

**Determinación de la dosis óptima de
clomazone, naptalam y bensulide para el
control de malezas en pepino (*Cucumis sativus*)**

Luis Efraín Andrade Ayala

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

**Determinación de la dosis óptima de
clomazone, naptalam y bensulide para el
control de malezas en pepino (*Cucumis sativus*)**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Luis Efraín Andrade Ayala

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Luis Efraín Andrade Ayala

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

Determinación de la dosis óptima de clomazone, naptalam y bensulide para el control de malezas en pepino (*Cucumis sativus*)

Presentado por:

Luis Efraín Andrade Ayala

Aprobado

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Abelino Pitty, Ph. D.
Coordinador de Área temática
Fitotecnia

Ulises Barahona, Agr.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

David Moreira, M.B.A.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Kenneth, L. Hoadley; D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz que guía mi camino y siempre estar a mi lado.

A mi abuelo Luis Enrique Ayala Carrera por ser una persona de ejemplo para toda su familia y una ayuda incondicional para mí. Gracias por enseñarme que la humildad y el trabajo son nuestras mejores armas.

A mi madre Yolanda Ayala, gracias por tus sabios consejos y orar por mí.

AGRADECIMIENTOS

A mis abuelos Luis Ayala, Manuela Chaca, Zoila Torres y Lautaro Andrade (Q.D.E.P.), este éxito se los debo a ustedes por ser los pilares de nuestras familias.

A mi padre Efraín Andrade por ser un ejemplo de superación y haber trabajado para cumplir su único sueño, darle la oportunidad de estudiar a sus hijos.

A mis hermanos Juan Carlos y María Belén Andrade por siempre confiar en que cumpliría mi meta.

A mi tío Luis Antonio Ayala por enseñarme el valor de tener una familia y su amor hacia todos nosotros. Gracias por estar siempre presente en mi vida.

A mis tías Aída y Alicia Ayala por la ayuda prestada durante estos cuatro años de estudios.

A mis primos, en especial Luis Martín y Juan José, espero que este trabajo les sirva de ejemplo en su vida y así busquen cumplir todas sus metas.

A toda mi familia por su apoyo constante.

Al Dr. Abelino Pitty por haber enseñado que un buen trabajo comienza con su planificación, el trabajo constante en el campo y la continua búsqueda de información, gracias por su paciencia y apoyo durante todo el trayecto de este proyecto.

Al Agr. Ulises Barahona, por su valioso apoyo en la parte técnica de este trabajo, y enseñarme que un trabajo sale adelante únicamente al realizar un esfuerzo diario.

Al Ing. David Moreira por ayudarme con sus sabios consejos y estar siempre disponible para la revisión de este trabajo, gracias, es un ejemplo para los zamoranos.

A todo el personal de la Empresa Universitaria de Olericultura, por su ayuda brindada, en especial a la gente de Zona 2.

A mis amigos de Galápagos, en especial a Damián Arellano, gracias por creer en mí y cuidar Galápagos en mi ausencia.

A los buenos amigos que hice durante mi estadía en Zamorano.

A mis colegas de la clase GENOMA 04.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A Monsanto por el apoyo económico para finalizar la ingeniería

A mi familia por su apoyo económico

RESUMEN

Andrade Ayala, L. E. 2004. Determinación de la dosis óptima de clomazone, naptalam y bensulide para el control de malezas en pepino (*Cucumis sativus*). Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 21 p.

El control de malezas manual o con azadón implica disponibilidad constante de mano de obra. Esto representa mayor costo y aplazamiento de la deshierba si no hay personal suficiente. El objetivo del estudio fue determinar si los herbicidas preemergentes clomazone, naptalam y bensulide tienen un efectivo control sobre las malezas en la época lluviosa en pepino. El estudio se realizó de junio a agosto de 2004 en El Zamorano, Honduras. El experimento compuesto por naptalam (2.00, 1.75 ó 1.50 kg ia/ha) y clomazone (0.56 kg ia/ha) tuvo ocho tratamientos y el experimento de naptalam (2.00, 1.75 ó 1.50 kg ia/ha) y bensulide (4.00 ó 3.00 kg ia/ha) tuvo 12 tratamientos. Se usó un diseño de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. Los tratamientos donde se utilizó naptalam 2 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia y naptalam 1.5 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha tuvieron diferencias en control de hoja ancha 14 DDA (días después de la aplicación) ($P=0.029$), con respecto a la deshierba manual y en gramíneas hubo mayor control a los 41 DDA ($P=0.023$). Naptalam 2 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha aumentó los costos incrementales, además de tener menor beneficio neto por hectárea. Naptalam 1.5 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha, no aumentó los costos incrementales, pero su beneficio neto por hectárea fue menor que el control manual. La diferencia en beneficio neto puede deberse a que la densidad poblacional de *Cyperus rotundus* a inicios del período de interferencia fue mayor en el área manejada con herbicidas que la del control manual, por haber deshierbado 16 DDA. En el experimento de naptalam y bensulide ningún tratamiento tuvo diferencias en control, en relación al control manual y todos aumentaron los costos incrementales. No se recomienda el uso de naptalam 2.00 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha y naptalam 1.50 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha por haber tenido menor beneficio neto. No se recomienda el uso de bensulide porque aumenta los costos incrementales y se obtiene menor beneficio neto en condiciones de la época lluviosa en El Zamorano.

Palabras clave: Herbicidas preemergentes, deshierba, costos incrementales, interferencia, Comando 4EC[®], Alanap[®]-L, Prefar 4-E[®].

