

**COMBATE QUIMICO DE MALEZAS EN ESPARRAGO
(*Asparagus officinalis* L.) DURANTE LA EPOCA DE COSECHA
ALAJUELA, COSTA RICA¹**

Isaias Azofeifa
Franklin Herrera ²

RESUMEN

Combate químico de malezas en espárrago (*Asparagus officinalis* L.) durante la época de cosecha. Alajuela, Costa Rica. Se realizaron dos experimentos de campo en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, con el propósito de evaluar el comportamiento de algunos herbicidas pre-emergentes en el combate de malezas y su efecto sobre el cultivo, en una plantación establecida de espárrago, durante el periodo de cosecha. En el experimento "A" se probaron los herbicidas diuron (1,25 kg i.a./ha), metribuzín (0,75 kg.i.a/ha), napropamida (4,0 kg i.a./ha), linurón, simazina y norflurazón, estos tres últimos a 1,50 kg i.a./ha; además se incluyó un testigo a libre crecimiento de malezas. Los herbicidas que mostraron el mayor combate de malezas en el experimento "A", se seleccionaron para el experimento "B"; los tratamientos evaluados fueron linurón 1,0 y 2,0 kg i,a./ha, metribuzín 0,5 y 0,9 kg i.a./ha, simazina 1,50 y 2,5 kg i.a./ha, además de un testigo a libre crecimiento de malezas y otro deshierbado. En ambos experimentos los herbicidas no produjeron síntomas de fitotoxicidad en las plantas de espárrago; se observaron algunas

ABSTRACT

Chemical weed control in asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during the harvesting season in Costa Rica. Two experiments were conducted, during the months of December and January of 1989-1990 and 1990-1991, at the Fabio Baudrit Experiment Station in Alajuela, Costa Rica to evaluate the performance of several pre-emergent herbicides and their effect on an established asparagus plantation, during the harvesting season. The herbicides used in the first trial were: diuron (1.25 kg a. i./ha), metribuzin (0,75 kg a. i./ha), napropamide (4.0 kg a. i./ha), linuron, simazine and norfluorazon at the rate of 1.5 kg a. i./ha, besides of including an unweeded control. The best weed controlling herbicides in this first experiment were selected to be used in the second assay, in which linuron at the rates of 1.0 and 2.0 kg a. i./ha, metribuzin at 0.5 and 0.9 kg a. i./ha, simazine at 1.5 and 2.5 kg a. i./ha were applied, including also an unweeded and a weeded controls. There were no phytotoxicity symptoms in either experiment. Some differences in yield were observed, although there was no evidence that it was due to the treatments. The three herbicides used in

¹ Extracto de la tesis de Licenciatura presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.

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

diferencias en la producción; sin embargo, no hubo evidencia para atribuir este comportamiento al efecto producido por los tratamientos. En el experimento "B", los tres herbicidas, en ambas dosis, mostraron un amplio espectro de combate de malezas de hoja ancha y gramíneas, suficiente para mantener libre de malezas al cultivo durante el periodo de cosecha y aún posterior a este. En los tratamientos con el herbicida linurón, se realizaron análisis de residuos en los turiones y se detectó presencia del herbicida para el tratamiento de 2,0 kg i.a./ha en los siete primeros días después de la aplicación; sin embargo, tales residuos fueron inferiores al nivel permitido por la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

the second trial, at both rates, showed a good control of broad-leaf and gramineous weeds, enough to keep the crop free of weed even after the harvesting period. An analysis for detecting chemical residues was conducted on the spears from the treatments using linuron. The chemical was found during the first seven days after its application in the treatment at 2.0 kg a. i./ha, although such residues were lower than the level allowed by the Environment Protection Agency (EPA) of United States of America.

INTRODUCCION

La competencia de las malezas es uno de los mayores problemas en espárrago (Rahman *et al.* 1981); ya que compiten con el cultivo, por luz, humedad y nutrimentos (Parker 1986); también limitan el movimiento de aire a través del follaje, lo que hace que aumente la humedad y podría incrementar la incidencia de hongos (Rahman *et al.* 1981); interfieren con la cosecha y reducen el rendimiento (Parker 1986).

En países como Costa Rica, cuando se hace una poda total de follaje para iniciar el periodo de cosecha, se dan condiciones que favorecen la germina-

ción y crecimiento de las malezas, constituyéndose en una etapa susceptible a la competencia; principalmente se afecta el peso de los turiones y se dificultan las labores de cosecha ya que las malezas impiden la localización rápida de los turiones y albergan insectos y enfermedades (Noboa y Moreira 1990).

