

EFFECTIVIDAD DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN EL COMBATE DE MALEZAS EN VIVERO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia*)

Franklin Herrera¹, Mario Herrera²

RESUMEN

Efectividad de herbicidas preemergentes en el combate de malezas en vivero de macadamia (*Macadamia integrifolia*). En un vivero comercial de la finca "Macadamia San Gregado", en la Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica, se efectuó un experimento con el propósito de determinar costos en el control de malezas, selectividad a la macadamia sembrada en bolsas de polietileno y efectividad en el combate de malezas, de dosis de oxifluorfen granulado y de combinaciones promisorias de herbicidas preemergentes, para minimizar la competencia de las malezas con la macadamia durante la fase de vivero. El periodo experimental fue de setiembre de 1991 a octubre de 1992.

La aplicación de los herbicidas se inició a las 12 semanas después del trasplante (12 SDT). Los tratamientos evaluados en un diseño de Bloques Completos al Azar fueron: oxifluorfen 0,0050, 0,010 y 0,015 g/bolsa (12 SDT); simazina 1,5 kg /ha (12 SDT) + oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (24 SDI); simazina 1,5 kg/ha (12 SEIT) + simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT); terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (26 SDT); Deshierbas manuales a las 12, 18, 24, 34 y 40 SDT; y un testigo enmalezado. La aplicación del oxifluorfen granulado se hizo en forma manual, mientras que los líquidos, con un equipo accionado a presión constante por CO₂ y dirigido a la base de las plantas.

Se encontró que el oxifluorfen granulado en las tres dosis evaluadas, mantuvo un porcentaje de control de malezas en general superior al 80 % mientras que con si-

ABSTRACT

Effectiveness of pre-emergent herbicides for controlling weeds In a macadamia (*Macadamia integrifolia*) nursery. An experiment was conducted, at a commercial nursery in Fortuna de San Carlos, Alajuela-Costa Rica, to determine the costs of controlling weeds, the selectivity to macadamia rootstalks planted in polyethylene bags and the weed control effectiveness of doses of granulated oxyfluorfen and mixtures of promising pre-emergent herbicides to minimize weed competition with the macadamia, during the nursery phase. The experimental period was from September 1991 to October 1992.

The herbicides' application started 12 weeks after the macadamia trees were transplanted (12 wat). The treatments evaluated, with a Complete Randomized Block design, were: oxyfluorfen at the rates of 0.005, 0.01 and 0.015 g/bag (12 wat), simazine at 1.5 kg/ha (12 wat) + oxyfluorfen at 0.005 g/bag (24 wat), simazine at 1.5 kg/ha (12 wat) + simazine at 1.5 kg/ha (24 and 40wat), terbutylazine at 1.5 kg/ha (12wat) + oxyfluorfen at 0.005 g/bag (26 wat), hand weeding at 12,18,24,34 and 40 wat, and an unweeded control. The granulated oxyfluorfen was spreaded by hand while the liquid treatments were applied with a CO₂ operated sprayer.

It was found that oxyfluorfen, at the tested doses, maintained a general weed control percentage over 90 % during the whole macadamia nursery cycle. With simazine and terbutylazine it was necessary to make other applications in order to keep the weed coverage

¹ Mag. Sc., Programa de Investigación en Manejo de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica.

² Ing. Agr., Hda. Macadamia San Gregado, San Carlos, Costa Rica.

mazina o terbutilazina, fue necesario recurrir a otras aplicaciones para el porcentaje de cobertura de malezas por debajo de un 20 %. La deshierba manual fue la alternativa de control de malezas de mayor uso de mano de obra; mientras que a excepción del testigo enmalezado, el oxifluorfen 0,005 g/bolsa redujo el empleo de mano de obra en un 53% comparado con las deshierbas. La competencia por malezas hizo que los árboles de macadamia debieran permanecer cinco semanas más en vivero para alcanzar el tamaño necesario para nerto; por lo cual, todos los tratamientos de control de malezas dieron un cambio positivo en el ingreso neto. Ninguno de los herbicidas evaluados causó daños a la macadamia.

Palabras clave: *Macadamia ternifolia*, nuez de macadamia, viveros, herbicidas, malezas, Costa Rica.

under 20 %. The hand weeding was the largest use of hand labor, while the oxyfluorfen at 0.005 g/bag lowered the costs and the use of hand labor by 33 and 53 %, respectively. The three simazine applications reduced the costs by 44 %, although it only released hand labor by 46 %. Due to the weed competence, it was necessary to keep the macadamia trees a longer period of time in the nursery, before they could be grafted. None of the tested herbicides caused damage to the macadamia.

