costa Rica.

ABSTRACT

Chemical control of *Polygonum aviculare* and other weeds in carrots (*Daucus carota*). Three experiments were conducted, in Los Angeles of Llano Grande, Cartago, for the control of *P. aviculare* in a carrot's orchard. The herbicide application, in pre-emergence and in post-emergence, was evaluated. The herbicides linuron, oxifluorfen, oxadiazon, metribuzin and pendimetalin in pre-emergence, were effective in order to control *P. aviculare*, but only the linuron was selective to the carrot, while the pendimetalin caused slight damages. In post-emergence to *P. aviculare*, with one to four leaves, the herbicides linuron, oxifluorfen and metribuzin caused toxicity to this weed; however only linuron in doses from 0.75 kg a.i./ha to 1.25 kg a.i./ha and metribuzin at 0.35 kg/ha, were selective to the carrot. The fourth experiment confirmed that the herbicide linuron and pendimetalin or their mixture, applied in pre-emergence to the weed and to the carrot, were effective in the control of *P. aviculare*, other broad leaf weeds and poaceas, without damaging the carrot; a second post-emergence application was not necessary. The herbicides linuron and metribuzin, applied on *P. aviculare* with six leaves, didn't control it.

Keywords: polygonaceae, *Daucus carota*, weeds, herbicides, chemical control, Costa Rica.

¹ Servicios de Ingeniería Serving S. A. E-mail: vlobos@racsa.co.cr.

² Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, UCR, Alajuela, Costa Rica. Apdo. 183-4050. E-mail: fherrera@cariari.ucr.ac.cr

INTRODUCCION

La Provincia de Cartago constituye la mayor zona productora de hortalizas de Costa Rica, con un 70% de la producción nacional y entre los principales cultivos sobresalen papa, cebolla, zanahoria, repollo y coliflor.

En los últimos años, *Polygonum aviculare* ha constituido una de las principales malezas de las hortalizas en la zona alta de la provincia de Cartago. Uno de los cultivos más afectados por esta maleza ha sido la zanahoria, debido a su lento crecimiento inicial, poca competitividad (con un periodo crítico de 56 días después de la brotación según Moya (1987)) y a la poca disponibilidad de herbicidas selectivos que controlen a esta maleza.

Según Burger (1983), *P. aviculare* (Familia Polygonaceae) es originaria de las regiones templadas, pero se ha adaptado a las zonas altas de los trópicos. Se ha informado en diferentes regiones del mundo tales como, Estados Unidos, Australia, Hawai, Escocia, España, Centro y Suramérica, en cultivos de cereales, hortalizas, frutales y áreas de zacate (Murphy sf.). En Costa Rica se registró por primera vez en las faldas del Volcán Irazú, cerca de Tierra Blanca (Burger 1983); en la actualidad aún se encuentra en la zona alta de Cartago, pero con amplia distribución en los cultivos de la zona.

Es una maleza difícil de controlar dado su alto grado de competitividad, adaptabilidad a suelos pobres y al estrés hídrico, así como por su gran capacidad de propagación (en promedio produce 4600 semillas/planta) (Meerts 1988). Autores como Leys *et al.* (1990), Kaukovirta (1986) y Hallgren (1990) consideran a *P. aviculare* como una de las malezas más difíciles de controlar.

El herbicida de mayor uso por parte de los productores de zanahoria en la zona de Cartago ha sido el linurón; éste es selectivo a la zanahoria, pero según el criterio de los agricultores, ha sido poco eficaz en el control de *P. aviculare*, especialmente cuando la maleza sobrepasa las tres hojas.

Otra opción utilizada por los productores ha sido la deshierba manual, la cual resulta muy costosa cuando las densidades de esta especie son altas.

Algunos herbicidas que han ejercido algún grado de control sobre *P. aviculare* son: pendimetalina + propaclar (Sheffer 1987), pendimetalina (Johnson y Murphy 1989), thiameturon metil + metsulfurón – DPXE8698 (Espir 1987), pendimetalina + basagrán (Birkler 1988), pendimetalina + prometrina (Brown *et al.* 1991), imazetapir (Ferrell *et al.* 1992), linurón + clorobromurón (Mitchell y Abernethy 1993), 2,4 D amina + dicamba (Leys *et al.*, 1990), metribuzin 0,8 kg/ha (Hallgren 1990).

