

COMBATE QUIMICO DE MALEZAS EN MACADAMIA (*Macadamia integrifolia*) EN LA ZONA DE LIMON¹

Franklin Herrera²
Alvaro Ureña³

RESUMEN

Combate químico de malezas en macadamia (*Macadamia integrifolia*) en la zona de Limón. En Pocora provincia de Limón, Costa Rica, durante los meses de mayo a Diciembre de 1989, en una plantación de macadamia de tres años de edad, sembrada a 7m x 7m, se realizaron dos experimentos. En el primero se evaluaron cuatro dosis del herbicida glufosinato de amonio. En el segundo se evaluaron los siguientes tratamientos: oxifluorfén + glifosato (0,5 + 0,6 kg/ha), terbutilazina + glifosato (2,0 + 0,6 kg/ha), simazina + glifosato (2,0 + 0,6 kg/ha), oxifluorfén + glufosinato de amonio (0,5 + 0,6 kg/ha), terbutilazina + glufosinato de amonio (2,0 + 0,6 kg/ha), simazina + glufosinato de amonio (2,0 + 0,6 kg/ha), testigo de libre crecimiento de malezas y chapia. La aplicación de los herbicidas se hizo en forma dirigida a las malezas. Ninguno de los herbicidas evaluados causó toxicidad a la macadamia, ni afectó la altura de los árboles. *Digitaria decumbens* fue la maleza dominante de los 23 géneros que se presentaron en el experimento. Los tratamientos que incluyeron glifosato fueron los

ABSTRACT

Chemical weed control in macadamia (*Macadamia integrifolia*) in Limon, Costa Rica. Two experiments were conducted on a three years'old macadamia orchard, planted at 7m x 7m, from may - December of 1989, at Pocora, Province of Limon, Costa Rica. Four doses of the herbicide glufosinate-ammonium were evaluated in the first trial. The following treatments were evaluated in the second assay: oxyfluorfen + glyphosate (0.5 + 0.6 kg/ha), terbutylazine + glyphosate (2.0 + 0.6 kg/ha), simazine + glyphosate (2.0 + 0.6 kg/ha), oxyfluorfen + glufosinate-ammonium (0.5 + 0.6 kg/ha), terbutylazine + glufosinate-ammonium (2.0 + 0.6 kg/ha), simazine + glufosinate-ammonium (2.0 + 0.6 kg/ha), and free weed-growth and weeded controls. The herbicide application was performed as an aimed spray toward the weeds. None of the tested herbicides caused toxicity to the macadamia, neither affected the tree height. *Digitaria decumbens* was the most prevalent weed out of the 23 genera present in the experiment. The treatments which best controlled gramineous weeds included glypho-

¹ Este trabajo forma parte del Proyecto 736-87-111 financiado parcialmente por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Constituye un extracto de la tesis de Licenciatura presentada por el segundo autor a la Escuela de Fitotecnia.

² Programa de Investigación en Manejo de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica.

³ Estudiante de Posgrado

más efectivos en el control de poáceas. Los herbicidas oxifluorfen 0,5 kg/ha o simazina 2 Kg/ha en mezcla con glifosato 0,6 kg/ha dieron el mejor control total de malezas. El glufosinato de amonio en las dosis evaluadas no fue efectivo en el combate de malezas.

sate. The herbicides oxifluorfen at the rate of 0.5 kg/ha or simazine at 2 kg/ha, mixed with glyphosate at 0.6 kg/ha, gave the best overall weed control. The glufosinate-ammonium at the tested rates was not effective in controlling weeds.

INTRODUCCION

En el cultivo de la macadamia, la presencia excesiva de malezas durante los primeros años de establecimiento, constituye un problema importante debido a:

- a) la competencia que ejercen éstas sobre el cultivo por factores de crecimiento;
- b) la interferencia con labores de inspección, fertilización, podas y aspersiones que es necesario realizar periódicamente en la plantación;
- c) las deformaciones que pueden causar en el árbol algunas malezas trepadoras;
- d) el favorecimiento de la presencia de roedores, serpientes y algunas plagas, que causan efectos negativos directos o indirectos en la plantación de macadamia (Herrera 1989; Hamilton y Fukunaga 1985; Shigeura y Ooka 1984).