Abelino Pitty, Ph.D.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros	ix
Índice de anexos.....	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	2
MATERIALES Y MÉTODOS	3
Tratamientos	3
Manejo del cultivo	4
Toma de datos.....	4
Diseño experimental	5
Análisis de datos	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
Evaluación de naptalam y clomazone.....	7
Rendimiento del cultivo.....	8
Resultados económicos.....	10
Evaluación de naptalam y bensulide.....	11
Rendimiento del cultivo.....	11
Resultados económicos.....	13
CONCLUSIONES	15
Evaluación de naptalam y clomazone.....	15
Evaluación de naptalam y bensulide.....	15
RECOMENDACIONES	16
Evaluación de naptalam y clomazone.....	16
Evaluación de naptalam y bensulide.....	16
BIBLIOGRAFÍA	17
ANEXOS.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1	Herbicidas y dosis utilizadas de naptalam y clomazone en pepino.....	3
2	Herbicidas y dosis utilizadas de naptalam y bensulide en pepino.....	4
3	Precio de los herbicidas.....	6
4	Población de hoja ancha totales (plantas/m ²) en pepino.....	7
5	Población de gramíneas totales (plantas/m ²) en pepino.....	8
6	Rendimiento de pepino al aplicar herbicidas y el control manual.....	9
7	Análisis costos incrementales en pepino.....	10
8	Flujo de caja para el cultivo de pepino.....	10
9	Población de malezas totales (plantas/m ²) en pepino.....	11
10	Rendimiento de pepino al aplicar herbicidas y el control manual.....	12
11	Análisis costos incrementales en pepino.....	13
12	Flujo de caja para el cultivo de pepino.....	14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		
1	Población de <i>Cyperus rotundus</i> (plantas/m ²).....	18
2	Población de <i>Cyperus rotundus</i> (plantas/m ²).....	18
3	Costos comunes para la producción de una hectárea de pepino en un ciclo de producción.....	19
4	Insecticidas fungicidas utilizados en un ciclo de pepino en 1440 m ²	20
5	Costos que varían (US\$/ha) con relación al control manual para un ciclo de pepino.....	20
6	Costos que varían (US\$/ha) con relación al control manual para un ciclo de pepino.....	21
7	Herbicidas selectivo para el control de malezas en pepino.....	21

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus*) es una planta susceptible a la interferencia causada por malezas debido al corto tiempo de permanencia en el campo. Si éstas no se mantienen controladas, sobretodo en el período de fructificación, puede causar deficiencia hídrica, la cual sumada a alta tasa de transpiración puede resultar en un daño severo al fruto (Montes s.f.). Manteniendo el cultivo libre de malezas entre los 25 y 40 días post transplante se pueden obtener buenos rendimientos (Bolaños 1998).

En el área de Olericultura de Zamorano, el control de malezas en la época seca y lluviosa es manual con azadón, esto implica que debe haber disponibilidad constante de mano de obra. Esto representa mayor costo y demora la deshierba si no hay personal suficiente para realizar dicha labor. Por dichas causas, es importante encontrar otra vía de control de malezas adicional al control manual o validar vías que han sido ya propuestas, como herbicidas preemergentes o el uso de sistemas de labranza.

Clomazone es un herbicida utilizado como alternativa de control para malezas de hoja ancha y gramíneas. Pertenece al grupo de las isoxazolidinonas, es absorbido por las raíces y el brote, se mueve a través del xilema evitando la producción de β y α carotenos al inhibir la enzima isopentenil pirofosfato isomerasa, produciendo albinismo en la planta (Pitty 1997).

Bensulide se utiliza en el control de gramíneas anuales y hojas anchas, está dentro de las amidas. Aparentemente altera el metabolismo de ARN, ADN, proteínas y pared celular, además de causar una hinchazón en las raíces (Pitty 1997).

Naptalam es un herbicida para el control de malezas de hoja ancha. Este causa una inhibición en el flujo del AIA (Ácido Indoleacético) al unirse a las proteínas de la membrana plasmática, provocando que el transporte de auxinas entre células decline a medida que disminuye el contenido de AIA (Subramanian *et al.* 1997).

El control de malezas al aplicar bensulide, naptalam y clomazone a 5.00, 2.00 y 0.56 kg ia/ha, respectivamente, aumenta al pasar los días después de aplicación, a lo cual podría decirse que se necesita tiempo para que sean absorbidos y su mecanismo de acción mate la planta (Vela 2003). El mismo autor señala que clomazone a 0.56 kg ia/ha tiene más control en gramíneas que un control manual, económicamente disminuye los costos causados por el uso del control manual y no causa fitotoxicidad al cultivo. Además encontró que naptalam utilizado a 2.00 kg ia/ha tenía un control de malezas similar al control manual en la época seca, aunque ésta disminuía los costos y en una dosis de 3.00 kg ia/ha se encontraba una marcada toxicidad en el cultivo de pepino. De igual manera, los resultados que obtuvo al

emplear bensulide a 5.00 kg ia/ha y a dosis mayores (6.00 y 7.00 kg ia/ha) no reflejaron un control de malezas más eficiente que el manual y aumentó los costos variables, aunque no redujo los ingresos.

En áreas donde se sembró pepino y se utilizó como alternativa arar a 8 cm de profundidad en dos tiempos, el primer pase dos semanas antes de plantar y el segundo un día antes de plantar y un manejo sin emplear herbicidas, tuvieron mejor control sobre *Cyperus esculentus* y *Richardia scabra*, que aquellas áreas donde se utilizaba clomazone a 0.60 kg ia/ha y halosulfuron 0.032 kg ia/ha. Además tuvo mayor producción del cultivo (Johnson y Mullinix 1998).