Johnson y Murphy (1989), indicaron hasta un 100% de control de *P. aviculare* con 3,36 kg/ha de pendimetalina en aplicación preemergente, mientras que con oxadiazón en dosis de 1,12, a 2,24 kg/ha y aplicaciones preemergentes, el porcentaje de control de *P. aviculare* fue inferior al 47%.

Scheffer (1987) también obtuvo un excelente control de *P. aviculare* con la pendimetalina en dosis de 0,7; 1,3 y 2,6 kg/ha en preemergencia en la cebolla.

Debido a que el problema de *P. aviculare* en zanahoria se incrementa con el tiempo y dada la poca investigación regional en la búsqueda de soluciones a este problema, se planteó este trabajo con el propósito de seleccionar herbicidas que combatieran eficazmente *Polygonum aviculare* sin dañar el cultivo de zanahoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en Los Angeles de Llano Grande, Cartago, a una altitud de 1720 m, con una precipitación promedio de 608 mm distribuida durante los meses de mayo a noviembre. El estudio consistió de cuatro experimentos; tres de ellos se realizaron, de julio a octubre de 1996, en recipientes plásticos y el cuarto, de diciembre de 1996 a mayo de 1997, en eras. En los primeros tres experi-

mentos se evaluaron por aparte: herbicidas aplicados en preemergencia y herbicidas aplicados en postemergencia, mientras que en el cuarto experimento se evaluaron los tratamientos promisorios, en ambas formas de aplicación. En todos los casos se utilizó el mismo suelo, franco arenoso, con pH de 4,9 y de fertilidad moderada (fósforo 100 cmol (+)/l), calcio 4-12 cmol (+)/l) y niveles de potasio altos (>0,60 cmol (+)/l).

Herbicidas aplicados en preemergencia

Se utilizaron recipientes plásticos de 2,6 litros de capacidad, llenos con suelo altamente infestado de *P. aviculare*. Se sembraron 10 semillas de zanahoria de la variedad Bangor F1 por recipiente, los cuales se dejaron a la intemperie en el mismo sitio. Los herbicidas evaluados se muestran en el Cuadro 1. El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar con 25 tratamientos, en arreglo factorial 8 x 3 (ocho herbicidas y tres dosis) más un tratamiento adicional (testigo sin herbicida y sin control de malezas), con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por un recipiente.

La aplicación de los herbicidas se realizó con un equipo de aspersión accionado por CO₂. El volumen de aplicación fue de 320 l/ha.

Las variables evaluadas fueron:

- Número de plantas de *P. aviculare* a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda).
- Número de poáceas y malezas de hoja ancha a los 15, 30 y 45 dda.
- Toxicidad provocada por los herbicidas en la zanahoria según la siguiente escala:
 - plantas sanas
 - toxicidad leve (clorosis leve)
 - toxicidad leve - moderada (clorosis, necrosis leve, no hay muerte de plantas)
 - toxicidad moderada (clorosis, necrosis, muerte de menos del 50% del tejido)
 - toxicidad severa (clorosis, necrosis, enanismo, muerte 50% del tejido)
 - muerte total.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el experimento con herbicidas aplicados en preemergencia a la maleza y a la zanahoria (*Daucus carota*). Llano Grande, Cartago, Costa Rica. 1996.

Nombre genérico	Nombre comercial ¹	kg i.a./ ha	P.C./ha ²
linurón	Afalón 50% PM	0,75	1,50 kg
	Afalón 50% PM	1,25	2,50 kg
	Afalón 50% PM	1,75	3,50 kg
	Afacoop 50% PM	0,75	1,50 kg
	Afacoop 50% PM	1,25	2,50 kg
	Afacoop 50% PM	1,75	3,50 kg
	Afalón 45% SC	0,75	1,67 l
	Afalón 45% SC	1,25	2,78 l
	Afalón 45% SC	1,75	3,89 l
oxifluorfen	Goal 24% EC	0,24	1,00 l
	Goal 24% EC	0,36	1,50 l
	Goal 24% EC	0,48	2,00 l
oxadiazón	Ronstar 38% FW	0,57	1,50 l
	Ronstar 38% FW	0,95	2,50 l
	Ronstar 38% FW	1,33	3,50 l
metribuzin	Sencor 70% PM	0,35	0,50 kg
	Sencor 70% PM	0,70	1,00 kg
	Sencor 70% PM	1,05	1,50 kg
pendimetalina	Prowl 500	1,00	2,00 kg
	Prowl 500	1,50	3,00 kg
	Prowl 500	2,00	4,00 kg
imazetapir	Pivot 100 grEqAc.	0,05	0,50 l
	Pivot 100 grEqAc.	0,10	1,00 l
	Pivot 100 grEqAc.	0,15	1,50 l
testigo sin herbicidas	---	---	---

¹ La mención de nombres comerciales no denota preferencia o recomendación.