Key words: *Macadamia ternifolia*, macadamia nuts, plant nurseries, herbicides, weeds, Costa Rica.



INTRODUCCIÓN

Se sabe que la presencia abundante de malezas que crece conjuntamente con los árboles en ambientes confinados, como las bolsas de polietileno que se usan en los viveros, afecta el desarrollo y calidad de los árboles que serán injertados y luego transplantados al campo (Quesada 1988; Siseo 1987; Sánchez *et al.* 1993). Uno de los métodos más utilizados para el combate de las malezas en estas condiciones, ha sido la deshierba manual, práctica relativamente efectiva que no contamina el ambiente; sin embargo, se mencionan desventajas, como, el alto costo y gran demanda en mano de obra, comparada con el uso de herbicidas (Siseo 1987; Laprade 1988), la cual en determinadas circunstancias y lugares puede ser insuficiente. Existen varias otras opciones para el manejo de estas malezas, entre ellas, el uso de herbicidas selectivos; al respecto Esquivel (1986), encontró que el fluzifop-butil aplicado en posemergencia controló bien

las gramíneas; mientras que, la simazina en premergencia controló malezas de hoja ancha. Badilla (1991) observó buen control de malezas y selectividad a la guanábana (*Anona muricata*) sembrada en bolsas, con terbutilazina 1,5 kg/ha en aplicación dirigida a la base de las plantas. Posteriormente Sánchez *et al.* (1993), después de evaluar 32 tratamientos con varios herbicidas en macadamia sembrada en bolsas, concluyeron que el herbicida más efectivo en el control de malezas y más selectivo a la macadamia fue el oxifluorfen granulado. Sin embargo, esta formulación del oxifluorfen requiere que no hayan malezas emergidas y debe ser aplicado en forma manual o con granutadora; por otra parte, se ha observado en el campo que los trabajadores normalmente aplican hasta 1,5 gramos de producto comercial en cada bolsa, dosis que resulta más alta que la cantidad de ingrediente activo recomendada.

Hasta el momento, casi la totalidad de los experimentos realizados en macadamia en el país, han

consistido en la evaluación de una sola aplicación de herbicidas; sin embargo, en varias situaciones con una sola aplicación de herbicidas no es posible mantener el cultivo libre de la competencia por malezas durante toda la fase de vivero, razón por la cual se debe recurrir a otra aplicación, o complementar con deshierbas manuales.

El efecto de dosis mayores de oxifluorfén, aplicaciones secuenciales de un mismo herbicida o con diferentes herbicidas, en la efectividad, selectividad y costos de producción aún no se ha cuantificado.

Los objetivos de este experimento fueron, determinar costos en el control de malezas, selectividad a la macadamia sembrada en bolsas de polietileno y efectividad en el combate de malezas, de dosis de oxifluorfén granulado y de combinaciones promisorias de herbicidas preemergentes, para minimizar la competencia de las malezas con la macadamia durante la fase de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de setiembre de 1991 a octubre de de 1992, en un vivero comercial de macadamia ubicado en la finca "San Gregado", distrito La Fortuna, San Carlos a una elevación de 700 msnm y una precipitación promedio anual de 3.556 mm.

Para establecer el vivero se usaron bolsas plásticas de 17 cm de diámetro por 50 cm de alto, las cuales se llenaron con suelo de la finca, que presentó las siguientes características físico químicas: arena 72%, limo 22%, arcilla 2%, textura areno franco, materia orgánica 6,4%, pH en agua 6,5, acidez intercambiable 0,4 Ca 1,7 cmol/l Mg 0,2 cmol/l, K 0,18 cmol/l, P 38 mg/l y baja capacidad de intercambio catiónico.

Las bolsas se dispusieron en dobles hileras con separación de 1,5 m entre éstas. Se transplantaron

plántulas de macadamia, patrón *M. integrifolia*. La aplicación de los herbicidas se hizo cuando las plantas de macadamia tenían tres meses de edad, una altura de 8 a 14 cm y en excelentes condiciones de sanidad.

El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela experimental estuvo formada por 2 hileras de 20 bolsas cada una, de la cuales se evaluaron las 36 plantas centrales.