En plantaciones en producción, generalmente los efectos negativos de las malezas por

competencia disminuyen; sin embargo, interfieren con la recolección de las nueces y pueden afectar su calidad debido a que las nueces que quedan ocultas entre las hierbas al no ser recogidas regularmente, pueden sufrir el ataque de hongos y disminuir la calidad de los embarques cuando son mezcladas con las nueces en buen estado (Herrera 1989; Hamilton y Fukunaga 1985; Shigeura y Ooka 1984). Además el combate de las malezas representa uno de los rubros más altos en costos de mantenimiento de plantaciones jóvenes de macadamia.

El control químico es una práctica complementaria en el manejo de malezas en macadamia, que se ha utilizado e investigado debido a su versatilidad y menor costo (Arnold y Aitken 1972; Esquivel 1986; Herrera 1989). Este tipo de control de malezas en las plantaciones de macadamia puede hacerse en forma total en rodajas y en franjas; estos dos últimos ofrecen más ventajas y resultan de menor costo, (Herrera 1989).

Entre los herbicidas sistémicos posemergentes a la maleza que se utilizan en macadamia, el glifosato en aplicación dirigida ha mostrado excelentes resultados en el control de varias poáceas perennes (Herrera 1991, Herrera 1992).

Nishimoto et al. s. f. indican que no es aconsejable usar más de 12,0 kg/ha/año de este producto y sugieren dejar un mínimo de 21 días entre la última aplicación y la cosecha.

Otro herbicida con el cual se han hecho algunas evaluaciones preliminares de selectividad en macadamia, es el glufosinato de amonio (Herrera 1989), herbicida no selectivo de contacto y con efecto sistémico parcial, que actúa inhibiendo la actividad de la enzima glutaminasintetasa; producto de esto, ocurre acumulación de amoníaco en las células de las plantas con posterior destrucción de las mismas (HOECHST s. f.).

Debido a que los herbicidas sistémicos posemergentes empleados en macadamia no tienen acción residual sobre malezas, es posible aplicarlos en mezcla con herbicidas preemergentes y lograr controlar las malezas por más tiempo. Algunos de estos herbicidas registrados para ser usados en macadamia son: atrazina, sima-

zina, diurón y oxifluorfén (Shigeura y Oaka 1984; Herrera 1989; Nishimoto et al. s. f.).

El objetivo de este experimento fue evaluar mezclas de herbicidas posemergentes con preemergentes, tanto de uso actual como potencial mediante la selectividad al cultivo y la efectividad en el control del complejo de malezas presentes en una plantación establecida de macadamia.

MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron dos experimentos; el primero de ellos fue preliminar con el propósito de determinar la dosis de glufosinato de amonio a usar en mezcla con herbicidas preemergentes en un segundo experimento. Esto se hizo por cuanto al ser el glufosinato de amonio un herbicida de reciente introducción al país, no se conocían las dosis más efectivas en el control de malezas y la selectividad al cultivo.

Primer Experimento : Efecto de dosis de glufosinato de amonio en el control de malezas y selectividad a la macadamia.

Se ubicó en la Finca La Margarita, distrito Pocora, cantón Siquirres, de la provincia de Limón, a una altitud aproximada de 120 metros, una

precipitación media anual de 3500 mm y una temperatura media de 28°C.

Se utilizó una plantación de aproximadamente tres años de edad, aún sin producción, sembrada con una mezcla de los clones HAES 333, HAES 660, HAES 508 y HAES 246 de la especie *Macadamia integrifolia*, sembrados a una distancia de siete metros en cuadro.

Los tratamientos evaluados fueron tres dosis de glufosinato de amonio (0,3; 0,4 y 0,5 kg i.a./ha), sugeridas por el Dpto. Agrícola de Hoechst de Costa Rica, según experiencias obtenidas en otros países; se incluyó además un testigo a libre crecimiento de malezas. A todos los tratamientos químicos se les agregó penetrante Superior WK (1,25 cc de producto comercial por litro de agua).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Cada unidad experimental fue de 21 metros de largo y 4 metros de ancho y constó de tres árboles de macadamia.

Al momento de iniciar el experimento, las malezas contaban con una altura aproximada de 15 centímetros, con un ligero predominio de malezas de hoja ancha. Las principales especies presentes en este experimento se muestran en el Cuadro 1.

Para la aplicación del herbicida se utilizó una bomba de espalda, a la cual se le adaptó una barra de aplicación con cuatro boquillas 8002. Se utilizó una banda de aplicación de 1,75 metros y se aplicó a una velocidad de 0,5 m/s. El volumen de aplicación fue de 466 l/ha. Al aplicar el herbicida se evitó el contacto de éste con el follaje de los árboles de macadamia.