Entre los métodos de combate de malezas se usa la deshierba manual, pero es lenta y el uso de implementos como el machete produce daños a los turiones. Otras posibilidades son el uso de coberturas muertas o bien, herbicidas que sean aceptados para usarse en espárrago por la Agencia de los

Estados Unidos para la Protección Ambiental (EPA). Estos son: sesone, EPTC, 2,4-D, dalapón, glifosato, paraquat, trifluralina, terbacil, dicamba, diurón, linurón, simazina, metribuzín, napromida y norflurazón (PROEXAG/ROCAP, 1989). Algunos de ellos es factible usarlos cerca de la etapa de cosecha.

A continuación se da información relevante sobre los herbicidas evaluados en este estudio:

El diurón *N'*-(3,4-diclorofenil) *N,N*-dimetilurea) es utilizado en plantaciones de más de un año de edad en dosis que van de 0,9 a 4 kg/ha (Klingman y Ashton 1980; Weed Control Manual and Herbicide Guide 1988; Fryer y Makepeace 1978; Parker 1986). Fryer y Makepeace (1978), indican que en los Estados Unidos debe aplicarse cuatro semanas antes de la emergencia de los turiones; una segunda aplicación puede hacerse inmediatamente después del periodo de cosecha. El nivel de tolerancia aceptado por la EPA para diurón en espárrago es de 7 ppm.

El linurón (*N'*-(3,4-diclorofenil)-*N*-metoxi-*N*-metilurea) se ha utilizado en espárrago en dosis desde 0,5 hasta 2,5 kg/ha (Maier-Bode y Härter 1981; Bonnano *et al.* 1983; Parker 1986; Monardes y Alvarado 1989) y Parker (1986), indican que no deben cosecharse

los turiones un día después de aplicado el herbicida. Sumich (1963), citado por Maier-Bode y Härter (1981), encontró niveles de 1,5 ppm de linurón en turiones a los cuales se les había aplicado linurón unos pocos días antes; sin embargo, Cessna (1990) detectó 0,01 ppm y 0,4 ppm de linurón en muestras de turiones obtenidas en plantaciones que habían sido aplicadas con linurón en dosis de 1,1 kg/ha y 2,2 Kg/ha en pre y posemergencia. La EPA permite niveles de residuos inferiores a 3 ppm del herbicida linurón en turiones para consumo humano (PROEXAG/ROCAP 1990).

La simazina (6-cloro-*N,N* - dietil-1,3,5 triazina-2,4 diamina) se usa en plantaciones de espárrago de un año o más, en dosis de 2,2 a 4,5 kg/ha (Bonnano *et al.* 1983; Weed Control Manual and Herbicide Guide 1987; Klingman y Ashton, 1980). En el periodo de cosecha la aplicación debe hacerse por lo menos tres días antes del primer corte de turiones (Rahman *et al.* 1983; Weed Control Manual and Herbicide Guide 1988). El nivel de tolerancia aceptado por la EPA para simazina es de 10 ppm (PREXAG/ROCAP 1990).

El metribuzín (4-amino-6-(1,1-dimetiletel)-3(metil-tio)-1-2-4,-triazin-5(4*H*)-ona) se ha usado en plantaciones, de un año o más de edad, en dosis desde 0,56 hasta 2,2 kg/ha

(Bonnano *et al.* 1983; Freeman 1986; Parker 1986; Noboa y Moreira 1990). No debe aplicarse dentro de los 14 días antes de la cosecha o después de la emergencia de turiones (Bonnano *et al.* 1983). El nivel de tolerancia en turiones de espárrago aceptado por la EPA para este herbicida es de 0,05 ppm.

La Napropamida (2-a-naphthoxyl) *N-N*-diethylpropionamida en Carolina del Norte, Estados Unidos, se usa en dosis de 2,2 a 4,5 kg/ha en plantaciones de un año o más (Bonnano *et al.* 1983; Parker 1986; Weed Control Manual and Herbicide Guide 1987). La EPA acepta hasta 0,5 ppm de napropamida en espárrago destinado a consumo humano. (PROEXAG/ROCAP 1990).

Debido a que la mayoría de la información procede de la zona templada es importante evaluar en las condiciones del trópico, la efectividad en el combate de malezas y la selectividad al espárrago a estos herbicidas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad en el control de maleza y la selectividad al espárrago durante la cosecha de algunos herbicidas preemergentes registrados para este cultivo por la Agencia para la protec-

ción del Medio Ambiente (EPA) de los Estados Unidos.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en dos experimentos:

El experimento "A" se realizó durante los meses de diciembre de 1989 y enero de 1990. El experimento "B" se llevó a cabo durante los meses de noviembre y diciembre del año 1990 y enero de 1991. Ambos se realizaron en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, ubicada en la provincia de Alajuela, distrito de San José, a 10°01' latitud norte y 84°16' longitud oeste; a una altura de 840 msnm; temperatura promedio de 22°C y una precipitación anual de 2001 mm.