En el Cuadro 1 se muestran los tratamientos evaluados. Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó una deshierba total. En aquellos casos donde se indica una aplicación posterior, ésta se hizo cuando las malezas alcanzaron entre un 15 y 20% de cobertura del suelo, unibral subjetivo que se usó en los viveros comerciales de la finca para hacer las deshierbas. Inicialmente se planificó hacer una segunda aplicación de oxifluorfén 0,005 g/bolsa o de simazina 1,5 kg/ha en aquellos tratamientos que recibieron, una primera aplicación de oxifluorfén, sin embargo, al hacer las evaluaciones correspondientes, se encontró que en éstos tratamientos, el control de malezas fue tan prolongado que cubrió toda la fase de vivero del cultivo, por lo que, las aplicaciones posteriores no fueron necesarias.

La aplicación de los herbicidas se hizo de la siguiente manera: en el caso del oxifluorfén (Goal granulado 1%) se hizo en forma manual usando un recipiente con la cantidad exacta del herbicida; en el caso de los herbicidas líquidos, estos fueron aplicados con un equipo experimental accionado por CO₂, a una presión constante de 2 bares, un ancho de franja de 0,17 m, boquilla 8002 y una velocidad de aplicación de 0,5 m/s. El volumen de aplicación por hectárea fue de 647 litros. En ambos casos la aplicación fue dirigida a la base de la planta, evitando el contacto con el follaje. Durante la aplicación el día estuvo soleado y el viento calmo. La humedad en el suelo se mantuvo a capacidad de campo.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el combate de malezas en vivero de macadamia, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Tratamiento

oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (Goal 1 % G 0,5 g/bolsa) 12 SDT
 oxifluorfen 0,010 g/bolsa (Goal 1 % G 1,0 g/bolsa) 12 SDT
 oxifluorfen 0,015 g/bolsa (Goal 1 % G 1,5 g/bolsa) 12 SDT
 simazina 1,5 kg /ha 12 SDT + oxifluorfen 0,0050 g/bolsa 24 SDT^{1/}
 siniazina 1,5 kg/ha 12 SDT + simazina 1,5 kg/ha 24 y 40 SDT^{1/}
 terbutilazina 1,5 kg /ha 12 SDT + oxifluorfen 0,0050 g/bolsa 26 SDT^{1/}
 deshierba manual a las 12, 18, 24, 34 Y 40 SDT ^{1/}
 testigo enmalezado

^{1/} En estos tratamientos fue necesario hacer otra aplicación del herbicida, cada vez que las malezas alcanzaron entre un 15 y 20% de cobertura del suelo; en cada caso previamente se hizo tina deshierba. SDT = Semanas después del trasplante.

Las variables evaluadas fueron:

1. Porcentaje de control de malezas a las 6, 12, 22,37 y 43 semanas después de la aplicación,
2. Número de plantas de malezas por especie cada vez que se alcanzó el 20% de cobertura y previo a la aplicación de un método de control.
3. Altura de las plantas de macadamia, tomada desde la base del suelo hasta el meristemo apical. Se hizo previo a la aplicación de los herbicidas y a las 6, 12, 22, 37 y 43 semanas después de la primera aplicación con una muestra de 6 plantas.
4. Posibles síntomas de fitotoxicidad a la macadamia, mediante observaciones periódicas.
5. Análisis parcial del presupuesto y necesidad de mano de obra de los tratamientos durante toda la fase de vivero. Para lo cual se tomó el costo de todas las labores relacionadas con el control de malezas, y se calculó el cambio en el ingreso neto según tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Malezas presentes en el experimento

En el Cuadro 2 se muestra la lista de malezas que estuvieron presentes en aquellos tratamientos que no recibieron herbicidas; se registró un total de 22 especies pertenecientes a 12 familias, de las cuales las más frecuentes y abundantes fueron *Killinga* sp, *Oxalis corniculata*, *Cardamine flacida* y *Neprolepis multiflora*.