² PC: producto comercial

Herbicidas aplicados en postemergencia

Se siguió la misma metodología descrita para el experimento de herbicidas aplicados en preemergencia. En cada recipiente se dejaron al menos tres plantas de *P. aviculare*. Los herbicidas evaluados se muestran en el Cuadro 2.

En uno de los experimentos los herbicidas se aplicaron cuando las plantas de *P. aviculare* tenían de una a dos hojas, en el otro, cuando tenían de tres

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el experimento con los herbicidas aplicados en postemergencia a la maleza y a la zanahoria (*Daucus carota*). Llano Grande, Cartago. 1996.¹

Nombre genérico	Nombre comercial ²	kg i.a./ ha	P.C./ ha
linurón	Afalón 50% PM	0,75	1,50 kg
	Afalón 50% PM	1,25	2,50 kg
	Afalón 50% PM	1,75	3,50 kg
	Afacoop 50% PM	0,75	1,50 kg
	Afacoop 50% PM	1,25	2,50 kg
	Afacoop 50% PM	1,75	3,50 kg
	Afalón 45% SC	0,75	1,67 l
	Afalón 45% SC	1,25	2,78 l
	Afalón 45% SC	1,75	3,89 l
oxifluorfen	Goal 24% EC	0,24	1,00 l
	Goal 24% EC	0,36	1,50 l
	Goal 24% EC	0,48	2,00 l
oxadiazón	Ronstar 38% FW	0,57	1,50 l
	Ronstar 38% FW	0,95	2,50 l
	Ronstar 38% FW	1,33	3,50 l
metribuzin	Sencor 70% PM	0,35	0,50 kg
	Sencor 70% PM	0,70	1,00 kg
	Sencor 70% PM	1,05	1,50 kg
imazetapir	Pivot 100 gr.Eq.Ac.	0,05	0,50L
	Pivot 100 gr.Eq.Ac.	0,10	1,00L
	Pivot 100 gr.Eq.Ac.	0,15	1,50L
testigo sin herbicida	---	---	---

¹ Cada tratamiento fue aplicado sobre *P. aviculare* en estado de 1a segunda hoja y de cuarta a quinta hojas.

² La mención de nombres comerciales no denota preferencia o recomendación.

a cuatro hojas. En ambos casos el diseño experimental fue Bloques completos al azar con 22 tratamientos, dispuestos en arreglo factorial 7 x 3 (siete herbicidas, tres dosis) más un tratamiento adicional (testigo sin herbicida y sin control de malezas), con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron las mismas antes descritas para los herbicidas aplicados en preemergencia.

Evaluación de estrategias de aplicación de los herbicidas promisorios

En este experimento se evaluaron los herbicidas promisorios identificados en los tres primeros experimentos. Se utilizaron eras o camas de 26 m de largo por 1,25 metros de ancho y 0,2 m de alto. La siembra de la zanahoria se hizo en surcos distanciados a 0,3 m entre sí y la distancia entre semillas fue seguida o a chorro. El manejo del cultivo se hizo según lo acostumbran los productores de zanahoria de la zona en estudio.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de eras de 1,80 m de largo x 1,25 m de ancho, con seis surcos. Los tratamientos se muestran en el Cuadro 3. Las aplicaciones se realizaron con equipo de aspersión accionado por CO₂, con un volumen de aplicación de 320 l/ha.

Las variables evaluadas fueron:

- Número de plantas de *P. aviculare* a los 15, 30, 45, 60 días después de la aplicación preemergente (ddap).
- Número de plantas de *P. aviculare* a los 0, 15 y 30 días después de la aplicación posemergente (ddapo).
- Número de poáceas y malezas de hoja ancha a los 15, 30, 45, 60 ddap.
- Número de poáceas y malezas de hoja ancha a los 0, 15 y 30 ddapo.
- Toxicidad por los herbicidas en la zanahoria, según la escala antes indicada.

Se realizó un análisis de varianza para cada variable, en aquellos casos donde se detectó diferencias significativas, se procedió a hacer análisis de comparación de medias según prueba DMS al 5%.

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en el experimento “estrategias de aplicación de herbicidas promisorios para el control de *P. aviculare* en zanahoria (*Daucus carota*)”. Los Angeles de Llano Grande, Cartago, Costa Rica. 1997.

