

TIEMPOS DE APLICACIÓN DE OXYFLUORFEN Y HALOSULFURON-METHYL Y SU CONTROL DE MALEZAS EN CEBOLLAS (*Allium cepa* L.)

Por

Carlos J. Ruiz Vargas

Tesis sometida en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de

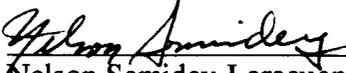
MAESTRO EN CIENCIAS

en

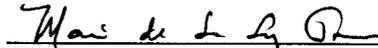
Protección de Cultivos

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ
2004

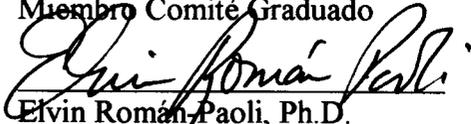
Aprobado por:


Nelson Semidey-Laracuente, Ph.D.
Presidente Comité Graduado

5 mayo 2004
Fecha


María de L. Lugo-Torres, Ph.D.
Miembro Comité Graduado

5 mayo 2004
Fecha


Elvin Román Paoli, Ph.D.
Miembro Comité Graduado

5/mayo/2004
Fecha


Lizzette González-Gill, Ph.D.
Representante de Estudios Graduados

6/mayo/2004
Fecha


Nelson Semidey-Laracuente, Ph.D.
Director del Departamento

6 mayo 2004
Fecha

ABSTRACT

Three field experiments were conducted to evaluate phytotoxicity and efficacy of weed control of oxyfluorfen [2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl)benzene] and halosulfuron-methyl [[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)amino]carbonylamino]sulfonamide-3-chloro-1-methyl-1-*H*-pyrazole-4-carboxylate] in onion (*Allium cepa* L.) crops at the Agricultural Experimental Station of Lajas from 2002 to 2003. In the first experiment, early applications of oxyfluorfen at 0.13 and 0.27 kg ia/ha at the 5, 10 and 15 days after onion emergence (DAE) caused less phytotoxicity than simultaneous applications of halosulfuron-methyl at 0.027 and 0.054 kg ia/ha. Ten days after each application (DAA) the best weed control was obtained with the oxyfluorfen treatment at 15 DAE, however, twenty days later weed density was significantly reduced with the application at 5 DAE. Both rates of halosulfuron-methyl were deficient in general weed control and highly phytotoxic, regardless of application timing. In the second experiment, intermediate applications (20, 25 and 30 DAE) of halosulfuron-methyl at 0.013 y 0.027 kg ia/ha caused from moderate to severe damage to onion and were deficient in weed control. Compared with handweeded check, both rates of halosulfuron-methyl reduced onion yield and bulb number. Damage from halosulfuron-methyl was confirmed under greenhouse conditions, where it also caused reduction in fresh and dry weight of onion plants. In the third field experiment, the applications of halosulfuron-methyl at 35 DAE to plots previously treated with oxyfluorfen at 5, 10 and 15 DAE, caused severe damage to onion. In relation to weed control, the best combination for both herbicides was the application of oxyfluorfen at 10 DAE followed by halosulfuron-methyl at 35

DAE. Halosulfuron-methyl application resulted highly phytotoxic, reducing onion yield; for this reason the potential use in this crop must be dismissed.

RESUMEN

Tres experimentos de campo fueron realizados para evaluar la fitotoxicidad y la eficacia en el control de malezas de oxyfluorfen [2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl)benzene] y halosulfuron-methyl [[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)amino]carbonylamino]sulfonyl]-3-chloro-1-methyl-1-*H*-pyrazole-4-carboxylate] en siembras de cebolla (*Allium cepa* L.), en la Estación Experimental Agrícola de Lajas durante 2002 y 2003. En el primer experimento, las aplicaciones tempranas de oxyfluorfen a 0.13 y 0.27 kg ia/ha a los 5, 10 y 15 días después de la emergencia (DDE) de la cebolla causaron menor fitotoxicidad que aplicaciones simultáneas de halosulfuron-methyl a 0.027 y 0.054 kg ia/ha. Diez días después de cada aplicación (DDA) el mejor control de malezas se obtuvo con el tratamiento de oxyfluorfen a los 15 DDE, sin embargo, veinte días más tarde la densidad de malezas se redujo más con la aplicación a los 5 DDE. Ambas dosis de halosulfuron-methyl fueron deficientes en el control general de malezas y altamente fitotóxicas a la cebolla, irrespectivo del tiempo de aplicación. En el segundo experimento, las aplicaciones intermedias (20, 25 y 30 DDE) de halosulfuron-methyl a 0.013 y 0.027 kg ia/ha causaron daño a la cebolla desde moderado a severo y fueron deficientes en el control de malezas. Las aplicaciones de halosulfuron-methyl (ambas dosis) redujeron significativamente el rendimiento y número de bulbos de cebolla comparado con el testigo desyerbado. El daño de halosulfuron-methyl fue confirmado en dos experimentos bajo condiciones de invernadero donde también causó reducción en el peso fresco y seco en plantas de cebolla. En el tercer experimento de campo, la aplicación de halosulfuron-methyl a los 35 DDE a parcelas previamente tratadas con oxyfluorfen a los 5, 10 y 15 DDE causó daño severo a la cebolla. En relación al control de malezas, la

mejor combinación con ambos herbicidas fue la aplicación de oxyfluorfen a los 10 DDE seguido de halosulfuron-methyl a los 35 DDE. La aplicación de halosulfuron-methyl resultó altamente fitotóxica, reduciendo el rendimiento de la cebolla; razón por la cual debe descartarse su potencial uso en este cultivo.