Efecto de los tratamientos sobre las malezas

En todos los casos se obtuvo un alto porcentaje de control de las malezas, debido a que, de antemano se determinó para todos los tratamientos con herbicidas, la ejecución de una segunda aplicación cada vez que las malezas alcanzaran entre un 15 y 20% de cobertura del suelo. Sin embargo, en todas las parcelas que recibieron oxifluorfen, no fue necesario recurrir a una segunda aplicación, por cuanto el control de malezas siempre estuvo entre 90 y

Cuadro 2. Especies presentes en los tratamientos que no recibieron herbicidas. La Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Helecho palmilla ^{1/}	<i>Nepbrolepis multiflora</i>	Pteridaceae
Chiquizacillos	<i>Borreria</i> sp	Rubiaceae
Vainiquita	<i>Cardamine flaccida</i> ^{1/}	Cruciferae
Siempre viva	<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae
Ajento	<i>Conyza</i> sp	Asteraceae
Cufea	<i>Cuphea cartaginensis</i>	Lythraceae
Coyolillo amarillo	<i>Cyperus esculentus</i>	Cyperaceae
Coyolillo blanco	<i>Cyperus luzulae</i>	Cyperaceae
Cinquillo	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae
Clavito	<i>Eclipta alba</i>	Asteraceae
Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae
Clavelillo	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae
Pelo de chino	<i>Fimbristylis</i> sp	Cyperaceae
Mielcilla	<i>Galinsoga ciliata</i>	Asteraceae
Lanuda	<i>Gnaphalium</i> sp	Asteraceae
Junquillo	<i>Kyllinga</i> sp ^{1/}	Cyperaceae
Clavito	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae
Zacate ratón	<i>Oplismenus burmaii</i>	Poaceae
Trébol	<i>Oxalis corniculata</i> ^{1/}	Oxálidaceae
Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i>	Euphorbiaceae
Santa Marta	<i>Pothomorphe peltata</i>	Piperaceae
Cerrajilla	<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae

^{1/} Especies que ocuparon la mayor proporción de las malezas presentes.

100 %, a excepción de *Kyllinga*, que en la dosis baja, aunque afectadas algunas plantas lograron emerger (Cuadros 3, 4 y 5). El excelente control de las malezas tanto Poáceas como de especies de hoja ancha y Ciperáceas se mantuvo durante toda la fase de vivero de la macadam. ja. La alta efectividad del oxifluorfén granulado en el control de malezas, concuerda con los resultados obtenidos por varios autores en experimentos sobre control de malezas en viveros de frutales (Sisco 1987; Laprade 1988; Agüero 1988; Sánchez *et al.* 1993); también se menciona que su efecto residual normalmente es de

seis meses, pudiendo ser mayor al aumentar la dosis (Rohni y Haas s.f.). En el caso particular del experimento, además de dosis relativamente altas, otras condiciones que pudieron favorecer su efectividad y prolongado efecto residual fueron el alto contenido de arena del suelo unido a la baja solubilidad y lixiviación del oxifluorfén (WSSA 1989), que pudo dejar más herbicida disponible en la solución y provocar un mayor efecto sobre las malezas que pudieran germinar; también lo pudo favorecer la sorpbra ejercida por el árbol de macadamia y el hecho de que el suelo no se volvió a disturbar. Al no

Cuadro 3. Porcentaje de control de malezas de hoja ancha^{1/} durante 43 semanas en el experimento con herbicidas preemergentes en vivero de macadamia. La Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Tratamiento	Semanas después de la 1 ^{era} aplicación				
	6	12	22	37	43
deshierba manual (5 veces)	0 b ^{2/}	42 b	45 c	91 a	52 b
oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (12 SDT)	100 a	100 a	99 a	95 a	92 a
oxifluorfén 0,010 g/bolsa (12 SDT)	100 a	100 a	100 a	98 a	99 a
oxifluorfén 0,015 g/bolsa (12 SDT)	100a	100 a	100 a	99 a	99 a
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (24 SDT)	92 a	47 b	100 a	99 a	99 a
simazina 1,5 kg/ha (12 SUD + simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT)	89 a	37 b	82 b	99 a	96 b
terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT)+oxifluorfén 0,0050g/bolsa (26 SDT)	100 a	86 a	100 a	100 a	100 a

^{1/} Se presentan datos reales de%, pero para el análisis estadístico respectivo se hizo transformación a Arcoseno de $\sqrt{\%}$.

^{2/} Promedios con la misma letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de DMS al 5%.

^{3/} SDT = Semanas después del transplante de la macadamia.

Cuadro 4. Porcentaje de control de malezas gramíneas^{1/} durante 43 semanas, en el experimento con herbicidas preemergentes en vivero de macadamia. La Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Tratamiento	Semanas después de la 1 ^{era} aplicación				
	6	12	22	37	43
deshierba manual (5 veces)	0 b ^{2/}	69 b	50 b	98 a	99 a
oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (12 SDT ^{3/})	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
oxifluorfén 0,010 g/bolsa (12 SDT)	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
oxifluorfén 0,015 g/bolsa (12 SDT)	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (24 SDT)	95 a	64 b	100 a	100 a	100 a
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT)	96 a	70 b	91 a	100 a	99 a
terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT)+ oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (26 SDT)	99 a	70 b	100 a	100 a	99 a

^{1/} Se presentan datos reales de %, pero para el análisis estadístico respectivo se hizo transformación a Arcoseno de $\sqrt{\%}$.