Estrategia	Nombre genérico	Dosis en kg/ha
Aplicación Preemergente	pendimetalina	1,50
	pendimetalina + linurón	1,50 + 1,00
	linurón	1,25
	testigo	---
Aplicación Postemergente	linurón	1,00
	linurón + aceite agrícola	1,00 + 5ml *
	linurón	1,25
	linurón + fluazifop-butil	1,0 + 0,12
Aplicación combinada	Testigo	---
	pendimetalina (pre) + linurón (post)	1,50 y 1,00
	linurón (pre) + metribuzin (post)	1,25 y 0,35
	pendimetalina (pre) + metribuzin (post)	1,50 y 0,35
	linurón (pre) + linurón (post)	1,25 y 1,00
	linurón (pre) + fluazifop-butil (post)	1,00 y 0,120
	testigo	---

* aceite agrícola en ml de producto comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Herbicidas aplicados en preemergencia a la maleza y a la zanahoria

Se encontró que el linurón, oxifluorfén, oxadiazón, metribuzín y pendimetalina, en las tres dosis evaluadas controlaron en forma total *P. aviculare* durante los 60 días después de aplicados los herbicidas. Resultados similares obtuvieron Johnson y Murphy (1989) con pendimetalina y oxadiazón; Mitchell y Abernethy (1993) con linurón y metribuzín; Hallgren (1990), Sheffer (1987) y Brown *et al.* (1991) con metribuzin, todos aplicados en preemergencia a la maleza. El imazetapir mostró un efecto pobre sobre *P. aviculare* en las tres dosis evaluadas.

No se determinaron diferencias significativas entre dosis y formulaciones de linurón (Afalón 50% PM, Afacoop 50% PM y Afalón 45% SC) en el combate de *P. aviculare*. Resultados que difieren a lo expresado por los agricultores de la zona, quienes han observado diferencias en el combate de ma-

lezas entre las formulaciones de linurón. De acuerdo a los resultados encontrados convendría entonces utilizar la formulación de linurón de menor costo; así como la dosis más baja, lo que ayudaría a disminuir los costos, el impacto negativo en el ambiente y el efecto residual para la rotación de cultivos, práctica común en esta zona productora de hortalizas.

Otras malezas dicotiledóneas presentes en el experimento fueron Mielcilla (*Galinsoga* sp), Aceitera (*Oxalis* sp), Navillo (*Brassica campestris*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*) y Corazoncito (*Capsella bursa pastoris*). Todos los herbicidas evaluados redujeron la densidad de población de estas malezas; aunque el imazetapir fue más lento en actuar debido a que las imidazolinonas inhiben la síntesis de algunos aminoácidos que bloquean el crecimiento, pero la planta tarda varios días en morir.

De la familia Poaceae, únicamente se presentó en este experimento *Poa annua*, siendo el oxifluorfén el herbicida más efectivo para su control. Los otros herbicidas ejercieron un control intermedio sobre esta especie.

Con respecto a la selectividad de los herbicidas aplicados en preemergencia a la zanahoria, se encontró que solo el linurón en dosis de 1,25 kg/ha o menos y la pendimetalina en las dosis evaluadas fueron selectivos a la zanahoria. El oxifluorfen, oxadiazón, metribuzín e imazetapir resultaron sumamente tóxicos a la zanahoria.

Considerando el control de *P. aviculare* y el efecto sobre la zanahoria se determinó utilizar solo linurón y pendimetalina en aplicaciones preemergentes para los experimentos en campo.

Herbicidas aplicados en postemergencia a *P. aviculare* en estado de una a dos hojas

Las tres formulaciones de linurón en las tres dosis evaluadas dieron buen control de esta maleza; sin embargo, en el caso de Afalón PM, la dosis menor (0,75 kg ia/ha) fue más lenta en actuar y menos efectiva. De manera similar, el oxifluorfen a 0,36 kg/ha o más, eliminó las plántulas de *P. aviculare*. El metribuzín en las tres dosis evaluadas eliminó todas las plantas de *P. aviculare*, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Mitchell y Abernethy (1993) al utilizar metribuzín en postemergencia a una dosis de 0,3 kg/ha. El oxadiazón y el imazetapir fueron poco efectivos para el control postemergente de *P. aviculare* (Cuadro 4). Los herbicidas linurón, oxifluorfen y metribuzín además de eliminar las plantas de *P. aviculare*, también mostraron efecto residual de al menos 60 días, ya que en ese lapso no se observó emergencia de esta especie; con lo cual teóricamente se cubriría el período crítico de competencia de la zanahoria.