El control de *Amaranthus hybridus* en suelos con alta materia orgánica, con clomazone, disminuye de forma directa con la dosis, desde un 97 a 55% con 1.70 kg ia/ha y 0.40 kg ia/ha, respectivamente, de igual forma con una dosis de 0.40 kg ia/ha el control de malezas anuales es inconsistente (Scott *et al.* 1995). Estos autores señalan que la fitotoxicidad en un cultivo como el repollo es mayor en sitios donde hay bajo contenido de materia orgánica, leves lluvias y bajas temperaturas, porque el metabolito no ha sido degradado.

Al utilizar naptalam a 2.20 y 3.30 kg ia/ha en maní no resulta en daño alguno al cultivo ni pérdidas en la producción, pero el control de malezas de hoja ancha que se presenta en área del cultivo es alrededor de un 24 y 22%, respectivamente (Wehtje *et al.* 1991).

La combinación de clomazone en dosis 0.56 y naptalam a 5.00 kg ia/ha, provee un 100% de control sobre malezas de hoja ancha, comparado con una aplicación individual de clomazone y naptalam (Al-Khatib *et al.* 1995).

Objetivos

General

- Determinar si los herbicidas preemergentes clomazone, naptalam y bensulide tienen un control efectivo sobre las malezas en la época lluviosa en el cultivo de pepino.

Específicos

- Determinar el nivel de control de malezas por clomazone, bensulide y naptalam en pepino.
- Determinar la dosis para controlar malezas y que sea más rentable.
- Determinar la rentabilidad por medio de los costos incrementales de los tratamientos individualmente, para hacer recomendaciones económicas de su implementación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en El Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras. El lugar está situado a 800 msnm, precipitación promedio anual de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24° C.

Tratamientos

Las dosis se calcularon con base en la cantidad de ingrediente activo de los productos comerciales Comando 4EC[®] (clomazone), Alanap[®]-L (naptalam) y Prefar 4-E[®] (bensulide), (Cuadro 1 y 2). Tomando como punto de partida clomazone 0.56 kg ia/ha, bensulide 4 kg ia/ha y naptalam 2 kg ia/ha por no causar fitotoxicidad al cultivo de pepino, determinado en un estudio realizado por Vela (2003).

Cuadro 1. Herbicidas y dosis utilizadas de naptalam y clomazone en pepino

Herbicidas	Ingrediente activo (kg/ha)
Naptalam + Clomazone	2.00 + 0.56
Naptalam + Clomazone	1.75 + 0.56
Naptalam + Clomazone	1.50 + 0.56
Naptalam	2.00
Naptalam	1.75
Naptalam	1.50
Clomazone	0.56
Control manual	

Cuadro 2. Herbicidas y dosis utilizadas de naptalam y bensulide en pepino

Herbicida	Ingrediente activo (kg/ha)
Naptalam + Bensulide	2.00 + 4.00
Naptalam + Bensulide	2.00 + 3.00
Naptalam + Bensulide	1.75 + 4.00
Naptalam + Bensulide	1.75 + 3.00
Naptalam + Bensulide	1.50 + 4.00
Naptalam + Bensulide	1.50 + 3.00
Naptalam	2.00
Naptalam	1.75
Naptalam	1.50
Bensulide	4.00
Bensulide	3.00
Control manual	

Manejo del cultivo

El área de siembra fue preparada con rastra pesada 10 DAA (días antes de la aplicación), y el acamado 3 DAA para minimizar la germinación de malezas del banco de semilla antes de la aplicación de los tratamientos. Las dimensiones de las camas fueron 1.80 m entre mitad de cama a mitad de cama con 0.6 m de camino. Para las labores culturales se siguieron los procedimientos establecidos por el área de Olericultura: estaquillado y tutoreo de pepino una semana después del transplante. Poda de las guías (falsos chupones) una vez aparecida la primera hoja verdadera, una lámina de riego de 6 ó 10 mm/día, control de plagas basado en niveles críticos y fertilización (120 kg N/ha).

La variedad utilizada fue Supersett, se sembró en bandejas de 128 celdas y como medio de germinación se empleó Sunshinemix, en la que permanecieron 14 días. Además se empleó un 10% más de semillas como respuesta a posibles pérdidas por baja germinación.

El cultivo se transplantó en un arreglo de tresbolillo, teniendo una separación entre planta de 20 cm y 30 cm entre hileras (densidad de 55,555 plantas/ha). El día 16 DDA se deshirió el control manual con un azadón pequeño, mientras que toda las unidades experimentales del segundo experimento se deshieron a los 33 DDA por no haber tenido un buen control, dificultando el manejo de las plagas del cultivo.

Toma de datos

El conteo de malezas se realizó en un área de 0.5×0.5 m (0.25 m²), tres veces por unidad experimental y se clasificaron por especie. Las fecha de conteos fueron 14 DDA (días después de la aplicación), 31 y 41 DDA, siguiendo de esta forma los mismos parámetro utilizado por Vela en el 2003.

La cosecha de las parcelas se hizo en un área efectiva de 15.3 m² (4.25×3.6 m), para el experimento de naptalam y clomazone y 7.78 m² (2.16×3.6 m), para el experimento de

naptalam y bensulide, después de haber eliminado 1 m de la parte frontal y 1 m en la parte trasera por el efecto de borde.