Para ambos experimentos se utilizó la misma plantación de espárrago, cultivar Mary Washington 500. En el "A", la plantación tenía dos años de establecida y en el "B" se realizó un año después. En ambos se realizó una poda total de follaje del espárrago. Esta labor se hizo en forma manual, utilizando cuchillos bien afilados para lograr un corte fino de los turiones. Seguidamente se sacó del campo todo el follaje cortado. Se realizó,

además, una deshierba manual con machete, para eliminar las malezas presentes y evitar en lo posible rebrotes; esto debido a que todos los herbicidas son preemergentes.

La aplicación de los herbicidas se efectuó con un equipo AZ, accionado con dióxido de carbono, con una presión constante de 2,8 kg/cm² y a una velocidad de 0,5 m por segundo en ambos experimentos. En el experimento "A" los herbicidas se aplicaron un día después de la corta de follaje de espárrago. Se utilizaron tres boquillas de abanico plano 8002, que cubrieron una franja de 1,5 m de ancho y produjeron una descarga de 340 l/ha. En el experimento "B" la aplicación de los tratamientos se realizó dos días después de la corta de follaje del espárrago. Se utilizó una boquilla de abanico plano 8002,

que cubría una franja de aplicación de 0,75 m de ancho y una descarga de 289 l/ha.

En ambos experimentos se aplicó el riego por gravedad. En cada bloque se construyó un canal para la entrada de agua, y un canal para el drenaje, evitando así la posible contaminación de las unidades experimentales por derrame de aguas.

En el Cuadro 1 se presentan los tratamientos evaluados en el experimento "A".

Los tratamientos seleccionados del experimento "A", que corresponden a los herbicidas que mostraron el mejor comportamiento fueron evaluados en el experimento "B" (Cuadro 2).

El diseño experimental empleado en ambos experimentos fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el experimento "A", cultivo de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1989-Enero 1990.

Tratamiento	Dosis (kg i.a./ha)
Diurón	1,25
Linurón	1,50
Simazina	1,50
Metribuzín	0,75
Napropamida	4,00
Norflurazón	1,50
Testigo a libre crecimiento de malezas	

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el experimento "B", cultivo de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1990-Enero 1991.

Tratamiento	Dosis (kg i.a./ha)
Metribuzín	0,50
Metribuzín	0,90
Linurón	1,00
Linurón	2,00
Simazina	1,50
Simazina	2,50
Testigo a libre crecimiento de malezas	
Testigo deshierbado	

área de cada unidad experimental fue de 22,5 m² (5 m de largo y 4,5 m de ancho); corresponde a 3 lomillos de igual longitud, separados entre sí a 1,5 m y 0,4 m entre plantas, para un total de 12 plantas por lomillo y 36 plantas de espárrago por parcela. La distancia entre bloques fue de 1,0 m. Se evaluó como parcela útil el lomillo central de cada unidad experimental.

Variables evaluadas

a. Número de malezas:

El recuento de malezas se realizó por género y especie a los 14, 28 y 42 días después de la aplicación, en 0,5 m² de parcela útil elegidos en forma aleatoria. Esta evaluación se hizo en forma independiente tanto en el lomillo como en el surco.

La grama se separó del resto de las gramíneas por tratarse de una maleza de reproducción vegetativa, cuya distribución en el lote no era homogénea y porque los herbicidas empleados no la combaten.

b. Peso de malezas:

El peso fresco de las malezas por especie se evaluó en forma separada en el lomillo y en el surco. La evaluación se realizó a los 42 días después de la aplicación en 0,50 m² de parcela útil.

c. Fitotoxicidad:

Descripción de posibles síntomas de toxicidad en los turiones.

d. Producción:

Ambos experimentos se cosecharon todos los días durante

35 días. La cosecha se realizó en forma manual con una cuchilla especial.

En el experimento "A" la cosecha se inició cuatro días después de la corta del follaje del espárrago; en el experimento "B" la cosecha dio inicio seis días después de la corta del follaje del espárrago.

Se evaluaron diariamente el número de turiones y su peso por categoría comercial (Cuadro 3).

e. Análisis de residuos:

En el experimento "B", se realizó un análisis de residuos para el herbicida linurón. Las muestras consistieron de turiones de calidad exportable, cosechados en tres épocas: la primera a los 5, 6 y 7 días después de la aplicación; la segunda a los 15 días después de

la aplicación y la tercera, a los 22 y 23 días después de la aplicación.