^{2/} Promedios con la misma letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de DMS al 5%.

^{3/} SDT = Semanas después del transplante de la macadamia.

Cuadro 5. Porcentaje de control de malezas ciperáceas^{1/} durante 43 semanas, en el experimento con herbicidas pre-emergentes en vivero de macadamia. La Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Tratamiento	Semanas después de la 1 ^{era} aplicación			
	6	22	37	43
deshierba inannual (5 veces)	67 ab ^{2/}	72 a	94 a	99 a
oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (12 SDT ^{3/})	50 b	70 a	99 a	100 a
oxifluorfen 0,010 g/bolsa (12 SDT)	100 a	100 a	100 a	100 a
oxifluorfen 0,015 g/bolsa (12 SDT)	100 a	100 a	99 a	100 a
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT)+oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (24 SDT)	95 a	100 a	99 a	100 a
simazina 1,5 kg/ha (12 SDI) + simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT)	94 a	70 a	100 a	99 a
terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT)+oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (26 SDT)	98 a	71 a	100 a	99 a

^{1/} Se presentan datos reales de %, pero para el análisis estadístico respectivo se hizo transformación a Arcoseno de $\sqrt{\%}$.

^{2/} Promedios con la misma letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de DMS al 5%.

^{3/} SDT- Semanas después del transplante de la macadamia.

determinarse diferencias significativas entre dosis del oxifluorfen, se sugiere usar las dosis más bajas, con lo cual se mantiene aún un adecuado control de malezas, se disminuyen los costos y en parte, el efecto adverso que pueda tener sobre el medio. Cabe mencionar que poco después de llevarse a cabo este experimento la compañía productora de oxifluorfen, retiró del mercado costarricense la formulación granulada; sin embargo, está a la venta el oxifluorfen líquido, el cual en forma artesanal ha sido formulado en gránulos mediante la impregnación del herbicida líquido en piedra pomes finamente molida visado con éxito por algunos viveristas. El uso de la formulación líquida ha provocado toxicidad en las plantas al entrar en contacto con el follaje.

Con respecto a la simazina y terbutilazina el comportamiento entre ellas fue muy similar, en ambos casos a las 12 y 14 semanas después de aplica-

das respectivamente se alcanzó un 20% de cobertura de malezas, por lo que en ese momento se requirió de una segunda aplicación de otro herbicida. Cuando en ambos tratamientos el herbicida aplicado posteriormente fue oxifluorfen, el cultivo se mantuvo libre de malezas hasta el final de la fase de vivero; pero cuando se continuó aplicando solo simazina, fue necesario hacer dos aplicaciones adicionales, a las 12 y 28 semanas después de la primera aplicación (24 y 40 SDT). En los tratamientos que incluyeron simazina la maleza menos afectada fue del género *Killinga* (Cuadro 6).

En el caso de la deshierba manual, fue necesario hacer cuatro deshierbas adicionales, a las 6, 12, 22 y 28 semanas después de la primera deshierba. En este caso siempre hubo presencia de cierta cantidad de malezas, por lo que los porcentajes de control fueron intermedios, aunque la cobertura de las malezas no superó el 20% predefinido. Malezas

Cuadro 6. Número de malezas por especie al momento de alcanzar por primera vez el 20 % de cobertura en aquellos tratamientos que necesitaron de la aplicación adicional. La -1992. Fortuna-de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Nombre científico	Tratamiento				
	DES	SO	SS	TO	TE
<i>Eclipta alba</i>	0	0	0	0	1
<i>Fimbristylis</i> sp	0	0	0	2	1
<i>Galinsoga ciliata</i>	1	1	0	0	2
<i>Nephrolepis multiflora</i>	13	1	1	0	8
<i>Kyllinga</i> sp	29	15	16	2	22
<i>Eleusine indica</i>	3	1	1	1	3
<i>Oxalis corniculata</i>	9	3	3	0	3
<i>Cardamine flaccida</i>	37	1	1	0	79
<i>Pothomorphe peltata</i>	1	0	1	0	4
<i>Cuphea cartaginensis</i>	1	0	0	0	1
<i>Commelina diffusa</i>	1	1	0	0	0
<i>Borreria</i> sp	1	0	0	0	1
<i>Conyza</i> sp	0	0	0	0	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	0	0	1
<i>Emilia fosbergii</i>	0	0	1	0	1
<i>Pyllantbus niruri</i>	0	0	0	0	1
<i>Oplismenus burmaii</i>	2	1	0	0	1
<i>Ludwigia octovalvis</i>	1	0	0	0	0
<i>Drymaria cordata</i>	1	0	0	0	0
<i>Gnaphalium</i> sp	2	0	0	0	0
<i>Cyperus luzulae</i>	0	0	0	1	0
<i>Cyperus esculentus</i>	0	1	0	1	1