Derechos de Autor Reservados por Carlos J. Ruiz Vargas, 2004

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, porque sin Él nada soy y por ser mi guía en el camino que he recorrido.

A mis amados padres, Carlos y Judith, por su amor incondicional, creer en mi, apoyarme en los momentos difíciles y no tan difíciles de mi vida y ayudarme a realizar una de mis metas más importantes.

A mis adoradas hermanas, Jackeline y Julissa y a toda mi familia por su amor y cariño hacia conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que de alguna manera u otra formaron parte de esta investigación. Agradezco en especial al Dr. Nelson Semidey Laracunte, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo, por ser mi consejero, amigo y formar parte importante en mi conocimiento y desarrollo profesional.

A la Dra. María de L. Lugo Torres y al Dr. Elvin Román Paoli, por sus consejos, sugerencias, ayuda brindada y formar parte de mi comité graduado.

Gracias a la Prof. Nydia E. Vicente, al Departamento de Protección de Cultivos y a todo el personal de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, por su colaboración.

Al Dr. Raúl Macchiavelli, por ayudarme con el diseño experimental; al Dr. Eric Harmsen, por su colaboración en cuanto a la utilización de equipo; al Dr. Raúl Zapata, por facilitarme los datos de la humedad relativa y a la Sra. Gisela Vargas, por ayudarme a realizar el análisis del suelo.

Gracias a la Sra. María Pagán y Sra. Jeannette Morales, secretarias del Departamento de Protección de Cultivos, por toda su colaboración y su bonita amistad.

A mi gran amigo el Agro. Efraín Cancel Medina, por sus sugerencias, consejos e incondicional ayuda.

Por último al Agro. Leyda Ríos por su amistad y su colaboración en el campo y a todos mis compañeros del Departamento de Protección de Cultivos por su ayuda brindada.

TABLA DE CONTENIDO

Lista de Cuadros	xi
Lista de Figuras	xii
Lista de Apéndices	xiii
Introducción	1
Objetivos	4
Revisión de Literatura	5
Materiales y Métodos	13
1. Evaluación preliminar de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl (2002).....	13
2. Evaluación de tres tiempos de aplicación intermedios para halosulfuron-methyl (2003).....	14
2.1. Evaluación bajo condiciones de campo.....	14
2.2. Evaluación de bajo condiciones de invernadero.....	15
3. Evaluación de tres tiempos de aplicación temprana de oxyfluorfen con y sin la combinación tardía de halosulfuron-methyl (2003).....	16
4. Análisis Estadístico.....	18
Resultados	19
1. Evaluación preliminar de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl (2002).....	19
2. Evaluación de tres tiempos de aplicación intermedios para halosulfuron-methyl (2003).....	21
2.1. Evaluación bajo condiciones de campo.....	21
2.2. Evaluación bajo condiciones de invernadero.....	27
3. Evaluación de tres tiempos de aplicación temprana de oxyfluorfen con y sin la combinación tardía de halosulfuron-methyl (2003).....	30

Discusión	42
1. Evaluación preliminar de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl (2002).....	42
a. Efecto del tiempo de aplicación de los herbicidas.....	42
b. Efecto de la dosis de los herbicidas.....	43
2. Evaluación de tres tiempos de aplicación intermedios para halosulfuron-methyl (2003).....	45
2.1. Evaluación bajo condiciones de campo.....	45
2.2. Evaluación bajo condiciones de invernadero.....	46
3. Evaluación de tres tiempos de aplicación temprana de oxyfluorfen con y sin la combinación tardía de halosulfuron-methyl (2003).....	47
Conclusiones	51
Bibliografía	53
Apéndices	57