Con respecto a las otras especies dicotiledóneas antes señaladas, se encontró que los herbicidas linurón, metribuzín y oxifluorfen, en las tres dosis mantuvieron excelente control de éstas aún 60 días después de su aplicación.

La poácea dominante fue *Poa annua*, cuyo mejor control se logró con el metribuzín en las tres do-

Cuadro 4. Número de plantas de *P. aviculare* por recipiente a los 0, 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas en postemergencia, estado de desarrollo de una a dos hojas de la maleza. Los Angeles de Llano Grande de Cartago, Costa Rica. 1996.

Herbicidas	kg ia/ha	0	15	30	45	60
Afalón 50% PM*	0,75	3 a ¹	3	1,3	1	1
Afalón 50% PM*	1,25	5 a	0	0	0	0
Afalón 50% PM*	1,75	5,3 a	0	0	0	0
Afacoop50% PM*	0,75	4,3 a	0	0	0	0
Afacoop50% PM*	1,25	5,6 a	1,3	0,6	0,6	0,3
Afacoop50% PM*	1,75	6 a	0	0	0	0
Afalón 45% SC*	0,75	3,3 a	0	0	0	0
Afalón 45% SC*	1,25	4,3 a	0	0,3	0	0
Afalón 45% SC*	1,75	3,6 a	0	0	0	0
oxifluorfen	0,24	4,3 a	0,3	0,3	0,3	0,3
oxifluorfen	0,36	4,3 a	0	0	0	0
oxifluorfen	0,48	4,6 a	0	0	0	0
oxadiazón	0,57	2,6 a	1,6	1,6	2	2
oxadiazón	0,95	5,6 a	3,6	4	3	3,3
oxadiazón	1,33	4,6 a	1	1	0,3	0,6
metribuzín	0,35	4 a	0	0	0	0
metribuzín	0,70	3,3 a	0	0	0	0
metribuzín	1,05	4,6 a	0	0	0	0
imazetapir	0,05	4,6 a	3,3	3,6	3,3	3,3
imazetapir	0,10	3 a	2	2	2	2
imazetapir	0,15	3 a	1	1	0,6	0,6
Testigo	---	3 a	4	4,6	3,6	3,3

¹ Cifras con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según prueba DMS 5%.

* Formulaciones comerciales de linurón.

sis evaluadas. El linurón, oxifluorfen, oxadiazón e imazetapir tuvieron poco efecto sobre *Poa annua*, a las dosis evaluadas.

Herbicidas aplicados en postemergencia a *P. aviculare* en estado de tres a cuatro hojas

El efecto de los herbicidas fue muy similar al observado cuando se aplicaron sobre *P. aviculare* en estado de una a dos hojas.

Las tres formulaciones de linurón dieron buen control de *P. aviculare*, a excepción de Afalón PM (0,75 kg ia/ha) que no la controló. El metribuzín y oxifluorfén en las tres dosis evaluadas eliminaron la totalidad de plantas de *P. aviculare* en este estado de desarrollo (Cuadro 5). En el caso del metribuzín los resultados concuerdan con lo mencionado por Mitchell y Abernethy (1993).

Cuadro 5. Número de plantas de por recipiente a los 0, 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas sobre *P. aviculare* en estado tres a cuatro hojas de la maleza. Los Angeles de Llano Grande de Cartago, Costa Rica. 1996.

Herbicidas	kg i a/ha	0	15	30	45	60
Afalón 50% PM*	0,75	7,6 a ¹	4,3	3,6	3,6	3,6
Afalón 50% PM*	1,25	5,3 a	0,3	0,3	0,3	0,3
Afalón 50% PM*	1,75	9,3 a	0	0	0	0
Afacoop 50% PM*	0,75	9,3 a	0	0	0	0
Afacoop 50% PM*	1,25	6,3 a	0	0	0	0
Afacoop 50% PM*	1,75	5,3 a	0	0	0	0
Afalón 45% SC*	0,75	7,6 a	0	0	0	0,3
Afalón 45% SC*	1,25	3,3 a	0	0	0	0,3
Afalón 45% SC*	1,75	5,3 a	0	0	0	0
oxifluorfén	0,24	5,6 a	0	0	0	0
oxifluorfén	0,36	6 a	0	0	0	0
oxifluorfén	0,48	6 a	0	0	0	0
oxadiazón	0,57	10 a	5	6,3	6	5,3
oxadiazón	0,95	3,3 a	3,6	3	3	2,6
oxadiazón	1,33	5,6 a	1,6	2,3	2	2,3
metribuzín	0,35	7 a	0	0	0	0
metribuzín	0,70	5 a	0	0	0	0
metribuzín	1,05	7,6 a	0	0	0	0
imazetapir	0,05	4 a	3	3	3	3
imazetapir	0,10	3,6 a	3	2,6	3	1,6
imazetapir	0,15	4,3 a	3,3	1,3	1	1,3
Testigo	---	5,3 a	6	6	5,6	4,6

¹ Cifras con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según prueba DMS 5%.