Los frutos cosechados se clasificaron en comercial y no comercial, se recolectaron datos de peso y número de frutos. El fruto comercial eran pepinos 15 cm de largo, turgentes, de color verde, libres de enfermedades y daños por roedores, mientras que el pepino no comercial era fruto con un tamaño menor a 15 cm, deficiencias de pigmentación verde, presencia de pudriciones, daño por roedores y curvos.

Diseño experimental

El diseño experimental fue un BCA (Bloques Completos al Azar). Las unidades experimentales para el primer y segundo experimento fueron dos camas de 1.8 m de ancho, pero la longitud cambió a 6.25 m para el área evaluada con naptalam y clomazone y 4.16 m para evaluada con naptalam y bensulide, obteniendo un área de 22.5 m² y 15 m², respectivamente.

Los herbicidas se aplicaron dos días antes del transplante (DAT) con una bomba de mochila presurizada con CO² la cual posee tanque de acero inoxidable de 12 L y cuatro boquillas Teejet 8003VS separadas a 50 cm. La descarga se hizo con una presión constante de 30 psi y se utilizaron 220 L/ha de agua en las aplicaciones.

Análisis de datos

Para el análisis estadístico se agruparon las malezas en gramíneas y hoja ancha, excluyendo el *Cyperus rotundus* al no ser controlado por ninguno de los tres herbicidas. Se empleó el programa SAS[®], para efectuar un análisis de varianza (ANDEVA) determinando el ajuste de los datos y una separación de medias con la prueba de Duncan, a 5% de significancia.

El análisis económico se realizó según la metodología del CIMMYT de presupuestos parciales con costos diferenciales (CIMMYT, 1998). Considerando como costos diferenciales las aplicaciones de herbicida, mano de obra para la deshierba y los precios de cada herbicida según la dosis aplicada.

Para el cálculo de los costos del herbicida, se utilizó el precio del producto comercial y la dosis de ingrediente activo de cada uno (Cuadro 3).

Cuadro 3. Precio de los herbicidas

Nombre común	Ingrediente		Precio producto		
	activo (g/L)	Dosis (kg ia/ha)	Comercial (US\$/L)	Precio (US\$/kg ia)	Costo (US\$/ha)
Naptalam	240	2.00	9.70	40.40	80.80
Naptalam	240	1.75	9.70	40.40	70.70
Naptalam	240	1.50	9.70	40.40	60.60
Bensulide	480	4.00	12.60	26.30	105.20
Bensulide	480	3.00	12.60	26.30	78.90
Clomazone	480	0.56	25.00	52.10	29.17

fuente: Jorge Vela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de naptalam y clomazone

Las malezas presentes fueron: *Cyperus rotundus*, *Nicandra physalodes*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus* spp., *Bidens pilosa*, *Commelina diffusa*, *Eleusine indica*, *Digitaria* spp., *Melanthera nivea*, *Richardia scabra*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Galinsoga urticaefolia*, *Solanum americanum* y *Emilia fosbergii*.

A los 14 DDA los únicos tratamientos que controlaron hojas anchas fueron naptalam 2.00 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha y naptalam 1.50 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha ($P=0.029$), para el resto no hubo diferencia en control de gramíneas ni hoja ancha, con respecto al control manual (Cuadro 4). Las combinaciones de naptalam y clomazone proveen mayor control sobre malezas de hoja ancha (Al-Khatib *et al.* 1995). Lo cual implica que no existe antagonismo entre estos herbicidas y pueden utilizarse en aplicaciones combinadas y alcanzar más control. A los 31 DDA no se muestra diferencia en control de malezas para ningún tratamiento, lo cual se debió a que 15 días antes se hizo el control manual disminuyendo la población de malezas de hoja ancha en estas áreas. Esta disminución se debe a que malezas de hoja ancha tienen su punto de crecimiento expuesto lo que facilita la eficiencia de control con azadón.

El control de gramíneas a los 41 DDA fue mayor con naptalam 2.00 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha y naptalam 1.50 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha con relación al control manual ($P=0.023$) (Cuadro 5). Esto puede deberse a que clomazone en dosis de 0.56 kg ia/ha tiene un mayor control sobre gramíneas (Vela 2003). Lo que implica que al igual que en la época seca clomazone es una alternativa para el control de gramíneas.

Cuadro 4. Población de hoja ancha (plantas/m²) en pepino

Tratamiento (kg ia/ha)	Días después de aplicación		
	14	31	41
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	26 b	32	41 c
Naptalam + clomazone (1.75 + 0.56)	50 ab	58	50 bc
Naptalam + clomazone (1.50 + 0.56)	33 b	34	42 c
Naptalam (2.00)	56 ab	48	53 bc
Naptalam (1.75)	78 ab	100	112 a
Naptalam (1.50)	81 ab	86	86 ab
Clomazone (0.56)	60 ab	53	86 ab
Control manual	88 a	62	77 abc

^: Promedios en la misma columna con letras diferentes tienen diferencia significativa. Prueba de Duncan ($P\leq 0.05$)

Cuadro 5. Población de gramíneas (plantas/m²) en pepino

Tratamiento (kg ia/ha)	Días después de aplicación		
	14	31	41
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	19	22	23 cd
Naptalam + clomazone (1.75 + 0.56)	32	36	36 bcd
Naptalam + clomazone (1.50 + 0.56)	24	21	16 d
Naptalam (2.00)	48	70	59 abc
Naptalam (1.75)	53	64	59 abc
Naptalam (1.50)	56	72	81 a
Clomazone (0.56)	37	42	61 abc
Control manual	72	62	65 ab

^: Promedios en la misma columna con letras diferentes tienen diferencia significativa. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Naptalam 1.50 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha fue el único tratamiento que presentó una disminución del número de gramíneas al compararse con cada conteo post aplicación (Cuadro 4). El nivel poblacional de malezas al aplicar naptalam a 2.00 kg ia/ha y clomazone 0.56 kg ia/ha es menor a medida que aumentan los días post-aplicación (Vela 2003). Esto indica que estas dosis tienen residualidad y continúan controlando malezas.