El análisis de residuos se realizó en el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA); el método utilizado fue de cromatografía de gases.

RESULTADOS Y DISCUSION

EXPERIMENTO "A"

Efecto de los herbicidas sobre las malezas:

Las malezas predominantes en el lomillo fueron *Cynodon dactylon*, *Conyza* sp. y *Digitaria* spp. En el surco predominaron las plántulas de espárrago voluntario y *Portulaca oleracea* (Cuadro 4). Se determinaron

Cuadro 3. Categorías comerciales de turiones para el mercado fresco de espárrago verde a granel.

Categoría	Diámetro (cm)
Colossal	mayor que 2,54
Jumbo	2,08 - 2,54
Extra grande	1,60 - 2,08
Grande	1,12 - 1,60
Estandar	0,80 - 1,12
Pequeño	0,48 - 0,80
Muy pequeño	menor que 0,48
Deformes	

Fuente: United States Department of Agriculture, 1972.

diferencias significativas para el número y peso de malezas de hoja ancha y espárrago voluntario (Cuadros 5 y 6).

El tratamiento que mostró el menor número y peso de malezas de hoja ancha en el lomillo y en el surco fue el metribuzín, seguido por la simazina. Por otra parte únicamente la napropamida fue efectiva contra el espárrago voluntario.

Con el análisis del efecto de los herbicidas sobre las especies de malezas presentes se observó que ningún herbicida combatió *Cynodon dactylon* y *Digitaria* sp. En tanto que la mayor efectividad del metribuzín se debió a su acción contra *Conyzasp.* y *P. oleraceae*; esta última fue susceptible a todos los herbicidas, excepto a la napropamida.

Norflurazón y napropamida no combatieron *Conyza* sp., lo que explica el pobre efecto observado sobre las malezas de hoja ancha.

El combate de espárrago voluntario en el surco por napropamida fue muy semejante al obtenido por Boydston (1988), quien en el sistema de riego por surco obtuvo un 90% de combate.

En el lomillo la cantidad de plántulas de espárrago voluntario fue baja en todos los tratamientos, posiblemente de-

bido a que estas semillas caen al surco y se acumulan; además ahí tienen mayor disponibilidad de humedad para germinar.

Fitotoxicidad:

Ningún tratamiento químico causó síntomas de fitotoxicidad; esto coincide con lo observado por Johnson y Talbert (1988), en donde los herbicidas simazina, diurón y metribuzín no causaron daño al espárrago.

Producción:

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el número y peso de turiones exportables. Del peso total de turiones cosechados un 90,5% en promedio fue exportable, porcentaje alto, debido a que fueron parcelas experimentales con buen manejo y la cosecha se realizó con mucho cuidado. El tratamiento de norflurazón produjo el menor peso de turiones deformes, mientras que con napropamida se produjo mayor peso de turiones deformes, lo que incidió con un menor porcentaje exportable en este tratamiento.

La diferencia que se observó, para el porcentaje de peso exportable, no se debió estrictamente a los tratamientos, ya que no hubo diferencias en el número y peso de los turiones exportables, sino a las diferencias existentes en el peso de los turiones deformes. Las

Cuadro 4. Incidencia de malezas en el experimento "A", cultivo de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1989-enero 1990.

Maleza	Porcentaje de incidencia ^{1/}	
	Lomillo	Surco
<i>Cynodon dactylon</i>	33,33	10,10
<i>Paspalum candidum</i>	0,00	0,40
<i>Digitaria</i> sp.	11,52	4,85
<i>Echinochloa</i> spp.	0,41	0,00
<i>Eleusine indica</i>	1,65	0,00
<i>Asparagus officinalis</i>	0,00	39,19
<i>Ageratum conyzoides</i>	4,53	4,65
<i>Bidens pilosa</i>	0,41	0,40
<i>Conyza</i> sp.	16,05	4,24
<i>Emilia fosbergii</i>	0,82	0,20
<i>Melampodium</i> spp.	0,00	0,61
<i>Sonchus oleraceus</i>	1,23	0,00
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,41	1,21
<i>Spilanthes ocyimifolia</i>	2,06	1,41
<i>Gnaphalium</i> spp.	2,88	0,61
<i>Commelina diffusa</i>	0,82	0,81
<i>Euphorbia prostrata</i>	0,00	0,20
<i>Euphorbia heterophylla</i>	4,94	0,61
<i>Drymaria cordata</i>	0,41	0,81
<i>Ludwigia</i> spp.	0,82	0,81
<i>Mollugo</i> spp.	0,41	0,40
<i>Oxalis corniculata</i>	0,00	0,20
<i>Portulaca oleracea</i>	4,53	21,41
<i>Richardia scabra</i>	0,00	0,20
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,00	0,20
<i>Solanum nigrum</i>	0,82	0,81
<i>Cyperus rotundus</i>	5,35	3,64
Maleza no identificada	6,58	2,02
TOTAL	100,0	100,0

^{1/} Porcentajes de incidencia calculados con base en el número de malezas por especies presentes en el testigo a libre crecimiento de malezas.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre el número de malezas de hoja ancha y espárrago voluntario en el experimento "A". Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1989-enero 1990.