* Formulaciones comerciales de linurón.

En forma similar a lo encontrado en aplicaciones sobre *P. aviculare* en estado de una a dos hojas, el oxadiazón y el imazetapir dieron control parcial

con dosis altas pero un control deficiente a nulo a dosis intermedias y bajas.

Con respecto a las especies dicotiledóneas y *Poa annua* los resultados fueron idénticos a los obtenidos con aplicaciones sobre *P. aviculare* en estado de una a dos hojas.

Con respecto a la selectividad de los herbicidas a la zanahoria en aplicación posemergente, el linurón fue el herbicida menos tóxico; sólo provocó clorosis de leve a moderada, sin embargo la zanahoria se recuperó en forma significativa cuando las dosis fueron inferiores a 1,25 kg/ha. En dosis altas (1,75 kg ia/ha) el Afacoop resultó más tóxico a la zanahoria que las formulaciones de Afalón PM y Afalón SC. El metribuzín en la dosis baja causó lesiones de leves a moderadas a la zanahoria. Mientras que los otros herbicidas causaron síntomas de toxicidad entre moderados y severos.

Según el control *P. aviculare* y la selectividad a la zanahoria, los herbicidas linurón (Afacoop 50 PM en dosis menores a 1,25 kg ia/ha) y metribuzín 0,35 kg ia/ha, mostraron la mayor posibilidad de uso en aplicaciones postemergentes a la zanahoria. Por otro lado, el oxifluorfén tiene posibilidad de uso para combatir *P. aviculare* en cebolla, al igual que metribuzín en papa, cultivos que muestran tolerancia a estos herbicidas respectivamente, de manera que, constituyen un grupo interesante de herbicidas que podrían usarse en los cultivos de rotación para el control de *P. aviculare*.

Estrategias de aplicación en campo de los herbicidas promisorios

a) Solo aplicación preemergente

En condiciones de campo los herbicidas linurón, pendimetalina o su mezcla aplicados en preemergencia a la maleza y a la zanahoria fueron altamente eficaces para controlar la maleza *P. aviculare* durante 60 días después de aplicados (Cuadro 6), con lo cual se podría cubrir el periodo crítico de

competencia de la zanahoria, que según Moya (1987) y el US Pest Management Guidelines (1996) se presenta durante los primeros 45 días del ciclo del cultivo. Solo la pendimetalina causó una leve disminución en el tamaño de las plantas de zanahoria; sin embargo después de los 30 dda, el cultivo se recuperó completamente. Los resultados con pendimetalina aplicada en preemergencia concuerdan con los obtenidos por Johnson y Murphy (1989) en el control de *P. aviculare*, sin embargo estos autores usaron dosis de 3,4 kg/ha. En forma similar Schefler (1987), informa de buen control de esta especie con dosis de 0,7 a 2,0 kg/ha de pendimetalina en el cultivo de la cebolla. Al ser estos herbicidas de grupos químicos diferentes ofrecen una mayor ventaja para rotarlos en el cultivo de zanahoria

b) Sólo aplicación postemergente

No se determinaron diferencias significativas entre tratamientos postemergentes para el control de *P. aviculare*. Resultado que contrasta con el obtenido cuando se aplicó el linurón sobre esta especie en su estado de desarrollo de una a cuatro hojas. En el experimento de campo, al momento de la aplicación posemergente, varias plantas de *P. aviculare* tenían seis hojas, lo que explica esta diferencia en el control. De manera similar, los productores de la zona también han observado poco efecto

del linurón cuando se aplica sobre plantas de *P. aviculare* muy desarrolladas.