Rendimiento del cultivo

Estadísticamente el rendimiento comercial no fue menor en ningún tratamiento en comparación con el control manual, pero el control manual obtuvo el mejor rendimiento (t/ha) (Cuadro 6). Si las poblaciones de malezas no se mantienen controladas, sobretodo en el periodo de fructificación, puede causar deficiencias hídricas, la cual sumada a alta tasa de transpiración puede resultar en un daño severo al fruto (Montes s.f.). En áreas donde se sembró pepino y se utilizó como alternativa arar a 8 cm de profundidad en dos tiempos, el primer pase dos semanas antes de plantar y el segundo un día antes de plantar y un manejo sin emplear herbicidas tuvieron mejor control sobre *Cyperus esculentus* y *Richardia scabra* malezas predominantes de la zona, que donde se utilizaba clomazone a 0.60 kg ia/ha. Además de obtener una mayor producción (t/ha) (Johnson y Mullinix 1998). Aunque las densidades poblacionales de *Cyperus rotundus* fueron altas en las áreas manejada con herbicidas y control manual (Anexo 1), en este último la competencia de esta maleza a inicios del periodo de interferencia fue menor por haberse realizado la deshierba 16 DDA, lo que implica pérdida de nutrientes, al ser utilizados por las malezas. Es posible que para evitar las diferencias en peso de los frutos se tenga que controlar las poblaciones de *Cyperus rotundus*.

Cuadro 6. Rendimiento de pepino al aplicar herbicidas y el control manual

Tratamiento (kg ia/ha)	Pepinos/ha			Peso (t/ha)		
	No			No		
	Comercial	Comercial	Total	Comercial	comercial	Total
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	59333	32167	91500	17	8	25
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	57677	29000	86677	16	7	23
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	59333	36500	95833	17	9	26
Naptalam (2.00)	54333	32167	86500	16	9	25
Naptalam (1.75)	48500	37667	86167	14	9	23
Naptalam (1.50)	43332	28000	71332	13	7	20
Clomazone (0.56)	57833	26667	84500	18	7	25
Control manual	67331	35333	102664	21	9	30

Resultados económicos

Con el análisis de costos incrementales se observa que únicamente la aplicación de naptalam 2.00 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha aumentó los costos variables, mientras que los demás fueron dominados por el control manual (Cuadro 7).

El control manual obtuvo el mejor beneficio neto por hectárea y el área donde se aplicó naptalam 1.50 kg ia/ha obtuvo menor beneficio (Cuadro 8).

Cuadro 7. Análisis costos incrementales en pepino

Tratamiento (kg ia/ha)	Total de costos incrementales (US\$/ha)	Dominancia	Reducción de costos (%)
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	128.53	D	
Control manual	126.00		
Naptalam + clomazone (1.75 + 0.56)	118.43		6
Naptalam + clomazone (1.50 + 0.56)	108.33		14
Naptalam (2.00)	99.35		21
Naptalam (1.75)	81.56		35
Naptalam (1.50)	79.16		37
Clomazone (0.56)	47.73		62

D: tratamiento dominado por tener mayor costo que el control manual

Cuadro 8. Flujo de caja para el cultivo de pepino

Tratamientos (kg ia/ha)	Rendimiento medio t/ha	Ingreso Bruto (US\$/ha)	Costos (US\$/ha)			Beneficio Neto (US\$/ha)
			Fijos	Inc ^o	Totales	
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	4.33	9716	4042	128	4185	5546
Naptalam + clomazone (1.75 + 0.56)	4.10	9200	4042	118	4175	5040
Naptalam + clomazone (1.50 + 0.56)	4.21	9447	4042	108	4165	5296
Naptalam (2.00)	3.97	8908	4042	99	4156	4767
Naptalam (1.75)	3.45	7741	4042	81	4138	3618
Naptalam (1.50)	3.29	7382	4042	79	4136	3261
Clomazone (0.56)	4.43	9940	4042	47	4104	5851
Control manual	5.33	11960	4042	126	4182	7792

^oInc: Incrementales

Evaluación de naptalam y bensulide

No existió diferencia en control de malezas en ningún muestreo (14 y 31 DDA) con respecto al control manual (Cuadro 9). Se tuvo que deshierbar las unidades experimentales aplicadas con herbicidas. Naptalam a una dosis de 2.00 kg ia/ha no tiene diferencias en control con la deshierba manual y bensulide 5.00 kg ia/ha no controla mejor las malezas comparado con un control manual (Vela 2003). Esto implica que el uso de dosis bajas de bensulide y naptalam; y dosis combinadas de estos productos, no dan buen control sobre la población de malezas del banco de semillas.