Tratamiento Dosis (kg i.a./ha)	Número promedio de malezas en 0,5 m ² de parcela útil		
	Hoja ancha		Espárrago voluntario
	Lomillo	Surco	Surco
T.L.C. ^{1/}	9,67 ^{A 2/}	17,33 ^A	16,17 ^A
Napropamida 4,00	11,50 ^A	11,67 ^{AB}	2,75 ^B
Norflurazón 1,50	6,25 ^{AB}	5,92 ^{BC}	13,00 ^{AB}
Diurón 1,25	3,83 ^{AB}	3,00 ^{CD}	11,58 ^{AB}
Linurón 1,50	3,00 ^B	2,75 ^{CD}	13,75 ^{AB}
Simazina 1,50	3,08 ^B	2,67 ^{CD}	20,17 ^A
Metribuzín 0,75	1,83 ^B	2,00 ^D	9,00 ^{AB}

^{1/} T.L.C.: Testigo a libre crecimiento de malezas.

^{2/} Promedios con igual letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey 5%. Promedios reales, no transformados.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el peso de las malezas de hoja ancha en el experimento "A". Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1989-enero 1990.

Tratamiento Dosis (kg i.a./ha)	Peso promedio de malezas g/0,5 m ² de parcela útil	
	Lomillo	Surco
Napropamida 4,00	94,81 ^{A 2/}	16,83 ^{AB}
Norflurazón 1,50	43,64 ^A	32,22 ^{AB}
T.L.C. ^{1/}	31,30 ^{AB}	47,71 ^A
Linurón 1,50	30,58 ^{AB}	20,95 ^{AB}
Diurón 1,25	26,96 ^{AB}	14,42 ^{AB}
Simazina 1,50	7,19 ^B	2,55 ^B
Metribuzín 0,75	10,09 ^B	1,00 ^B

^{1/} T.L.C.: Testigo a libre crecimiento de malezas.

^{2/} Promedios con igual letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey 5%. Promedios sin transformar.

diferencias en el peso de los turiones deformes podrían deberse a efectos del azar, ya que estos siempre presentaron algún tipo de daño mecánico que, en la mayoría de los casos, fueron daños hechos por insectos masticadores, principalmente vaquitas (*Diabrotica* spp.) gusanos cortadores (*Agrotis* spp.) y en algunas pocas ocasiones producidos por la herramienta de corta en el momento de la cosecha. No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en el número de turiones deformes.

Diurón, linurón, simazina y metribuzín no afectaron la producción ni la calidad de turiones en el cultivo. Lo anterior sugiere que los herbicidas empleados no afectaron la producción, al menos durante el periodo que duró el experimento. Además, en el testigo a libre crecimiento de malezas fue evidente que la maleza presente no afectó la producción de espárrago. La poca disponibilidad de agua en la superficie del suelo del lomillo impidió la germinación y el desarrollo de muchas malezas, por lo cual su número fue bajo y no afectó el rendimiento.

Para la selección de los herbicidas, en el experimento "B", se tomó en consideración el efecto de aquellos sobre la maleza de hoja ancha, pues

fueron dominantes. Se seleccionaron los herbicidas metribuzín, linurón y simazina. El diurón, aunque mostró buen efecto sobre estas malezas, se excluyó debido a que produjo fitotoxicidad en plantaciones de espárrago establecidas en suelos dedicados antiguamente al cultivo de la caña de azúcar, donde se usó este producto por muchos años.

EXPERIMENTO "B"

Efecto de los herbicidas sobre las malezas:

Las malezas que presentaron la mayor incidencia, tanto en el lomillo como en el surco, fueron *Portulaca oleracea*, *Galinsoga ciliata*, *Digitaria* sp., *Melampodium* sp. y *Conyza* sp. solo en el lomillo.

Todos los herbicidas en ambas dosis fueron efectivos para el combate de malezas de hoja ancha y gramíneas en el lomillo y en el surco. La diferencia fue notoria al compararlos con el testigo a libre crecimiento de malezas (Cuadro 7 y 8).