Con el fin de determinar la eficacia del herbicida en el combate de malezas y la posible fitotoxicidad hacia el cultivo, se evaluaron cada 15 días (desde el día de la aplicación 31 de mayo de 1989, hasta el día 13 de julio de 1989, fecha de la última evaluación) las siguientes variables:

- a) fitotoxicidad al cultivo, se hicieron observaciones semanales sobre posibles síntomas de toxicidad en los árboles;
- b) altura del árbol, tomada de la base al extremo distal del brote más alto y el diámetro de los árboles de macadamia, tomado con un vernier a una altura fija de 15cm del suelo;
- c) efecto del herbicida sobre la maleza.

En las evaluaciones realizadas no se apreciaron síntomas de toxicidad en el sistema aéreo de los árboles que pudieran ser asociados a fitotoxicidad causada por la apli-

Cuadro 1. Principales malezas presentes en el experimento preliminar, "Efecto de dosis de glufosinato de amonio en Macadamia. Siquirres, Limón, Costa Rica. 1989.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Propagación
Arrocillo	<i>Digitaria decumbens*</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Zacate amargo	<i>Paspalum conjugatum*</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Zacate guinea	<i>Panicum maximum</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Zacate indio	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Poáceae	Semilla
Zacate cabezón	<i>Paspalum paniculatum*</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Pata Gallina	<i>Eleusine indica</i>	Poáceae	Semilla
Coyolillo	<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae	Semilla y vegetativamente
Churristate	<i>Ipomoea</i> sp.*	Convolvulaceae	Semilla y vegetativamente
Bejuco	<i>Cisium</i> spp.	Vitaceae	Semilla y vegetativamente
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	Leguminosae	Semilla
Candelilla	<i>Pothomorphe</i> sp.	Piperaceae	Semilla
Chiquizacillo	<i>Richardia scabra</i>	Rubiaceae	Semilla
Tuete	<i>Vernonia cinerea</i>	Asteraceae	Semilla
Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i>	Euphorbiaceae	Semilla
Clavelillo	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Semilla
Platanilla	<i>Heliconia caribaeae</i>	Heliconeaceae	Vegetativamente
Sorosí	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Semilla
Meloncillo	<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae	Semilla y vegetativamente

* Malezas dominantes al momento de la aplicación

cación del glufosinato de amonio. Para conocer los posibles síntomas de toxicidad de este herbicida en macadamia, previamente se hicieron aplicaciones de glufosinato de amonio al suelo y follaje de árboles jóvenes de macadamia, a diferentes dosis. Además, no se detectaron variaciones significativas en el diámetro y altura de los árboles de macadamia.

Con respecto al efecto del herbicida sobre las malezas, se encontró un mejor combate sobre las especies de hoja ancha con tendencia a disminuir el peso fresco de estas especies cuando se aumentó la dosis de glufosinato de amonio. Para el segundo experimento se decidió no incluir la variable diámetro por su poca variación en un tiempo relativamente corto. El comportamiento

del herbicida en la rodaja y entre la calle fue similar. El control de malezas fue adecuado durante los primeros 30 días después de la aplicación; posteriormente, se estableció una cobertura vegetal debido a que este herbicida no tiene efecto residual.

De acuerdo con estos resultados se decidió aumentar la dosis de glufosinato de amonio a usar en el siguiente experimento.

Segundo experimento: Efecto de mezclas herbicidas en el com-

bate de malezas en macadamia establecida.

Este experimento se ubicó en la misma plantación, finca y condiciones descritas en el experimento preliminar. Las características físicas y químicas del suelo se presentan en el Cuadro 2.

Con la finalidad de uniformizar las características del área experimental, quince días antes de la aplicación de los tratamientos se practicó un corte de las malezas a aproximadamente 10 centíme-

Cuadro 2. Características químicas y físicas del suelo¹ donde se ubicó el experimento "Efecto de mezclas herbicidas en el combate de malezas en macadamia establecida. Siquirres, Limón, Costa Rica. 1989.