^{1/} DES- Deshierbas manuales a las 12, 18, 24, 34 y 40 semanas después de] transplante.

SO = Simazina 1,5 kg/ha (12 SDT 2/) + oxifluorfen 0,005 g/bolsa (24 SDT)

SS = Simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + Simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT)

TO = Terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + oxifluorfen 0,005 g/bolsa (26 SDT)

TE = Testigo enmalezado.

^{2/} Semanas después del transplante de macadamia.

como *Kyllinga* sp, *Cardamine flaccida*, *Nephrolepis multiflora* y *Oxalis corniculata* fueron los más comunes cuando se hizo deshierba manual (Cuadro 6).

Efecto de los tratamientos en los arbolitos de macadamia

Síntomas de fitotoxicidad

No se observaron daños ocasionados por los herbicidas evaluados en los arbolitos de macadamia, durante toda la fase de vivero.

Altura de los arbolitos de macadamia

En ninguna de las evaluaciones hechas cada seis semanas se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la altura de los arbolitos de macadamia, pero sí, entre las épocas de evaluación, lo cual indica que la macadamia creció normalmente y que ninguno de los herbicidas causó daños al cultivo; esto a su vez coincide con la ausencia de síntomas de toxicidad en dichos árboles. Únicamente, en los arbolitos de macadamia que crecieron conjuntamente con las malezas, se observó una reducción del 7% en su altura, en comparación a los que crecieron en el tratamiento con deshierbas manuales. Resultados similares obtuvieron Sánchez *et al.* (1993), con oxifluorfen en vivero de macadamia y Badilla (1991), con aplicaciones dirigidas de terbutilazina y simazina en vivero de guanábana.

La alta selectividad de los herbicidas a la macadamia y la eficacia en el control de malezas, aparentemente no fue afectada por el alto contenido de arena presente en el suelo utilizado; resultado de esperar en el caso del oxifluorfen debido a su baja solubilidad en agua (0,1 ppm) y escasa absorción radicular (WWSA 1989). En el caso de simazina y terbutilazina, aunque con baja solubilidad en agua (simazina 3,5 ppm), se absorben más por el sistema radical y es posible que dada la textura del suelo y lluvia del lugar, algo de producto haya entrado en contacto con el sistema radical de la macadamia; sin embargo, no lo afectó. Probablemente hayan otros mecanismos de selectividad involucrados en este caso; también es posible que el alto contenido de materia orgánica del suelo (6,4%) haya contribuido a evitar lixiviación en estas condiciones. En todo caso, son condiciones bastante extremas donde se observó alta selectividad, de manera que en condiciones más favorables no se esperaría que ésta cambie.

Porcentaje de arbolitos injertables

A las 43 semanas después de aplicados los tratamientos, se encontró que el menor porcentaje

de arbolitos de macadamia listos para injertar (37%), ocurrió en el tratamiento enmalezado; mientras que, en aquellos donde hubo control de malezas, el porcentaje de arbolitos injertables varió entre 75 y 87% (Cuadro 7). Se requirió de 5 semanas más, para que los arbolitos que crecieron en presencia de malezas alcanzaran el tamaño adecuado para ser injertados, sin embargo todos sobrevivieron, lo que sugiere que en las condiciones en que se hizo el experimento y con el tipo y presión de malezas observado, es posible producir árboles de macadamia con un moderado control de malezas. Otro hecho que respalda esta observación es el no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos con oxifluorfen, que dieron un control total de malezas durante todo el ciclo y los otros tratamientos donde se permitió hasta un 20% de cobertura de malezas, antes de hacer la siguiente deshierba o aplicación. Esto significa que la macadamia toleró ese 20% de cobertura sin afectar su crecimiento. Esta respuesta de la macadamia a las malezas, abre la posibilidad a los viveristas de reducir el control de malezas y con ello extender la permanencia de los árboles en vivero, ante una situación que así lo requiera, sin embargo lo ideal es que el árbol en vivero muestre las mejores condiciones de vigor y sanidad antes de ser llevado al campo.