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Interacción del tiempo de aplicación y herbicidas en la fitotoxicidad y la densidad de malezas en cebolla en Lajas, 2002.....	20
Cuadro 2. Interacción dosis y herbicidas en la fitotoxicidad y la densidad de malezas en cebolla en Lajas, 2002.....	22
Cuadro 3. Interacción del tiempo de aplicación y la dosis de halosulfuron-methyl en el rendimiento de la cebolla en Lajas, 2003.....	26
Cuadro 4. Efecto de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen solo y en combinación con halosulfuron-methyl aplicado 35 días después de la emergencia de la cebolla en la fitotoxicidad y densidad de malezas en Lajas, 2003.....	37
Cuadro 5. Efecto de oxyfluorfen solo y en combinación con halosulfuron-methyl en la densidad total de las diferentes especies de malezas a los 55 días después de la emergencia de la cebolla en Lajas, 2003.....	39
Cuadro 6. Efecto de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen solo y en combinación con halosulfuron-methyl en el rendimiento de la cebolla en Lajas, 2003.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interacción del tiempo de aplicación y la dosis de halosulfuron-methyl en la fitotoxicidad a los 15 (A) y 30 (B) días después de la aplicación a la cebolla bajo condiciones de campo en Lajas, 2003.....	23
Figura 2. Interacción del tiempo de aplicación y la dosis de halosulfuron-methyl en la densidad total de malezas a los 35 (A) y 45 (B) días después de la aplicación a la cebolla bajo condiciones de campo en Lajas, 2003.....	25
Figura 3. Efecto del tiempo de aplicación en la fitotoxicidad de halosulfuron-methyl a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE) de la cebolla, bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1).....	28
Figura 4. Efecto del tiempo de aplicación de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1).....	29
Figura 5. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en la fitotoxicidad de la cebolla a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1).....	31
Figura 6. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1).....	32
Figura 7. Efecto del tiempo de aplicación en la fitotoxicidad de halosulfuron-methyl a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE) de la cebolla, bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2).....	33
Figura 8. Efecto del tiempo de aplicación de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2).....	34
Figura 9. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en la fitotoxicidad de la cebolla a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2).....	35
Figura 10. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2).....	36

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Especies de malezas predominantes en el experimento de campo realizado en Lajas durante el 2002.....	57
Apéndice 2. Promedio de temperatura, precipitación y humedad relativa durante los meses de investigación en Lajas, Puerto Rico.....	58
Apéndice 3. Análisis del suelo donde se realizaron los experimentos en Lajas durante 2002 al 2003.....	59

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) posiblemente tiene su origen en Asia Central, cultivada por los egipcios, griegos, romanos y españoles quienes la trajeron a América (Rhodes, 1998). Económicamente la cebolla se considera una de las hortalizas de bulbo más importantes en el mundo (Vélez, 2001). Su consumo también ha ganado importancia al haberle adjudicado propiedades medicinales contra las enfermedades circulatorias y cardiovasculares, entre otras (Rhodes, 1998).

La cebolla es una planta monocotiledónea bienal perteneciente a la familia Alliaceae. El ciclo de producción de la planta es de aproximadamente 100 a 140 días, desarrollando un tallo corto y achatado, y un sistema radicular superficial que se extiende en los primeros 30 centímetros del suelo. El bulbo que produce es un tallo modificado con raíces fibrosas y hojas suculentas. De acuerdo a la variedad el color del bulbo puede ser amarillo, blanco o rojo (Rhodes, 1998).

En el 2003, la cebolla fue una de las hortalizas que más aportó al ingreso agrícola de Puerto Rico, ocupando el cuarto lugar en importancia económica. Para este año la producción fue de 5,100,000 kg, con un valor de producción de \$1.8 millones. Durante el mismo período se importaron 10,500,000 kg del producto para satisfacer la demanda local (Departamento de Agricultura, 2003).

Las siembras de cebolla se encuentran mayormente localizadas en la costa sur de Puerto Rico en los municipios de Guánica, Juana Díaz y Santa Isabel (Vélez, 2001). Las variedades de cebollas utilizadas durante el año 2003 fueron: ‘Mercedes’, ‘Jaguar’, ‘Excalibur’ y ‘Candy’ (Departamento de Agricultura, 2003). En la actualidad existe un gran potencial para aumentar la producción tanto para consumo local como para la

exportación a los Estados Unidos, principalmente durante los períodos de mayor escasez, o sea, la época de invierno (Vélez, 2001).

Para el cultivo de cebolla el manejo de las malezas es una de las prácticas más importantes a considerar para optimizar su producción. Bajo condiciones de campo las malezas compiten con estos cultivos por luz, agua, nutrimentos y espacio, entre otros recursos, reduciendo su crecimiento y rendimiento (Staats y colaboradores, 1998). Estudios realizados en Puerto Rico demostraron que las plantas de cebollas son pobres competidoras con las malezas y la interferencia de estas puede causar una reducción en el rendimiento y la calidad del bulbo (Semidey y Caraballo, 1989). Por esta razón se recomienda controlar las malezas eficientemente desde la siembra hasta la formación del bulbo (Estación Experimental Agrícola, 1999).

Al presente se busca minimizar los efectos negativos de las malezas con métodos de control que van desde la utilización de implementos agrícolas, métodos físicos, biológicos, químicos, y la integración de los mismos (Finol y colaboradores, 1999). En Puerto Rico, el uso de herbicidas en combinación con cultivo mecánico y desyerbo manual se menciona como la práctica más efectiva para controlar malezas en cebolla (Semidey y Caraballo, 1989). El método químico se hace indispensable ya que representa una de las prácticas más económicas y efectivas para contrarestar el aumento en los costos de producción por el uso de mano de obra agrícola.