Características	Valor
pH (agua)	5,7
P (mg/l)	66,0
Ca (meq/100 g)	3,3
Mg (meq/100 g)	2,1
K (meq/100 g)	0,7
Ac. Int. (meq/100 g)	0,3
Fe (mg/l)	122,0
Cu (mg/l)	18,0
Zn (mg/l)	4,0
Mn (mg/l)	39,0
Arena (%)	71,0
Limo (%)	5,0
Arcilla (%)	24,0
Nombre textural	Franco-arcilloso arenoso

¹ Análisis realizado en el Centro de Investigaciones Agronómicas, de la Universidad de Costa Rica. Muestra compuesta tomada al inicio del experimento a una profundidad de 0-20cm.

tros de altura, práctica utilizada comúnmente en la finca.

La aplicación de los productos se realizó en bandas y se evitó el contacto directo de los herbicidas con el follaje de la macadamia. Al momento de hacer la aplicación, las malezas se encontraban en crecimiento activo. Se usó equipo de aplicación experimental AZ accionado con CO₂, regulado a un volumen de descarga de 388 litros por hectárea y provisto de una barra de aplicación con cuatro boquillas N° 8002. Con este equipo se cubrió una banda de 1,75m de ancho, a una velocidad de avance de 0,5m por segundo.

En el Cuadro 3 se describen los tratamientos estudiados.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y ocho tratamientos. Cada unidad experimental constó de 14 metros de largo y 4 metros de ancho con dos árboles de macadamia.

Las variables evaluadas fueron:

- a) observaciones semanales sobre posibles síntomas de toxicidad en el cultivo causada por los herbicidas;
- b) altura de los árboles de macadamia a los 0, 20, 40, 60 y 80 días después de la aplicación (dda) de los herbicidas;
- c) peso fresco de malezas de hoja ancha, poáceas y ciperáceas por metro cuadrado;
- d) estimación visual del por-

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en el experimento "Combate químico de malezas en plantación establecida de macadamia". Siquirres, Limón, Costa Rica. 1989.

Tratamiento	Dosis (kg i. a./ha)
oxifluorfén + glifosato	0,5 + 0,6
terbutilazina + glifosato	2,0 + 0,6
simazina + glifosato	2,0 + 0,6
oxifluorfén + glufosinato de amonio	0,5 + 0,6
terbutilazina + glufosinato de amonio	2,0 + 0,6
simazina + glufosinato de amonio	2,0 + 0,6
Testigo con libre crecimiento de malezas	--- ---
Chapia*	--- ---

* Las malezas se cortaron el día de la aplicación y luego se dejaron a libre crecimiento

centaje de malezas de hoja ancha, poáceas y ciperáceas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Síntomas de toxicidad en los árboles de macadamia

Durante 100 días de observación no se encontraron síntomas de toxicidad en los árboles de macadamia provocados por los herbicidas. Este comportamiento, en cierta forma era de esperar, debido a las características de los productos y a su forma de aplicación; así por ejemplo, el oxifluorfén es un herbicida de baja solubilidad en agua y de absorción radical insignificante (Weed Science Society of America 1989), mientras que la simazina y terbutilazina han mostrado buena selectividad al cultivo, principalmente por posición del herbicida con respecto al sistema radical del cultivo (Esquivel 1986; Flores 1986; Herrera 1989). Además es probable que la cobertura vegetal, sobre la cual se aplicaron los herbicidas, aún en este tipo de suelo con alto contenido de arena, limitó la lixiviación de los productos y evitó su contacto con el sistema radical de la macadamia; sin embargo por ser éste muy superficial, sería interesante medir efectos sobre raíces y no solo la sintomatología en el follaje del árbol.

Con respecto a los herbicidas posemergentes usados en las mezclas, en ambos casos la selectividad se debió a la forma dirigida de aplicación, ya que el glifosato es un herbicida no selectivo; de hacer contacto con el follaje del árbol de macadamia provocaría intoxicación. En el caso del glufosinato de amonio, en otro estudio se observó que diferentes concentraciones aplicadas sobre el follaje de los árboles de macadamia causaron fitotoxicidad (Herrera 1989; Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno 1989).

Altura de los árboles de macadamia

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la altura de los árboles, pero sí entre épocas de evaluación, lo que indica que los árboles continuaron su desarrollo normal, lo que coincide con la ausencia de síntomas de toxicidad.