Con respecto al control de malezas de hoja ancha, todos los herbicidas disminuyeron la población de estas especies, aunque los tratamientos con linurón mostraron un control ligeramente mejor que con metribuzín. El control de poáceas fue similar entre los herbicidas evaluados; sin embargo, el efecto del fluazifop-butil fue inferior a lo esperado, probablemente debido a que la especie dominante fue *Poa annua* y en pruebas adicionales se observó que ésta requiere dosis mayores para ser eliminada completamente.

c) Aplicación preemergente y postemergente

Todos los herbicidas aplicados en preemergencia redujeron en forma significativa la población de *P. aviculare* durante los siguientes 37 días después de su aplicación; momento en el cual se tomó la decisión de hacer las aplicaciones postemergentes. Cuando se usó linurón en preemergencia el control de *P. aviculare* fue excelente, por lo que una segunda aplicación en posemergencia no fue necesaria; mientras que con pendimetalina en preemergencia, una segunda aplicación en postemergencia de linurón o metribuzín mejoró el control de esta maleza (Cuadro 7).

Cuadro 6. Número de plantas de *P. aviculare*, maleza Hoja Ancha (H.A.), Poáceas (P), a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas en preemergencia a la maleza y a la zanahoria. Los Angeles de Llano Grande de Cartago, Costa Rica. 1997.

Tratamiento	P.				H.A.				P			
	<i>aviculare</i>	<i>aviculare</i>	<i>aviculare</i>	<i>aviculare</i>	15 dda	30 dda	45 dda	60 dda	15 dda	30 dda	45 dda	60 dda
pendimetalina 1,5 kg i.a / ha	2,7 ¹	1,7	0,5	0	8,7	1	1,7	2,2	5,2	2	1,2	0,5
linurón 1,0 kg i.a/ha + pendimetalina 1,0 kg i.a / ha	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0
linurón 1,25 kg i.a/ha	1,7	0,5	0	0	0,2	0,2	0,2	0,7	5,5	5	1,5	3
Testigo	19	9,2	15	12,7	33	23,5	25,2	22,25	43,5	38,5	29	29

¹ Cifras con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí según prueba DMS 5%.

Cuadro 7. Número de plantas de *P. aviculare*, maleza Hoja Ancha (H.A.) y Poáceas a los 0, 15, 30 y 45 días después de la aplicación de herbicidas en postemergencia (ddap)¹. Los Angeles de Llano Grande de Cartago, Costa Rica. 1997.

Ttratamiento	<i>P. aviculare</i> 0 ddap	<i>P. aviculare</i> 15 ddap	<i>P. aviculare</i> 30 ddap	H.A. 0 ddap	H.A. 15 ddap	H.A. 30 ddap	Po 0 ddap	Po 15 ddap	Po 30 ddap
pendimetalina 1,50 kg/ha (pre) + linurón 1,00 kg/ha (post)	3b ²	0,2	0,2	4,2	0	0	1,7	1	0,2
linurón 1,25 kg/ha (pre) + metribuzín 0,35 kg/ha (post)	0,2b	0	0	0	0	0	1,5	0	0
pendimetalina 1,50 kg/ha (pre) + metribuzín 0,35 kg/ha (post)	4,5b	0,2	0,2	5	0	0	2	2,7	1,2
linurón 1,25 kg/ha (pre) + linurón 1,00 kg/ha (post)	0,5b	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0,2
linurón 1,25 kg/ha (pre) + fuazifop butil 1,00 l (post)	0,5b	0,7	0,5	0	0	0	4,2	3,2	2,5
Testigo	13,5a	12,7	10	26	22,2	20	30,7	29	36,7

¹ Los herbicidas en posemergencia se aplicaron a los 37 días después de haberse hecho las aplicaciones en preemergencia.

² Cifras con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según prueba DMS 5%.

Aunque en las aplicaciones preemergentes y posemergentes de los herbicidas promisorios no se observaron síntomas de toxicidad en la zanahoria, conviene señalar que en el caso de metribuzín en otros estudios, se informa de daños a la zanahoria del orden de un 15% en los rendimientos (Leal 1997, Bellinder *et al.* 1997).

No se presentaron diferencias significativas en el peso de la zanahoria entre tratamientos; sin embargo la producción obtenida estuvo por debajo de la producción comercial promedio debido a problemas de sequía que afectaron la zona en ese ciclo de siembra.

Conclusiones:

Experimentos en recipientes

Los herbicidas linurón, oxifluorfén, oxadiazón, metribuzín y pendimetalina, aplicados en premer-

gencia a la maleza y a la zanahoria, fueron efectivos para controlar *P. aviculare*, pero sólo linurón y en menor grado la pendimetalina, fueron selectivos a la zanahoria.