Cuadro 9. Población de malezas totales (plantas/m²) en pepino

Tratamientos (kg ia/ha)	Total hoja ancha		Total gramíneas	
	14DDA	31DDA	14DDA	31DDA
Naptalam + bensulide (2.00 + 4.00)	65	105	14	23
Naptalam + bensulide (2.00 + 3.00)	70	105	20	29
Naptalam + bensulide (1.75 + 4.00)	65	78	16	39
Naptalam + bensulide (1.75 + 3.00)	72	109	21	17
Naptalam + bensulide (1.50 + 4.00)	72	96	20	13
Naptalam + bensulide (1.50 + 3.00)	82	118	16	28
Naptalam (2.00)	86	117	30	43
Naptalam (1.75)	80	113	37	53
Naptalam (1.50)	96	130	16	23
Bensulide (4.00)	93	133	21	32
Bensulide (3.00)	90	134	32	45
Control manual	97	89	57	52

DDA: días después de la aplicación

Rendimiento del cultivo

No existió diferencia en rendimiento comercial con respecto al control manual en ninguno de los tratamientos. (Cuadro 10).

Cuadro 10. Rendimiento de pepino al aplicar herbicidas y el control manual

Tratamientos (kg ia/ha)	Pepinos/ha			Peso (t/ha)		
	Comercial	No		Comercial	No	
		comercial	Total		Comercial	Total
Naptalam + bensulide (2.00 + 4.00)	89354	92258	181612	23	10	33
Naptalam + bensulide (2.00 + 3.00)	81935	54516	136451	26	15	41
Naptalam + bensulide (1.75 + 4.00)	77419	48064	125483	23	13	36
Naptalam + bensulide (1.75 + 3.00)	95161	47096	142257	28	14	42
Naptalam + bensulide (1.50 + 4.00)	67419	44838	112257	20	12	32
Naptalam + bensulide (1.50 + 3.00)	92903	53225	146128	28	13	41
Naptalam (2.00)	98387	47096	145483	30	12	42
Naptalam (1.75)	68709	42580	111289	21	11	32
Naptalam (1.50)	82580	45161	127741	26	13	39
Bensulide (4.00)	79354	43225	122579	25	10	35
Bensulide (3.00)	89354	47419	136773	25	12	37
Control manual	95161	50967	146128	31	13	44

Resultados económicos

Los altos costos del segundo experimento se deben a una deshierba manual de las unidades experimentales a los 33 DDA, por su bajo control de malezas de hoja ancha de algunos tratamientos (Cuadro 11), lo que dificultó el manejo de plagas.

El control manual generó el mayor beneficio neto, mientras que el menor beneficio se obtuvo con el tratamiento de naptalam 1.50 kg ia/ha + bensulide 4.00 kg ia/ha (Cuadro 12). Otro factor que puede haber afectado este tratamiento fue un ataque de *Atta* spp. que afectó gran área de este experimento, pero en mayor grado a este tratamiento por la ubicación de la zompopera en una de las unidades experimentales.

Cuadro 11. Análisis costos incrementales en pepino

Tratamiento (kg ia/ha)	Total de costos	
	Incrementales (US\$/ha)	Dominancia
Naptalam + bensulide (2.00 + 4.00)	234.60	D
Naptalam + bensulide (2.00 + 3.00)	208.30	D
Naptalam + bensulide (1.75 + 4.00)	224.50	D
Naptalam + bensulide (1.75 + 3.00)	198.20	D
Naptalam + bensulide (1.50 + 4.00)	214.40	D
Naptalam + bensulide (1.50 + 3.00)	188.10	D
Naptalam (2.00)	129.40	D
Naptalam (1.75)	119.30	D
Naptalam (1.50)	109.20	D
Bensulide (4.00)	153.80	D
Bensulide (3.00)	127.50	D
Control manual	126.00	

D: tratamiento dominado por tener mayor costo que el control manual

Cuadro 12. Flujo de caja para el cultivo de pepino

Tratamiento (kg ia/ha)	Rendimiento Medio t/ha	Ingreso Bruto (US\$/ha)	Costos (US\$/ha)			Beneficio Neto (US\$/ha)
			Fijos	Inc ^o	Totales	
Naptalam + bensulide (2.00 + 4.00)	5.86	5977	4042	234	4291	1701
Naptalam + bensulide (2.00 + 3.00)	6.37	6497	4042	208	4265	2247
Naptalam + bensulide (1.75 + 4.00)	5.77	5885	4042	224	4281	1619
Naptalam + bensulide (1.75 + 3.00)	7.03	7170	4042	198	4255	2930
Naptalam + bensulide (1.50 + 4.00)	4.93	5028	4042	214	4271	772
Naptalam + bensulide (1.50 + 3.00)	6.93	7068	4042	188	4244	2838
Naptalam (2.00)	7.38	7527	4042	129	4186	3356
Naptalam (1.75)	5.13	5232	4042	119	4176	1071
Naptalam (1.50)	6.59	6721	4042	109	4166	2570
Bensulide (4.00)	6.26	6385	4042	153	4210	2189
Bensulide (3.00)	6.28	6405	4042	127	4184	2236
Control manual	7.78	7935	4042	126	4182	3767

^oInc: Incrementales

El número de pepinos por hectárea en los dos experimentos se vio afectado por el bajo control de malezas por la mayoría de tratamientos, lo cual puede reducir la polinización entomófila. Si se mantiene libre la producción de malezas entre los 20 y 40 días post trasplante, se obtienen óptimos rendimientos (Bolaños 1998). Esto implica que el control de un herbicida preemergente debe ser constante en el tiempo, para obtener beneficio de la aplicación.