Efecto de los herbicidas sobre las malezas

Especies predominantes

Un total de 23 especies fueron identificadas en el experimento, la mayoría pertenecientes a las familias Poáceae y Asteraceae. En el Cuadro 4 se menciona cada una de las espe-

Cuadro 4. Principales malezas presentes en el experimento "Combate químico de malezas en plantación establecida de macadamia. Siquirres, Limón, Costa Rica. 1989.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Propagación
Arrocillo	<i>Digitaria decumbens</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Zacate amargo	<i>Paspalum conjugatum</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Zacate guinea	<i>Panicum maximum</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Zacate indio	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Poáceae	Semilla
Zacate cabezón	<i>Paspalum paniculatum</i>	Poáceae	Semilla y vegetativamente
Pata Gallina	<i>Eleusine indica</i>	Poáceae	Semilla
Zacate Gigante	<i>Pennisetum purpurem</i>	Poáceae	Semilla y Vegetativamente
Clavelillo	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Semilla
Escobilla	<i>Sida rhombifolia</i>	Asteraceae	Semilla
Tuete	<i>Vernonia tetiana</i>	Asteraceae	Semilla
Florequilla	<i>Melampodium sp.</i>	Asteraceae	Semilla
-----	<i>Eupatorium sp.</i>	Asteraceae	Semilla
Mielcilla	<i>Galinsoga ciliata</i>	Asteraceae	Semilla
Tuete	<i>Vernonia cinerea</i>	Asteraceae	Semilla
Coyolillo	<i>Cyperus sp.</i>	Cyperaceae	Semilla y vegetativamente
Churristate	<i>Ipomoea sp.</i>	Convolvulaceae	Semilla y vegetativamente
Bejuco	<i>Cisium spp.</i>	Vitaceae	Semilla y vegetativamente
Dormilona	<i>Minosa pudica</i>	Leguminosae	Semilla
Candelilla	<i>Pothomorphe sp.</i>	Piperaceae	Semilla
Chiquizacillo	<i>Richardia scabra</i>	Rubiaceae	Semilla
Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i>	Euphorbiaceae	Semilla
Sorocí	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Semilla
Canutillo	<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	Semilla y vegetativamente

cies encontradas. La especie dominante en el experimento fue *Digitaria decumbens*.

Peso fresco de malezas

Unicamente se detectaron diferencias significativas entre tratamientos y épocas de evaluación para las malezas de la familia Poáceae. Todos los tratamientos que incluyeron el herbicida glifosato mostraron

un menor peso de poáceas, incluyendo la especie dominante, *Digitaria decumbens*, que ocupó un alto porcentaje del peso total de las poáceas (Cuadro 5); así como *Paspalum conjugatum*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Paspalum paniculatum*, especies de este grupo que se presentaron en menor cantidad (Cuadro 6). Mientras que con chapia y en los tratamientos con glufosinato de amonio el

Cuadro 5. Peso fresco de malezas poáceas (g/1,0 m²) por tratamiento¹ en el experimento "combate químico de malezas en plantación establecida de macadamia". Siquirres, Limón, Costa Rica. 1989.

Tratamiento	Peso en g/m ²	
	Poáceas	Digitaria
simazina + glifosato	423 c*	304 bc
oxifluorfén + glifosato	435 bc	275 c
terbutilazina + glifosato	571 bc	262 c
simazina + glufosinato de amonio	1127 abc	827 abc
terbutilazina + glufosinato de amonio	1145 abc	752 abc
oxifluorfén + glufosinato de amonio	1500 abc	1282 ab
Chapia	1593 ab	1380 a
Testigo enmalezado	1842 a	1134 ab

¹ Datos corresponden al promedio de cuatro evaluaciones.

* Promedios con igual letra dentro de la columna no difieren significativamente entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre los cambios porcentuales en la biomasa aérea fresca por especie de maleza prevalente, con respecto a su biomasa inicial, en el experimento "Combate químico de malezas en macadamia establecida". Siquirres, Limón, Costa Rica. 1989.