Los herbicidas linurón, oxifluorfén y metribuzín controlaron en forma efectiva la maleza *P. aviculare* en aplicación postemergente en su estado de una a cuatro hojas. Sin embargo, sólo el linurón en dosis inferior a 1,25 kg/ha y el metribuzín a 0,35 kg/ha, fueron selectivos a la zanahoria.

Experimento con Herbicidas Promisorios en siembras en el campo

Los herbicidas pendimetalina, linurón, o su mezcla, aplicados en preemergencia a la maleza y la zanahoria, fueron eficaces en el control de *P. aviculare* y otras malezas de hoja ancha y poáceas sin dañar la zanahoria.

Los herbicidas linurón y metribuzín no fueron efectivos para controlar *P. aviculare* cuando se aplicaron en estados de desarrollo de seis hojas.

LITERATURA CITADA

- BELLINDER, R.R.; KIRKWYLAND, J.J.; WALLACE, R.W. 1997. Carrot (*Daucus carota*) and Weed Response to Linurón and metribuzín applied at different Crop Stages. *Weed Technology*: V(11): 235-240.
- BIRCKLER, H. 1988. New possibilities of improved weed control in peas. *Weeds and weed control*. 29th. Swedish Weed Conference, Uppsala 27-28 January. Vol. 1, 116p.
- BURGER, W. 1983. Flora Costaricensis. *Fieldiana Botany (C.R.)*. V (13): 124-127 p.
- BROWN, J.C; EKE, KH; TAYLER, PN. 1991. Pendi-methalin/prometryn a new coformulation for weed control in peas as beans. *Aspects of applied biology #27*, 393-396; paper presented at an Association of Applied Biologists Meeting, University of Cambridge, 16-17 dic. 1991.
- ESPIR, A.F. 1987. Weed control in spring barley in Scotland with thiameturon metil plus metsulfuron metil. *In: Proceedings, Crop Protection in Northern Britain*, Dundee University, 15-17 march 1987. p. 31-36.
- FERREL, M.A.; KOCH, DW; OGG, PJ.; HRUBY, F. 1992. Grass tolerance to imazethapir. *In: Proceedings of Western Society of Weed Science*, Salt Lake City, Utah, USA, 10-12 march 1992. p. 95-97.
- HALLGREN, E. 1990. Control of weeds in potatoes using different doses of sencor (metribuzin) with and without additive. *Swedish University of Agricultural Sciences. In. 31st Swedish Crop Protection Conference*. Uppsala, 31 January – 1 February 1990. p. 11-19.
- JOHNSON, B.J.; MORPHY, T.R. 1989. Summer annual weed control in turfgrass. *University of Georgia, USA. Research Bulletin N° 388*. 29p.
- KAUKOVIRTA, E. 1986. Composition of weed flora in vegetables with and without chemical control in Finland. *In. Proceedings of a Meeting of the EC Experts' Group / Stuttgart 28-31 October 1986*. p. 49-57.
- LEAL, F. 1997. Evaluación de dosis de metribuzín en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*) para el control de malezas. *Estación Experimental Bejo S.A. Guatemala. Comunicación Personal*.
- LEYS, A.R.; AMOR, R.L.; BARNETT, A.G.; PLATER, B. 1990. Evaluation of herbicides for control of summer growing weeds on fallows in south eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. V(30): 271-279.
- MEERTS, P. 1988. Life strategies in *Polygonum aviculare* L. *VIII Colóquio Internacional sur la Biologie, l'ecologie et la systematique des mauvaises herbes*, France. V(1): 209-218.
- MITCHELL R.B.; ABERNETHY, R.J. 1993. Tolerance of Clary Sage, Coriander and Caraway to herbicides applied pre and post emergence. *In. Proceedings of 46th N.Z. Plant Protection Conference*. 1993. p. 24-29.
- MOYA, R.M. 1987. Determinación de la época crítica de competencia entre malas hierbas y la zanahoria *Daucus carota*. *Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia*. 36 p.
- MURPHY, T.R. s.f. Weed of southern turfgrasses. USA, University of Florida. (IFAS). 163p.
- SHEFFER, J.C. 1987. Boosting onions. Preemergence weed control. *New Zealand Commercial Grower* V(42): 5-17.
- UC PEST MANAGEMENT GUIDELINES. 1996. USA, University of California. *Statewide Integrated Pest Management Project*. 3 p.
- YAGUI, A.; TYLHO, I. 1992. *Guía práctica de Herbicidas*. Maralpa S.A. España, Madrid, 264p.