Uno de los problemas existentes en el cultivo de la cebolla es la tolerancia de las malezas a las aplicaciones tardías de los herbicidas. Normalmente los productores aplican oxyfluorfen en la cebolla en la etapa de crecimiento de dos hojas verdaderas (alrededor de los 20 días después de la siembra). En esta etapa de crecimiento algunas especies de

malezas se tornan tolerantes al herbicida y como consecuencia interfieren reduciendo el rendimiento de la cebolla. Por otro lado, malezas de la familia Cyperaceae, las cuales no son fácilmente controladas por los herbicidas recomendados, reducen aun más las posibilidades de recuperar rendimientos óptimos de cebolla.

Los herbicidas preemergentes que tienen permiso de uso en la cebolla son bromoxynil [3,5-dibromo-4-hydroxybenzotrile], sethoxydim [2-[1-(ethoxyimino)butyl]-5-[2-(ethylthio)propyl]-3-hydroxy-2-cyclohexen-1-one] y DCPA [dimethyl 2,3,5,6-tetrachloro-1,4-benzene-dicarboxylate]. También se encuentran los posemrgentes oxyfluorfen, fluzifop-P-butyl [(R)-2-[4-[[5-(trifluoromethyl)-2-pyridinyl]oxy]phenoxy]propanoicacid], paraquat [1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridiniumion] y glifosato [*N*-(phosphonomethyl)glycine] (Estación Experimental Agrícola, 1999). Algunos de estos herbicidas pueden ser usados en mezclas, en combinaciones o en secuencia uno del otro.

Gran parte de los trabajos reportados hasta el presente indican que las prácticas de control de malezas en predios de cebolla no han resultado totalmente efectivas. El tiempo de aplicación de los herbicidas es considerada una de las prácticas más importantes en el desarrollo de estrategias para el manejo de las malezas (Semidey y colaboradores, 1999). Por lo tanto, modificar el tiempo de aplicación de oxyfluorfen podría mejorar la eficacia y reducir posibles pérdidas en el rendimiento de la cebolla. La combinación de oxyfluorfen con halosulfuron-methyl, sería otra práctica alterna para mejorar el combate de las malezas en este cultivo. La investigación propuesta en este estudio va dirigida a evaluar el potencial de nuevos tiempos de aplicación de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl en el cultivo de la cebolla.

OBJETIVOS

- Evaluar la fitotoxicidad y la eficacia de aplicaciones tempranas de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl en la siembra de la cebolla.
- Evaluar la fitotoxicidad y la eficacia de tres tiempos de aplicación para halosulfuron-methyl en etapas intermedias de crecimiento de la cebolla.
- Evaluar la eficacia de las aplicaciones tempranas de oxyfluorfen solo y en combinación con la aplicación tardía de halosulfuron-methyl en siembras de cebolla.

REVISIÓN DE LITERATURA

Entre las hortalizas, la cebolla es uno de los cultivos más susceptibles a la interferencia de las malezas (Semidey y Caraballo, 1989). Los primeros 30 días después de la emergencia tienden a ser los más críticos (Estación Experimental Agrícola, 1999). La utilización de herbicidas en combinación con el desyerbo manual se menciona como la práctica más efectiva para el control de malezas en la cebolla (Semidey y Caraballo, 1989).

Oxyfluorfen se encuentra entre los herbicidas registrados para el control de malezas en la cebolla. Este herbicida pertenece al grupo químico difeniléter y se considera un excelente producto para el control de malezas de hoja ancha (Eaton y colaboradores, 1990). El producto formulado se puede aplicar de manera preemergente y posemergente en repollo, lechuga, brócoli, cebolla, frutales, cereales y plantas ornamentales (Weed Science Society of America, 2002). El principal modo de acción es la destrucción de las membranas celulares, causando clorosis y eventualmente muerte de las plantas (Mallory y James, 2003).

Estudios realizados en Juana Díaz, Puerto Rico entre 1985 y 1986, demostraron que la aplicación preemergente de DCPA (11.2 kg ia/ha) en combinación con oxyfluorfen posemergente a 0.14, 0.28 y 0.56 kg ia/ha más desyerbo controlaron desde 93 a 97% las malezas en la cebolla por nueve semanas después de la siembra (Semidey y Caraballo, 1989). Sin embargo, Singh y colaboradores (1992) reportaron que oxyfluorfen preemergente a 0.10 y 0.15 kg ia/ha controló solamente desde 58 a 66% de las malezas presentes en la cebolla. Estos resultados indican que oxyfluorfen podría ser más efectivo contra las malezas cuando es aplicado de manera posemergente.