Malezas prevalentes	terbuti-	oxif-	sima-	terbuti-	oxi-	sima-	libre	chapia
	lazina	fluorfén	zina	lazina	fluorfén	zina	compe-	
	+	+	+	+	+	+	tencia	
	glifo-	glifo-	glifo-	glufo-	glufosi-	glufosi-		
	sato	sato	sato	sinato	nato de	nato de		
					amonio	amonio		
<i>Digitaria decumbens</i>	- 84	- 67	- 94	+ 28	+ 41	0	+ 69	+ 118
<i>Paspalum conjugatum</i>	- 100	----	----	- 100	0	+ 10	----	----
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	- 95	- 100	- 100	- 82	- 100	- 55	+ 2000	- 99
<i>Paspalum paniculatum</i>	- 90	- 92	- 67	+ 60	+ 145	----	+ 19	- 84
<i>Galinsoga ciliata</i>	----	- 100	- 100	- 100	----	----	+ 42	+ 500
<i>Ipomoea spp.</i>	- 93	- 81	- 78	- 36	- 69	- 50	- 50	- 50
<i>Cisium spp.</i>	- 54	+ 110	- 79	----	----	+ 15	+ 1600	----
<i>Mimosa pudica</i>	- 96	----	- 100	- 100	----	----	----	- 100
<i>Richardia scabra</i>	- 100	+ 80	----	----	----	----	+ 1200	- 98

Signo + en el cuerpo del cuadro indica que la biomasa aumentó en ese porcentaje con respecto a la existente al momento de aplicación.

Signo - en el cuerpo del cuadro indica que la biomasa disminuyó en ese porcentaje con respecto a la existente al momento de aplicación.

----- en el cuerpo del cuadro indica que la especie respectiva no estuvo presente en ese tratamiento.

peso de estas malezas no fue significativamente diferente al testigo a libre crecimiento; inclusive especies como *Digitaria decumbens* y *Paspalum paniculatum*, 40 días después de la aplicación de estos herbicidas, incrementaron su biomasa (Cuadro 6). *Rottboellia cochinchinensis* en la condición del experimento fue sensible a todos los métodos de control, incluyendo la chapia; sin embargo, fue la especie que en el testigo a libre crecimiento mostró el mayor porcentaje de aumento en peso, pero sin llegar a ser dominante, (Cuadro 6).

El glifosato es un herbicida sistémico que ha mostrado su eficacia en el control de poáceas perennes, malezas que fueron dominantes en este experimento (Flores 1986; Herrera 1991; Herrera 1992). La deficiente actividad del glifosinato de amonio en el combate de poáceas, se debe probablemente al uso de una dosis inadecuada según la especie a controlar esto por cuanto la compañía fabricante en informaciones posteriores a la realización de estos experimentos, indica dosis mínimas de 0,6 a 1,0 kg i.a./ha para el control de varias especies que se presentaron en el experimento (HOECHST s. f.).

No se detectaron diferencias significativas entre herbicidas preemergentes. Las

mezclas con glifosato, que fueron las más efectivas en el combate de poáceas, mostraron a partir de los 60 dda incrementos en el peso fresco de gramíneas, lo que indica la necesidad de una segunda aplicación en esa época. Este periodo de acción de las mezclas herbicidas puede considerarse relativamente corto, sin embargo es aceptable dadas las características climáticas y de aplicación en que se realizó el experimento. La presencia de una cobertura vegetal densa, pudo limitar la efectividad de los preemergentes, por lo que es posible lograr un control de malezas más prolongado si, los herbicidas preemergentes se aplican posterior al sistémico y sobre malezas recién emergidas. Un incremento en la dosis del glifosato puede también contribuir a ampliar el periodo de control, ya que dependiendo de la especie, algunas malezas perennes pueden rebrotar con dosis relativamente bajas, como la usada en este experimento, (Herrera 1991).

En el caso de la chapia, práctica común realizada por el agricultor, se observó que en término de 25 a 30 días después del primer corte, se alcanzó casi la totalidad de la biomasa inicial, compuesta principalmente por los géneros *Digitaria* y *Galinsoga*; por lo que si se desea mantener porcentajes de cobertura relati-

vamente bajos, resulta una estrategia de control muy costosa especialmente en presencia de malezas perennes.

Con respecto a las malezas de hoja ancha, la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos, se debió principalmente a que su población fue baja, producto del dominio de las poáceas. Sin embargo, conviene señalar el comportamiento diferente que presentaron algunas de las principales especies de este grupo; *Ipomoea* sp. se presentó en todos los tratamientos y su crecimiento fue afectado inclusive por la competencia ejercida por las poáceas; por el contrario, *Cisium* sp. fue menos sensible y más agresiva. Las especies pertenecientes a la familia *asteraceae* fueron controladas por todos los herbicidas (Cuadro 6). En el caso del chiquizá, *Richardia scabra*, aún cuando durante los primeros 40 días después de la aplicación fue afectado por los tratamientos que contenían glifosato, al final del experimento aumentó su población, comportamiento que es común observar cuando se aplica solo glifosato en presencia de esta maleza.