En ambos experimentos se observó una disminución en control de malezas con el tiempo. La fitotoxicidad aumenta y control de malezas se reduce al utilizar clomazone en sitios donde hay bajo contenido de materia orgánica, leves lluvias y bajas temperaturas, porque el metabolito no ha sido degradado (Scott *et al.* 1995). Naptalam a 2.20 y 3.30 kg ia/ha en maní no resulta en daño al cultivo ni pérdidas en la producción, pero el control de malezas de hoja ancha que se presenta en área del cultivo es alrededor de un 24 y 22%, respectivamente (Wehtje *et al.* 1991). Es posible que en la época lluviosa se deban utilizar dosis más altas para control de malezas, como clomazone en 1.12 kg ia/ha y naptalam en 2.50 kg ia/ha, para contrarrestar la pérdida del ingrediente activo. Clomazone en 1.12 kg ia/ha fue utilizada en el 2003 por Vela y disminuyó los costos, además no presentó fitotoxicidad en el pepino.

CONCLUSIONES

Evaluación de naptalam y clomazone

Los tratamientos donde se utilizó naptalam 2.00 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia y naptalam 1.50 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha tuvieron diferencias en control de hoja ancha al primer, y para gramíneas sólo hubo diferencia en control con relación al control manual en el conteo final

Naptalam 2.00 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha aumentó los costos incrementales. Además de tener menor beneficio neto por hectárea.

Naptalam 1.500 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha, no aumentó los costos incrementales, pero su beneficio neto por hectárea fue menor que el control manual.

El tratamiento de naptalam 1.50 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha mostró residualidad y mantuvo un control de gramíneas en el tiempo.

Evaluación de naptalam y bensulide

Ningún tratamiento tuvo diferencias en control en relación al control manual.

Todos los tratamientos aumentaron los costos que varían y tuvieron menor beneficio neto.

RECOMENDACIONES

Evaluación de naptalam y clomazone

No se recomienda el uso de naptalam 2.00 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha porque aumentó los costos variables y tuvo menor rendimiento.

Naptalam 1.75 kg ia/ha + clomazone 0.56 kg ia/ha redujieron los costos incrementales, pero tuvo menor rendimiento por lo cual no es recomendable utilizarlo en la época lluviosa.

Evaluar dosis más altas de naptalam y clomazone que provean mayor control de malezas.

Evaluación de naptalam y bensulide

No utilizar bensulide a las dosis evaluadas, porque no aumenta el control de malezas con relación al control manual, aumenta los costos incrementales y tiene menor beneficio neto

No utilizar aplicaciones mezcladas de naptalam y bensulide ya que no proveen un mayor control de malezas con respecto a las dosis individuales.

BIBLIOGRAFÍA

Al-Khatib, K.; Kadir, S.; Libbey, C. 1995. Broadleaf weed control with clomazone in pickling cucumber (*Cucumis sativus*). *Weed Technology* 9:166-172.

CIMMYT. 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. 79p.

Bolaños, A. 1998. Introducción a la olericultura. Editorial Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica. 351p.

Johnson, C.; Mullinix, B. 1998. Stale seedbed weed control in cucumber. *Weed Science* 46: 698–702.

Montes, A. sf. Producción de Hortalizas en los trópicos. Zamorano Academic Press, Honduras. 201p.

Pitty, A. 1997. Modo de acción de los herbicidas. Ed. Pitty, A. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. p. 243-270.

Scott, J.; Weston, L.; Jones R. 1995. Clomazone for weed control in transplanted cole crops (*Brassica oleracea*). *Weed Science* 43:121-127.

Subramanian, M.; Reagan, J.; Brun, S. 1997. Revisiting auxin transport inhibition as a mode of action for herbicides. *Weed Science* 45: 621–627.

Vela, J. 2003. Evaluación técnica y económica de tres herbicidas por cultivo, como alternativas al control manual en lechuga pepino. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 22 p.

Wehtje, G.; Wilcut, J.; Dylewski, D.; McGuire, J.; Hicks, T. 1991. Antagonism of paraquat phytotoxicity in peanuts (*Arachis hypogea*) and selected weed species by naptalam. *Weed Science* 39: 634–639

Zaragoza, C. 2001. Weed Management in vegetables. (en línea). 23 de octubre de 2004. Disponible en: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Y5031E/y5031e0b.htm.

ANEXOS

Anexo 1. Población de *Cyperus rotundus* (plantas/m²)

Tratamiento (kg ia/ha)	Días después de la aplicación		
	14	31	41
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	208	500	578
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	170	552	713
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	173	436	646
Naptalam (2.00)	180	640	522
Naptalam (1.75)	137	289	362
Naptalam (1.50)	94	205	238
Clomazone (0.56)	168	464	573
Control manual	138	326	464

Anexo 2. Población de *Cyperus rotundus* (plantas/m²)

Tratamientos (kg ia/ha)	Días después de la aplicación	
	14	31
Naptalam + bensulide (2.00 + 4.00)	80	237
Naptalam + bensulide (2.00 + 3.00)	101	285
Naptalam + bensulide (1.75 + 4.00)	40	133
Naptalam + bensulide (1.75 + 3.00)	106	373
Naptalam + bensulide (1.50 + 4.00)	104	269
Naptalam + bensulide (1.50 + 3.00)	66	116
Naptalam (2.00)	88	164
Naptalam (1.75)	96	198
Naptalam (1.50)	76	196
Bensulide (4.00)	65	169
Bensulide (3.00)	126	18
Control manual	148	177

Anexo 3. Costos comunes para la producción de una hectárea de pepino en un ciclo de producción