En el estudio de Semidey y Caraballo (1989) se indica que la mezcla de oxyfluorfen a razón de 0.14 kg ia/ha con fluazifop-P-butyl a 0.42 kg ia/ha controló hasta el 100% de las malezas de hoja ancha y gramíneas. Por el contrario, al combinarse con otro graminicida sethoxydim a la dosis de 0.56 kg ia/ha, el control de gramíneas fue deficiente (7%). Sin embargo, Umeda y MacNeil (1999) reportaron que oxyfluorfen posemergente a 0.07 y 0.14 kg ia/ha controló las malezas existentes en la cebolla en 80 y 99%, respectivamente. En ambos trabajos se determinó que oxyfluorfen a razón de 0.14 kg ia/ha no causó daño a la cebolla.

El rendimiento de cebolla es uno de los parámetros influenciados ya sea por la interferencia de las malezas como por la fitotoxicidad de los herbicidas. En los trabajos de Semidey y Caraballo (1989) el mayor rendimiento de cebolla (18,539 kg/ha) se obtuvo con la aplicación posemergente de oxyfluorfen (0.56 kg ia/ha) en combinación con el preemergente DCPA (11.2 kg ia/ha). Sin embargo, con las dosis de 0.14 y 0.28 kg ia/ha se obtuvieron rendimientos inferiores. Por el contrario, Singh y colaboradores (1992) reportaron rendimientos de 22,000 kg/ha en parcelas tratadas con oxyfluorfen a razón de 0.15 kg ia/ha, siendo inferiores al testigo desyerbado que produjo 29,000 kg/ha.

En estudios previos con repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) las aplicaciones preemergentes de oxyfluorfen a 0.43 y 1.12 kg ia/ha controlaron más del 90% de las malezas de hoja ancha y entre 86 a 89% las gramíneas (Bhowmik y McGlew, 1986). Sin embargo, en las evaluaciones realizadas por Semidey (1997) en repollo se indica que oxyfluorfen aplicado pre-trasplante a las dosis de 0.28 y 0.56 kg ia/ha redujo la densidad total de malezas sólo en 42 y 62%, respectivamente. Estos resultados indican la posible pérdida de eficacia de oxyfluorfen en aplicaciones pre-trasplante.

Las evaluaciones realizadas por Bhowmik y McGlew (1986) reportaron hasta 43% de fitotoxicidad en repollo luego de las aplicaciones preemergentes de oxyfluorfen a 1.12 kg ia/ha. Sin embargo, las evaluaciones realizadas por Semidey (1997) demostraron que las aplicaciones de oxyfluorfen pre-trasplante a 0.28 y 0.56 kg ia/ha sólo causaron entre 15 a 31% de fitotoxicidad a las tres semanas y desde 2 a 29% a las seis semanas después de la siembra del repollo. Los datos demuestran un mayor daño de oxyfluorfen a concentraciones más altas.

Trabajos con cultivos similares realizados con brécol (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) en Tennessee, demostraron que oxyfluorfen a cualquiera de las dosis entre 0.28 y 1.12 kg ia/ha (preemergente) controló 100% las malezas de hojas ancha y gramíneas (Eaton y colaboradores, 1986). La dosis de 1.12 kg ia/ha fue la única que causó daño al brócoli con 21% de fitotoxicidad y redujo significativamente el rendimiento de este cultivo. No se reportaron diferencias significativas ($P = 0.05$) con el tratamiento de 0.28 kg ia/ha en el rendimiento, diámetro del racimo y del tallo con los tratamientos de oxyfluorfen, el testigo desyerbado y sin desyerbar.

Investigaciones previas en gandul (*Cajanus cajan* (L.)), demostraron que aplicaciones preemergentes de oxyfluorfen a dosis de 1.68, 3.36 y 6.72 kg ia/ha controlaron desde 70 a 100% las malezas de hojas ancha y gramíneas (Semidey y Almodóvar, 1987). Sin embargo, el porcentaje de germinación y la altura del gandul fueron significativamente afectados con las aplicaciones de oxyfluorfen a 3.36 y 6.72 kg ia/ha, respectivamente. Por el contrario, oxyfluorfen a 0.33 y 0.66 kg ia/ha posemergente sobre el gandul combinado con aplicaciones posemergentes a 0.25 kg ia/ha entre hileras controlaron las malezas en sólo 35%. Las aplicaciones de oxyfluorfen

preemergentes causaron hasta un 20% de fitotoxicidad en el gandul, comparado con las posemergentes que mostraron 50%.

Estudios en calabaza (*Cucurbita moschata* Poir.), demostraron que oxyfluorfen a 0.28 y 0.56 kg ia/ha controló solamente un 43 y 39% las malezas a las cuatro y siete semanas después de la siembra, respectivamente (Semidey, 2002). Sin embargo, por ser la calabaza un cultivo competitivo, no se detectaron diferencias significativas en el rendimiento de la calabaza entre los tratamientos de herbicidas, el testigo desyerbado y sin desyerbar.