En el análisis del efecto de los tratamientos sobre cada especie se observó que, para las especies dominantes, el porcentaje de combate fue superior al 83%, excepto para *Conyza* sp., la cual fue menos suscep-

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos herbicidas sobre el número de malezas de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas presentes en el experimento "B". Cultivo de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1990-enero 1991.

Tratamientos Dosis (kg i.a./ha)	Número promedio de malezas en 0,5 m ² de parcela útil				
	Hoja ancha		Gramíneas ^{1/}		Ciperáceas
	Lomillo	Surco	Lomillo	Surco	Lomillo
T.L.C. ^{2/}	80,50 ^{A 3/}	183,33 ^A	16,08 ^A	29,92 ^A	13,50 ^A
Linurón 1,00	4,67 ^B	8,25 ^B	3,75 ^B	4,83 ^B	6,33 ^{AB}
Simazina 1,50	1,50 ^B	2,83 ^B	0,67 ^B	2,92 ^B	4,50 ^{AB}
Metribuzín 0,50	1,33 ^B	9,83 ^B	0,58 ^B	4,92 ^B	14,75 ^A
Metribuzín 0,90	1,33 ^B	6,75 ^B	0,33 ^B	4,08 ^B	2,33 ^B
Linurón 2,00	1,50 ^B	4,2 ^B	1,67 ^B	2,92 ^B	4,58 ^{AB}
Simazina 2,50	1,17 ^B	0,50 ^B	0,08 ^B	1,08 ^B	4,25 ^{AB}

^{1/} Gramíneas: Incluye solo malezas gramíneas de reproducción sexual.

^{2/} T.L.C.: Testigo a libre crecimiento de malezas.

^{3/} Promedios con igual letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey 5%. Promedios sin transformar.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos herbicidas sobre el peso de la maleza hoja ancha y espárrago voluntario en el experimento "B", cultivo de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1990-enero 1991.

Tratamientos Dosis (kg i,a/ha)	Peso promedio de malezas g/0,5 m ² de parcela útil		
	Hoja ancha		Espárrago voluntario
	Lomillo	Surco	Surco
T.L.C. ^{1/}	305,44 ^{A 2/}	257,98 ^A	85,24 ^A
Linurón 1,00	4,76 ^B	3,60 ^B	6,54 ^B
Simazina 1,50	0,88 ^{BC}	0,44 ^B	16,23 ^B
Linurón 2,00	0,52 ^C	4,33 ^B	1,24 ^B
Metribuzín 0,50	0,34 ^C	12,20 ^B	5,44 ^B
Simazina 2,50	1,13 ^C	0,00 ^B	0,05 ^B
Metribuzín 0,90	0,05 ^C	0,54 ^B	9,72 ^B

^{1/} T.L.C.: Testigo a libre crecimiento de malezas.

^{2/} Promedios con igual letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey 5%. Peso promedio de malezas real.

tible al herbicida linurón, principalmente en la dosis más baja. Estos resultados concuerdan con lo mencionado en la literatura sobre la efectividad en el control de malezas (Fryer y Makepeace 1978; Rahman y Sanders 1983; Freeman 1986; Parker 1986).

El suministro de agua en el segundo experimento fue mejor, por lo que la presencia de malezas fue mayor.

La diferencia observada entre el número de malezas ciperáceas presentes en el lomillo, se debió a algún efecto aleatorio de distribución de esas plantas y no al efecto de los tratamientos, puesto que ningún herbicida de los empleados combatió *Cyperus rotundus* y *Cyperus esculentus*.

Fitotoxicidad:

Según las observaciones visuales para los tres herbicidas en ambas dosis, no se presentaron síntomas de fitotoxicidad en el cultivo durante el transcurso del experimento. El anterior resultado es muy similar al descrito en el experimento "A". Esto confirma que los herbicidas: linurón, metribuzín y simazina, aún en dosis altas no dañan el cultivo de espárrago establecido, al menos durante el periodo de la cosecha.

Producción:

En ninguna unidad experimental se produjeron turiones de la calidad colosal.

El tratamiento que produjo el menor número y peso de turiones de la calidad extra-grande fue el testigo a libre crecimiento de malezas. El resto de tratamientos mostró un comportamiento similar entre sí; fue el linurón, en ambas dosis, el que obtuvo los valores más altos. La mayor producción en peso total y exportable la obtuvo el linurón en su dosis más baja (Cuadro 9).

El testigo a libre crecimiento de malezas presentó la mayor producción en peso de turiones muy pequeños; posiblemente debido a efectos de competencia de malezas, estos turiones no son de valor comercial debido a su poco diámetro (menos de 0,48 cm), peso reducido (1,75 g/turión), mucha fibra y formación de ramas que impiden que el turión alcance el largo adecuado.