Uso de mano de obra

En muchas fincas y viveros la disponibilidad de mano de obra tiene ciertas limitaciones, por lo que tratamientos que permitan reducir o liberar mano de obra son de mayor aceptación en esas condiciones. De los tratamientos evaluados, la deshierba manual fue la alternativa de control de malezas de mayor uso de mano de obra; mientras que los tratamientos con menor uso fueron, el testigo enmalezado, donde no se usó mano de obra en control de malezas, y el oxifluorfen en sus tres dosis, que redujo el empleo de mano de obra en un 53% en comparación a la deshierba manual. Esto se debió a la alta efectividad en el control de malezas lograda con solo una aplicación de oxifluorfen, incluyendo la dosis más baja. Los demás tratamientos químicos

Cuadro 7. Porcentaje de arbolitos de macadamia listos para injertar, a las 43 semanas después de la aplicación de los tratamientos. La Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Tratamiento	% arbolitos injertables ^{1/}
deshierba manual (5 veces)	79 a ^{2/}
oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (12 SDT ^{3/})	75 a
oxifluorfen 0,010 g/bolsa (12 SDT)	75 a
oxifluorfen 0,015 g/bolsa (12 SDT)	87 a
simazina 1,5 kg /ha (12 SDT) + oxinuorfen 0,0050 g/bolsa (24 SDT)	77 a
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT + simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT	77 a
terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT + oxifluorfen 0,0050 g/bolsa (26 SDT)	78 a
testigo enmalezado	37 b

^{1/} Se presentan datos reales de %, pero para el análisis estadístico respectivo se hizo transformación a Arcoseno de $\sqrt{\%}$. Coeficiente de variación fue 15%.

^{2/} Promedios con la misma letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de DMS al 5%.

^{3/} SDT = Semanas después del transplante de la macadamia.

redujeron el uso de mano de obra entre un 58 y 46% (Cuadro 8).

Análisis de presupuesto parcial por tratamientos

Se efectuó un análisis de presupuesto parcial, según Ramírez (1994), para establecer el cambio en el ingreso neto que generaría cada tratamiento evaluado. Para ello se calculó el valor por árbol de macadamia al momento de estar listo para injertar (¢ 115 por árbol) y se extrapolaron los ingresos brutos y los costos adicionales a una hectárea de vivero (Cuadro 9). Se calculó que el valor total de los árboles (47.060) a las 55 semanas de sembrados fue de ¢ 5.411.900; en el testigo enmalezado se necesitó de 5 semanas más para que los árboles alcanzaran el tamaño adecuado para injertar, lo que significó un costo de oportunidad de ¢ 491.990.

Al estimar el cambio en el ingreso neto se observó que todos los tratamientos de control de malezas dieron un cambio positivo. Los tratamientos con el mayor cambio en el ingreso neto fueron el oxifluorfen 0,005 g i.a./bolsa y las tres aplicaciones de simazina. En el primer caso se debió a la alta eficacia en el control de las malezas, aún con la dosis más baja cuyo costo fue menor; en el segundo caso debido al bajo costo de la aplicación y del herbicida, aún cuando este producto fue menos eficaz en el control de las malezas. Con las dosis altas de oxifluorfen aún cuando hubo un excelente control de malezas y selectividad al cultivo, el cambio en el ingreso neto fue menor debido al costo del herbicida. Modificaciones en la forma de aplicación del oxifluorfen granulado, por ejemplo, el uso de granuladoras, podrían reducir los costos. En el caso de terbutilazina y simazina, la aplicación dirigida fue sumamente rápida, por lo cual se redujeron mucho los costos de aplicación en comparación al oxifluorfen granulado (Cuadro 9).

Cuadro 8. Tiempo en horas por hectárea invertido en deshierbas y aplicación de los herbicidas preemergentes en vivero de macadamia. La Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Tratamiento	deshierbas (horas)	aplicación (horas)	Reducción mano obra (%)
deshierba manual (5 veces)	671	---	---
oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (12 SDT)	104	208	53
oxifluorfén 0,010 g/bolsa (12 SDT)	104	208	53
oxifluorfén 0,015 g/bolsa (12 SDT)	104	208	53
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (24 SDT)	198	216	38
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT)	333	25	46
terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT)+oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (26 SDD)	187	216	40

SDT = Semanas después de; trasplante de macadamia.