Trabajos realizados en México, informaron que oxyfluorfen a 0.14 kg ia/ha posemergente a la dos y cuatro semanas y a 0.28 kg ia/ha a las seis semanas después del entresaque del pimiento (*Capsicum annuum* L.) controlaron las malezas presentes desde 70 a 99% (Schroeder, 1992). Sin embargo, aplicaciones de oxyfluorfen a razón de 0.14 y 0.28 kg ia/ha en la primera semana después del entresaque controlaron solamente el 61% las malezas. Estas aplicaciones de oxyfluorfen causaron hasta 16% de fitotoxicidad en el pimiento, comparado con las realizadas a las dos, cuatro y seis semanas que mostraron 9% de fitotoxicidad.

Hasta el presente, no se han reportado estudios en Puerto Rico sobre la eficacia en el control de malezas del herbicida halosulfuron-methyl. Este herbicida se reporta con buen potencial para el control de algunas especies de ciperáceas (Umeda, 2002). Según Buker y colaboradores (1997) halosulfuron-methyl resultó excelente en el control de especies de ciperáceas (> 90%).

Halosulfuron-methyl se puede utilizar de manera preemergente y posemergente en cultivos de maíz, sorgo, gramas, caña de azúcar, entre otros (Weed Science Society of

America, 2002). Este herbicida pertenece al grupo de las sulfonilureas (Mallory y James, 2003). El principal modo de acción es la inhibición de la acción de la enzima acetolactasa sintetasa (ALS), enzima clave en la ruta biosintética de los amino ácidos ramificados valina, leucina e isoleucina (Mallory y James, 2003). Las plantas susceptibles inicialmente manifiestan clorosis en los ápices, cesan de crecer y eventualmente mueren (Ormeño y colaboradores, 2003). Al contrario de muchos herbicidas del grupo de las sulfonilureas, halosulfuron-methyl posee una corta residualidad en el suelo (Umeda, 2002).

Estudios realizados en California, demostraron que aplicaciones posemergentes de halosulfuron-methyl a 0.008 y 0.016 kg ia/ha en cebolla causaron 60 y 75% de fitotoxicidad a las cuatro y seis semanas después de la aplicación del herbicida, respectivamente (McGiffen y colaboradores, 1997).

Respecto a la eficacia de halosulfuron-methyl, Umeda y Lund (2001) en Arizona demostraron que este herbicida a 0.036 y 0.052 kg ia/ha posemergente en el melón (*Cucumis melo* L.) controló el coquí (*Cyperus rotundus* L.) en un 83 y 99%, respectivamente. Por otro lado, Umeda (2002) también demostró que halosulfuron-methyl (0.053 kg ia/ha) en combinación con flufenacet [N-(4-fluorophenyl)-N-(1-methylethyl)-2-[[5-(trifluoromethyl)-1,3,4-thiadiazol-2-yl]oxy]acetamide] a 0.011 kg ia/ha y thifensulfuron-methyl [3-[[[4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl]amino]sulfonyl]-2-thiophenecarboxylate] a 0.002 kg ia/ha controlaron las poblaciones de coquí entre 73 y 83%. En este estudio se demostró que las aplicaciones de halosulfuron-methyl a 0.053 kg ia/ha causaron solamente 5% de fitotoxicidad al melón. Sin embargo, Umeda (1998) reportó que halosulfuron-methyl a 0.056 y 0.112 kg ia/ha causó solamente 17% de

fitotoxicidad al melón cualquiera de estas dosis. Por otro lado, este herbicida a las mismas concentraciones causó hasta un 7% de fitotoxicidad a las siete semanas después de la siembra de sandía (Umeda y colaboradores, 2000).

Molin y colaboradores (1995) reportaron que halosulfuron-methyl a dosis de 0.018 a 0.072 kg ia/ha, bajo condiciones de invernadero controló hasta un 100% de las ciperáceas (*C. rotundus* L. y *C. esculentus* L.). El mismo estudio reporta que las mismas dosis a 0.018 a 0.072 kg ia/ha en gramas y céspedes controló hasta un 44% el coquí. Sin embargo, investigaciones realizadas por Henskens y colaboradores (1996) informaron que halosulfuron-methyl a 0.05 y 0.10 kg ia/ha posemergente controló la ciperácea *kyllinga* (*C. brevifolius* Rottb.) en más de 85% en pastos irrigados.

Halosulfuron-methyl aplicado a 0.08, 0.10 y 0.13 kg ia/ha posemergente en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) controló entre 86 y 95% las malezas presentes, hasta 45 días después de la aplicación (Finol y colaboradores, 1999). El estudio reporta que halosulfuron-methyl en mezcla con acetochlor [(2-chloro-*N*-(ethoxymethyl)-*N*-(2-ethyl-6-methylphenyl)acetamide)] controló las malezas presentes en más del 80%. Las aplicaciones de halosulfuron-methyl no ocasionaron efectos fitotóxicos al tomate.