La simazina mostró tendencia a una menor producción total de turiones con respecto al linurón.

Análisis de residuos:

El análisis de residuos se realizó únicamente en los tra-

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos herbicidas sobre la producción en peso de turiones, según las categorías de calidad comercial^{1/}, en el experimento "B". Cultivo de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Distrito San José, Alajuela, Costa Rica. Diciembre 1990-enero 1991.

Tratamientos Dosis (kg i.a./ha)	Peso promedio de producción (g/7,5 m ²)									
	Jumbo	Extra grande	Gran- ^{3/} de	Están- dar	Peque- ño	Muy ^{3/} peque- ño	Defor- mes	Total ^{3/}	Expor- table	%EX- portable
Linurón 1,00	9,0 ^{A 3/}	139,5 ^A	459,2 ^A	334,8 ^A	96,2 ^A	24,4 ^B	68,4 ^A	1131,5 ^A	1038,6 ^A	92 ^A
Metribuzín 0,90	9,6 ^A	118,1 ^A	389,6 ^A	329,9 ^A	98,7 ^A	24,5 ^B	72,6 ^A	1042,9 ^{AB}	945,9 ^A	90 ^A
Linurón 2,00	20,4 ^A	125,5 ^A	329,9 ^A	338,5 ^A	95,6 ^A	33,1 ^{AB}	83,7 ^A	1026,7 ^{AB}	909,9 ^{ABC}	89 ^A
T.D. ^{4/}	19,9 ^A	104,3 ^{AB}	290,5 ^A	226,1 ^A	65,8 ^A	17,6 ^B	90,7 ^A	814,8 ^{AB}	706,5 ^{BC}	86 ^A
Simazina 2,50	10,1 ^A	55,5 ^{AB}	282,9 ^A	226,6 ^A	61,0 ^A	16,9 ^B	54,3 ^A	747,3 ^B	676,1 ^{BC}	89 ^A
Metribuzín 0,50	0,0	81,7 ^{AB}	246,2 ^A	239,5 ^A	87,3 ^A	27,5 ^B	40,2 ^A	722,4 ^B	659,2 ^{BC}	90 ^A
T.L.C. ^{5/}	12,0 ^A	20,4 ^B	226,3 ^A	305,2 ^A	95,4 ^A	46,6 ^A	33,8 ^A	739,7 ^B	654,7 ^{BC}	89 ^A
Simazina 1,50	0,0	25,1 ^B	259,9 ^A	222,0 ^A	83,8 ^A	28,6 ^B	63,9 ^A	683,5 ^B	591,0 ^C	86 ^A

- 1/ Véanse detalles de clasificación según categoría comercial en el Cuadro 3 (materiales y métodos).
- 2/ Exp.: Peso exportable de turiones, incluye los turiones de calidad colosal, jumbo, extra grande, estándar y pequeño (excluye las calidades "muy pequeño" y deformes).
- 3/ Promedios con igual letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan al 5%.
- 4/ T.D.: Testigo deshierbado.
- 5/ T.L.C: Testigo a libre crecimiento de malezas.

tamientos que contenían el herbicida linurón. Se detectaron residuos de este herbicida únicamente en el tratamiento con la dosis alta (2,0 kg i.a./ha), en la muestra tomada entre los 5, 6 y 7 días después de la aplicación. En las demás muestras el herbicida no fue detectado.

Los residuos detectados (menos de 2 ppm) son inferiores al nivel de restricción permitido por la EPA en los Estados Unidos (3 ppm) (PROEXAG/ROCAP 1989). Sin embargo son cercanos a ese nivel, por lo cual no es recomendable el uso de dosis altas

de este producto durante la cosecha, a menos que el primer corte de turiones se realice 7 días después de la aplicación, cuando los residuos en el tejido comestible son inferiores al nivel aceptado por la EPA. La dosis de 1,0 kg i.a./ha demostró un efectivo combate de malezas, durante el periodo de la cosecha y no se detectaron residuos en ninguna de las muestras tomadas.

Los resultados obtenidos en el análisis de residuos del herbicida linurón indican que es correcto aplicar este herbicida un día, o a más tardar, dos

días después de la poda total de follaje del espárrago. Es preferible el uso de la dosis baja, con lo cual el costo por consumo de herbicida es menor, y se disminuye el riesgo de acumulación de residuos en el suelo y en el tejido comestible. Además entre las labores del cultivo se utiliza una desaporca, luego de terminado el periodo de cosecha, con el objetivo de exponer parte de las coronas a la luz. Esta labor es seguida de una fertilización y una nueva aportación; por lo tanto, al realizar este trabajo se rompe el sello hecho por los herbicidas pre-emergentes y se pierde gran parte de su actividad. Es preferible utilizar una dosis baja del herbicida al inicio de la cosecha y mantener la posibilidad de aplicar nuevamente el producto después de terminada la cosecha, una vez realizadas las labores mencionadas.