Cuadro 9. Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados en el combate de malezas en vivero de macadamia. La Fortuna de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1991-1992.

Tratamiento	Ingreso bruto (¢/ha)	Costo manejo malezas ^{1/} (¢/ha)	Cambios en el ingreso neto
deshierbas manuales (5 veces)	5411900	79820	412170
oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (12 SDT ^{2/})	5411900	53438	438552
oxifluorfén 0,010 g/bolsa (12 SDT)	5411900	61428	430562
oxifluorfén 0,015 g/bolsa (12 SDT)	5411900	69418	422572
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (24 SDT)	5411900	66168	425822
simazina 1,5 kg/ha (12 SDT) + simazina 1,5 kg/ha (24 y 40 SDT)	5411900	44412	447578
terbutilazina 1,5 kg/ha (12 SDT + oxifluorfén 0,0050 g/bolsa (26 SDT)	5411900	65277	426713
Testigo enmalezado	4920000 ^{3/}	0	0

^{1/} Incluye costos de deshierbas, aplicación y costo de herbicidas.

^{2/} SDT = Semanas después del trasplante de macadamia.

^{3/} La disminución en el ingreso bruto en relación a los otros tratamientos se debió al costo en que se incurrió al mantener el cultivo 5 semanas más para que alcance el tamaño adecuado para injerto.

Conclusiones:

1. El oxifluorfen granulado en las tres dosis evaluadas, mantuvo un porcentaje de control de malezas superior al 90%, durante todo el ciclo de vivero de la macadamia, por lo que no ameritó de otras prácticas adicionales de control. Con la dosis más baja 0,005 g/bolsa se logró además, disminuir el uso de mano de obra en un 53% y se logró un alto cambio en el ingreso neto.
2. Cuando se hizo una primera aplicación con simazina o terbutilazina, fue necesario recurrir a otras aplicaciones para mantener el porcentaje de cobertura de malezas por debajo de un 20 % sin embargo, con las tres aplicaciones de simazina se logró al mayor cambio en el ingreso neto; aunque solo liberó mano de obra en un 46%.
3. La deshierba manual fue la alternativa de control de malezas de mayor costo y mayor uso de mano de obra.
4. La competencia por malezas hizo que los árboles de macadamia debieran permanecer 5 semanas más en vivero para alcanzar el tamaño necesario para injerto. El costo de esta espera compensa económicamente el control de malezas.
5. Ninguno de los herbicidas en las condiciones de evaluación causaron daños a la macadamia.

LITERATURA CITADA

- AGÜERO, A. 1988. Combate químico de malas hierbas en bolsas de vivero con plantas de guanábana (*Annona muricata*). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 36 p.
- BADILLA, L. 1991. Combate químico de malezas en guanábana (*Annona muricata* L.) en bolsas de vivero. Tesis Ing. Agr. San Ramón, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Sede Regional de Occidente. 70 p.
- ESQUIVEL, R. 1986. Combate de malezas en vivero de macadamia (*Macadamia integrifolia* y *Macadamia tetraphylla*) sembrado en eras. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 34 p.
- LAPRADE S. 1988. Combate químico de malas hierbas en vivero de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 79 p.
- QUESADA, Z. 1988. Combate químico de malas hierbas en bolsas de vivero con patrones de cítricos y mango. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 36 p.
- RAMIREZ, O. 1994. El uso de presupuesto parciales en el manejo integrado de plagas. Hoja Técnica MIP #11. Boletín Informativo MIP. CATIE, Turrialba, Costa Rica. N. 34. p. irr.
- ROHM AND HAAS. s.f. Goal. Herbicida pre-emergente selectivo en café. s.n.t.
- SISCO, C. 1987. Combate químico de malas hierbas en bolsas de vivero con patrones de mango (cv. Jamaica) y de cítricos (*Citrus volkameriana*). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 60 p.
- SANCHEZ, P.R.; HERRERA, F.; GONZALEZ, O. 1993. Combate químico de malezas en vivero de macadamia (*Macadamia integrifolia*) sembrada en bolsas. Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit M. 26 (1): 57-68.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1989. Herbicide handbook. Sixth edition. EEUU, Illinois. 301 p.