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario		Costo total	
			(L)	(US\$)	(L)	(US\$)
Maquinaria y equipo						
Rastra pesada	hora	0.80	376.00	20.44	300.80	16.35
Arado de cincel	hora	0.45	631.00	34.29	283.95	15.43
Rastra liviana	hora	1	401.00	21.79	401.00	21.79
Acamado	hora	3	285.00	15.49	855.00	46.47
Bomba de riego	hora	92	5.70	0.30	524.40	27.60
Insumos						
Insecticidas						468.19
Malla de tutores	m	5,556	0.78	0.04	4,333.68	233.35
Manguera de goteo	m	5,556	0.41	0.02	2,277.96	122.23
Plántulas	c/u	55,556	0.22	0.01	12,222.32	666.67
Estacas	c/u	3,410	0.83	0.05	2,830.30	153.45
Urea	kg	120	5.00	0.25	546.48	29.65
Mano de obra						
Cosecha	hr/hombre	613	8.33	0.95	5106.29	582.35
Eliminación del cultivo	hr/hombre	312	8.33	0.95	2598.96	296.40
Fumigación	hr/hombre	333	8.33	0.95	2773.89	316.35
Fertilización	hr/hombre	†				
Instalación cinta de goteo	hr/hombre	14	8.33	0.95	116.62	13.30
Estaquillado	hr/hombre	174	8.33	0.95	1449.42	165.30
Transplante	hr/hombre	382	8.33	0.95	3182.06	362.90
Poda	hr/hombre	135	8.33	0.95	1124.55	128.25
Tutoraje	hr/hombre	160	8.33	0.95	1332.8	152.00
Terreno	ha				4120	223.91
Total						4041.95

hr: hora; †: no hay dato; cambio de lempiras a dólares: 18.4 L

Anexo 4. Insecticidas y fungicidas utilizados en un ciclo de pepino en 1440m²

Nombre comercial	Unidad	Dosis		Precio unitario (US\$)	Precio total (US\$)
		(unidad/L)	Cantidad		
Adherente 810 SL	ml	1.00	391.00	0.00	1.56
Bravo 82.5 WG	ml	3.00	54.00	0.02	1.08
Dithane	ml	4.00	200.00	0.00	0.80
Evisect 50 SP	ml	1.50	75.00	0.03	2.55
Lannate 90 SP	ml	1.50	128.00	0.01	1.79
Malathion	g		400.00	0.00	0.20
Muralla 10 EC	ml	2.00	140.00	0.03	3.78
Perfekthion 40 EC	ml	2.00	100.00	0.01	0.96
Phyton 24 SC	ml	2.00	150.00	0.05	6.90
Proclain 556	g		21.00	0.20	4.16
Sunfire 24 SC	ml	1.00	18.00	0.13	2.34
Tetraciclina	ml		62.30	0.01	0.52
Thiodan 35 EC	ml	1.50	112.50	0.01	1.01
Vanodine	ml	2.00	166.00	0.01	1.33
Vydate 24 SL	ml	5.00	225.00	0.02	4.73
Total					33.71

Cambio de lempiras a dólares: 18.4 L

Anexo 5. Costos que varían (US\$/ha) con relación al control manual, para un ciclo de pepino

Tratamientos (kg ia/ha)	Costos del tratamiento	Mano de obra		Total de costos que varían
		Aplicación del herbicida	Deshierba	
Naptalam + clomazone (2.00 + 0.56)	109.97	18.56		128.53
Naptalam + clomazone (1.75 + 0.56)	99.87	18.56		118.43
Naptalam + clomazone (1.50 + 0.56)	89.77	18.56		08.33
Naptalam (2.00)	80.80	18.56		99.35
Naptalam (1.75)	70.70	18.56		81.56
Naptalam (1.50)	60.60	18.56		79.16
Clomazone (0.56)	29.17	18.56		47.73
Control manual			126.00	126.00

Anexo 6. Costos que varían (US\$/ha) con relación al control manual, para un ciclo de pepino

Tratamientos (kg ia/ha)	Costos del tratamiento	Mano de obra		Total de costos que varían
		Aplicación del herbicida	Deshierba	
Naptalam + bensulide (2.00 + 4.00)	186.00	12.60	36.00	234.60
Naptalam + bensulide (2.00 + 3.00)	159.70	12.60	36.00	208.30
Naptalam + bensulide (1.75 + 4.00)	175.90	12.60	36.00	224.50
Naptalam + bensulide (1.75 + 3.00)	149.60	12.60	36.00	198.20
Naptalam + bensulide (1.50 + 4.00)	165.80	12.60	36.00	214.40
Naptalam + bensulide (1.50 + 3.00)	139.50	12.60	36.00	188.10
Naptalam (2.00)	80.80	12.60	36.00	129.40
Naptalam (1.75)	70.70	12.60	36.00	119.30
Naptalam (1.50)	60.60	12.60	36.00	109.20
Bensulide (4.00)	105.20	12.60	36.00	153.80
Bensulide (3.00)	78.90	12.60	36.00	127.50
Control manual			126.00	126.00

Anexo 7. Herbicidas selectivos para el control de malezas en pepino.

Herbicida	Dosis (kg ia/ha)	Momento de aplicación
Bensulide	5.50 - 7.20	Preemergente
Clomazone	0.18 - 0.27	Preemergente
Halosulfuron	24 - 48 (g)	Preemergente/Postemergente
Naptalam	2.16 - 2.88	Preemergente

Fuente: F.A.O.