Estudios previos en zanahorias (*Daucus carota* L.), demostraron que halosulfuron-methyl posemergente a 0.028 y 0.084 kg ia/ha controló el coquí (*C. rotundus* L.) en un 96% por 20 días después de la siembra (Umeda, 2000). Sin embargo, estas dosis causaron hasta un 96% de fitotoxicidad al cultivo.

Estudios realizados en California con brécol, sandía, zanahoria, lechuga y espinaca reportaron que aplicaciones de halosulfuron-methyl premergente, a 0.036 y 0.053 kg ia/ha causaron desde 15 a 100% de fitotoxicidad en estos cultivos

(Harr y colaboradores, 2002). En otros estudios con hortalizas, las aplicaciones posemergentes de halosulfuron-methyl a razón de 0.009 y 0.017 kg ia/ha causaron 20 y 80% de fitotoxicidad, respectivamente (McGiffen y colaboradores, 1997).

Los estudios relacionados con el tiempo de aplicación de los herbicidas en la cebolla han sido muy limitados en Puerto Rico. En Juana Díaz Puerto Rico, en 1987-88, las aplicaciones posemergentes de oxyfluorfen en mezclas con fluzifop-P-butyl y sethoxydim a las 3, 8 y 12 semanas después de la siembra de la cebolla controlaron las malezas desde 89 a 99% (Semidey y Caraballo, 1989).

En Corozal Puerto Rico, en 1994-95, no se encontraron diferencias en la densidad total de malezas entre la aplicación de oxyfluorfen (0.28 kg ia/ha) a los 5, 10 y 15 días antes del trasplante del repollo y el testigo desyerbado y sin desyerbar (Semidey y colaboradores, 1999). Sin embargo, ese año en esa misma localidad, se encontró una menor densidad de malezas con las aplicaciones de oxyfluorfen (0.28 kg ia/ha) a los 5 y 15 días antes del trasplante del repollo que en el testigo sin desyerbar. La fitotoxicidad en el repollo fue mínima en ambas localidades no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Las evaluaciones realizadas por Teasdale (1984) en repollo, informan que las aplicaciones premergentes de oxyfluorfen a 0.28 y 1.12 kg ia/ha no causaron fitotoxicidad alguna al repollo. Sin embargo, las aplicaciones posemergentes causaron hasta 53% de fitotoxicidad.

Halosulfuron-methyl a 0.035 y 0.070 kg ia/ha, pre-trasplante, no causó fitotoxicidad alguna a la sandía, comparado con las aplicaciones posemergentes que causaron hasta un 58% de daño (Culpepper y Lewis, 2000). En cuanto a la eficacia, también reportó que halosulfuron-methyl pre-trasplante controló la población del coquí

entre 30 y 69%, comparado con los tratamientos posemergentes que controlaron hasta 86% de las malezas. No se detectaron diferencias significativas en cuanto al número de sandías cosechadas y el rendimiento entre las dosis utilizadas y época de aplicación.

En Georgia, Culpepper y Kelley (2000) reportaron que aplicaciones preemergentes de halosulfuron-methyl causaron hasta un 35% de fitotoxicidad al calabazín. Sin embargo, aplicaciones posemergentes a los 10 días después de la emergencia causaron 30% de daño. Las aplicaciones de este herbicida a los 20 y 30 días redujeron el daño a 20 y 10%, respectivamente.

Según los estudios reportados, la eficacia de oxyfluorfen (preemergentes y posemergente) es cuestionada por su inconsistencia en el control de malezas, algunas veces excelentes y otras veces deficientes. Por otro lado, halosulfuron-methyl ha sido reportado como herbicida potencial para el control de ciperáceas. Al presente, la eficacia de halosulfuron-methyl en cebolla no ha sido evaluada bajo nuestras condiciones de campo. La combinación de oxyfluorfen con halosulfuron-methyl podría mejorar la eficacia en el control de malezas, especialmente las especies ciperáceas que no son controladas por oxyfluorfen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos de campo e invernadero se realizaron en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, en Lajas. El suelo predominante pertenece al serie San Antón (Fino-lómico, mixto, isohipertérmico Cumulic Haptustolls) (Beinroth y colaboradores, 2003). El manejo de la cebolla se llevó a cabo siguiendo las prácticas recomendadas en el Conjunto Tecnológico para la Producción de Cebolla (Estación Experimental Agrícola, 1999).

1. Evaluación preliminar de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl (2002).

Un experimento de campo fue establecido para evaluar la eficacia y el control de malezas de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl en etapas tempranas después de sembrada la cebolla. Para este experimento se utilizó la variedad de cebolla 'Excalibur'. Antes de la siembra se incorporó al suelo la fórmula de abono 10-10-8 (N, P₂O₅, K₂O) + 3 EM a razón de 577 kg/ha. Las semillas se sembraron directamente en bancos de 1.8 m de ancho por 3.0 m de largo utilizando una sembradora manual el 4 de octubre del 2002. Cuatro hileras se sembraron por banco, a una distancia de 25.0 cm entre hileras. Una vez germinada la cebolla, las plantas se "ralearon" a una distancia de 7.6 cm en la hilera. Dos semanas más tarde se aplicó urea a través del sistema de riego por goteo, a razón de 23 kg/ha, cada dos semanas hasta completar 230 kg/ha de N durante el ciclo de crecimiento de la cebolla. Para combatir las gramíneas se realizó una aplicación general de fluazifop-P-butyl (0.25 kg ia/ha) durante la tercera semana después de la siembra.