En el caso de las ciperáceas su población fue inferior al 1%.

Con respecto a cambios en la composición vegetal, se encontró el mayor cambio en el tratamiento oxifluorfen + glifosato y simazina + glifosato, donde al final del experimento disminuyó el porcentaje de poáceas y aumentó el porcentaje de malezas de hoja ancha (Cuadro 7); este comportamiento se ha observado en otros experimentos y campos donde se utilizan solo graminicidas sistémicos y glifosato; esto puede ser positivo, si se pasa a especies anuales poco competitivas con abundante floración y fáciles de controlar, y que pueden generar varios beneficios, tales como cobertura de suelos, aumento de la población de organismos benéficos, menor competencia y menor costo en el control de malezas.

CONCLUSIONES

1. Todas las mezclas herbicidas en la forma en que se aplicaron fueron selectivas a la macadamia.
2. Los tratamientos que incluyeron glifosato fueron más efectivos en el control de malezas poáceas. Los herbicidas oxifluorfen 0,5 kg/ha o simazina 2 kg/ha en mezcla con glifosato 0,6 kg/ha, mostraron el mejor control de malezas en general.

Cuadro 7. Composición de la población de malezas por tratamiento, expresada como porcentaje de malezas gramíneas y hoja ancha¹, en el experimento "Combate químico de malezas en plantación establecida de macadamia". Siquirres, Limón, Costa Rica. 1989.

Tratamiento	% malezas poáceas	% malezas hoja ancha
oxifluorfén + glifosato	45 c ²	54 a
simazina + glifosato	57 bc	42 ab
terbutilazina + glifosato	81 bc	19 bc
terbutilazina + glufosinato de amonio	85 a	14 c
oxifluorfén + glufosinato de amonio	87 a	13 c
simazina + glufosinato de amonio	86 a	14 c
Testigo enmalezado	83 ab	17 bc
Chapia	81 a	9 c

¹ Datos reales; corresponden al promedio de cuatro evaluaciones; el porcentaje fue calculado considerando las malezas presentes en cada tratamiento como el 100%.

² Tratamiento con igual letra dentro de la columna no difieren significativamente según la prueba de Tukey al 5%.

LITERATURA CITADA

- ARNOLD, C. E.; AITKEN, J. B. 1972. Weed control in deciduous fruit orchards. Proceeding of the Florida State Horticultural Society 85: 307-312.
- ESQUIVEL, B. R. 1986. Combate de malezas en vivero de macadamia (*M. integrifolia* y *M. tetraphylla*) sembrado en eras. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 36 p.
- ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT MORENO. 1989. Memoria anual de labores. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. p. 39-54.
- FLORES, A. R. 1986. Combate químico de malezas en macadamia (*Macadamia integrifolia*) en Siquirres. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 60 p.
- HAMILTON, R. A.; FUKUNAGA, E. T. 1985. El cultivo de nueces de macadamia en Hawaii. Traducido por Alvaro Santisteban C. Banco Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica. Imprenta Tormo Ltda. 66 p.
- HOESCHT, s. f. Basta, el nuevo herbicida de amplio espectro. Frankfurt, Alemania. Hoescht Aktiengesellschaft. 27 p.
- HERRERA, F. 1989. control de malezas en macadamia. In: Resúmenes de conferencia del Taller sobre tecnología de Producción de Macadamia. CINDE-ICAFFE-UCR-MAG-CNAA. San Carlos, Costa Rica. sp.
- HERRERA, F. 1991. Combate de estrella africana (*Cynodon nlenf-*

- uensis*) en macadamia. Boletín Técnico de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (C. R.). 24(2): 1-9.
- HERRERA, F. 1992. Combate de guinea (*Panicum maximum*) en macadamia. Boletín Técnico de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (C. R.). 25(2): 1-9.
- SHIGEURA, T. G.; OOKA, H. 1984. Macadamia nuts in Hawaii: History and production. University of Hawaii Research Extension. Series 039. 91 p.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1989. Herbicide handbook. Sixth edition. Illinois, USA. 301 p.
- NISHIMOTO, R.; YEE, W. s. f. A guide to chemical weed control in tropical and subtropical fruit and nut crops in Hawaii. College of tropical agriculture and human resources. Circular N° 423. 11 p.