Los resultados indican la posibilidad de utilizar cualquiera de los tres herbicidas, lo que permitirá rotarlos, alternando grupos químicos diferentes evitando así, posibles acumulaciones del producto en el suelo y en la planta. De esta forma, también se previene el desarrollo de resistencia por parte de las especies de malezas presentes.

CONCLUSIONES

1. No se presentaron efectos fitotóxicos causados por los herbicidas a las plantas de espárrago, al menos durante el desarrollo del experimento.
2. No hay suficiente evidencia para atribuir las diferencias observadas en la producción al efecto de los tratamientos.
3. Los tres herbicidas empleados en el experimento "B" y a ambas dosis (linurón 1,0 y 2,0 kg i.a./ha); metribuzín (0,5 y 0,9 kg i.a./ha); simazina (1,50 y 2,50 kg i.a./ha) fueron igualmente efectivos para el combate de malezas durante el periodo de la cosecha.
4. El linurón, en las dosis evaluadas, no presentó residuos en los turiones, que superen los niveles de tolerancia aceptados por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA). (No se hizo análisis de residuos para los otros dos herbicidas).
5. En las condiciones en que se realizó el experimento, la presencia de malezas no afectó significativamente la producción comercial de espárrago, aunque sí interfirió con la cosecha.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración y asesoramiento brindado por el Ing. Agr. Marcos Moreira M.Sc., así como la cooperación de Coalición Costarricense de Iniciativas para el Desarrollo (CINDE) en la ejecución de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- BONNANO, A. R.; MONACO, T. J.; SADERS, D. 1983. Horticulture Information. North Caroline, USA., N. C. Agricultural Extension Service, North Caroline State University. 7 p.
- BOYDSTON, R. A. 1988. Seedling Volunteer Asparagus, *Asparagus officinalis*, Control with herbicides. Weed Technology USA. 2:294-298.
- CESSNA, A. J. 1990. MPLC determination of linuron residues in asparagus, following pre and early post-emergent applications. J. Plant Sci. 70:591-597.
- FREEMAN, J. A. 1986. Asparagus weed control trials. Agassiz Research Station, USA. 61 p.
- FRYER, J. D.; MAKEPEACE, R. J. 1978. Weed Control Handbook; Recommendations including plant growth regulators. Blackwell Scientific Publications. v.2, 500 p.
- JOHNSON, D. H.; TALBERT, R. E. 1988. Evaluation of herbicide for weed control in asparagus. Arbansos Farm Research (EE.UU.). 37(1): 15.
- KLINGMAN, G. C.; ASHTON, F. M. 1980. Estudio de las Plantas Nocivas. Trad. por John Wiley & Sons Inc. México, LIMUSA. 449 p.
- MAIER-BODE, H.; HÄRTER, K. 1981. Linuron y Monolinuron. The herbicide effect and application of linuron and monolinuron in asparagus. Residue rivews. (NY) 77:118-123.
- MONARDES, H.; ALVARADO, P. 1989. El Cultivo de Espárrago en Chile. Fundación Chile. División Frutas y Hortalizas. Publicación técnica N°9. 32 p.
- NOBOA, J.; MOREIRA, M. A. 1990. Técnicas para el Cultivo de Espárrago. Programa de Espárrago. Convenio UCR-CNAACINDE/División Agrícola. 44 p.
- PARKER, R. 1986. Weed control in Asparagus. Washington State Cooperative Extension, Washington State University. 1-6 p.
- PROEXAG/ROCAP. 1989. Pesticidas aprobados por la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para cultivos y elaboración. Espárragos. Distribuido por el Consejo Agropecuario Agroindustrial Privado (CAAP). p. 17.
- RAHMAN, A.; SANDER, P. 1983. Residual herbicides for weed control in established asparagus. In Weed and Pest Control. Conferencia 36, New Zeland Proceedings. 136-139 p.
- RAHMAN, A.; THOMPSON, A.; SANDERS, P. 1981. Weed control in newly transplanted asparagus. In Weed and Pest Control Conference. (39. New Zeland (Proceedings). 63-66p.
- WEED CONTROL MANUAL AND HERBICIDE GUIDE. 1987. Vegetables, Asparagus (established beds). 184-186 p.
- WEED CONTROL MANUAL AND HERBICIDE GUIDE. 1988. Vegetables, Asparagus. 183-185 p.