El diseño experimental fue un factorial distribuido en bloques completamente aleatorizados, donde se evaluaron tres tiempos de aplicación para dos herbicidas, cada

uno a tres dosis, con cuatro replicaciones por tratamiento. Las parcelas principales fueron los tres tiempos de aplicación temprana (5, 10 y 15 DDE), las sub-parcelas fueron los dos herbicidas (oxyfluorfen y halosulfuron-methyl) y las sub-sub-parcelas las tres dosis de cada herbicida. Oxyfluorfen fue aplicado a razón de 0, 0.13 y 0.27 kg ia/ha y halosulfuron-methyl a razón de 0, 0.027 y 0.054 kg ia/ha. Los herbicidas fueron aplicados con una asperjadora manual con cuatro pisteros con boquillas #8003, presurizada con CO₂ y calibrada para asperjar 597 L/ha de solución acuosa a una presión de 30 psi. A la solución se le añadió el surfactante X-77®¹ a razón de 0.025% v/v. Las aplicaciones correspondientes se realizaron los días 16, 21 y 27 de octubre del 2002.

La fitotoxicidad de los herbicidas en la cebolla fue evaluada utilizando una escala visual de 0 a 10, (donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta). La densidad de cada especie de malezas se contabilizó en un cuadrante de 0.5m² en cada parcela. El rendimiento de la cebolla no fue determinado debido a la alta fitotoxicidad obtenida y porque las parcelas experimentales fueron totalmente invadidas por las malezas al no realizarse aplicaciones adicionales de los herbicidas según lo recomendado.

2. Evaluación de tres tiempos de aplicación intermedios para halosulfuron-methyl (2003).

2.1. Evaluación bajo condiciones de campo.

Este experimento fue realizado para evaluar la aplicación de halosulfuron-methyl en etapas intermedias de crecimiento de la cebolla. El experimento se sembró el 14 de enero de 2003 y se utilizó la variedad 'Mercedes'. Al igual que en el anterior experimento las semillas se sembraron directamente en bancos de 1.8 m de ancho por 3.0 m de largo.

¹ Las marcas registradas sólo se usan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipos que no se mencionan.

Se sembraron dos hileras por banco a una distancia de 25.0 cm entre hileras. Una vez germinada la cebolla las plantas se “ralearon” a una distancia de 7.6 cm en la hilera. El abonamiento de la cebolla fue similar al experimento anterior. Para combatir las malezas se realizó una aplicación general de oxyfluorfen (0.13 kg ia/ha) y fluazifop-P-butyl (0.25 kg ia/ha) entre la tercera y cuarta semana después de la siembra.

El diseño experimental fue un factorial distribuido en bloques completos aleatorizados, con tres replicaciones por tratamiento donde se evaluaron tres tiempos de aplicación para halosulfuron-methyl a dos dosis. Las parcelas principales fueron los tres tiempos de aplicación intermedios (20, 25 y 30 DDE) y las sub-parcelas fueron las dosis (0.013 y 0.027 kg ia/ha). En el experimento se incluyó un tratamiento testigo con desyerbo manual para comparar el daño en la cebolla. Los herbicidas fueron aplicados de forma similar al experimento anterior. Las aplicaciones se realizaron el 12, 17 y 22 de febrero del 2003.

Los parámetros evaluados (fitotoxicidad y densidad de cada especie de maleza) fueron determinados de igual manera que en el experimento anterior. Para efecto de rendimiento se consideraron cebollas mercadeables aquellas cuyo peso era de 0.10 kg o más, las cuales fueron cosechadas 105 días después de la siembra.

2.2. Evaluación bajo condiciones de invernadero.

Se realizaron dos experimentos de invernadero con el propósito de evaluar la eficacia de halosulfuron-methyl en etapas intermedias de crecimiento de la cebolla. En ambos experimentos se sembró la variedad ‘Mercedes’ en un suelo Fraternidad. Al igual que en el campo antes de la siembra se incorporó al suelo la formula de abono 10-10-8 (N, P₂O₅, K₂O) + 3 EM a razón de 577 kg/ha. Las semillas se sembraron manualmente en

bandejas de metal las cuales se llenaron con el suelo. Las bandejas median 30 cm de ancho por 45 cm de largo y con una profundidad aproximadamente de 10 cm. El primer experimento se estableció el 10 de febrero y el segundo el 28 de mayo del 2003.

El diseño experimental fue un factorial completamente aleatorizado, donde se evaluaron tres tiempos de aplicación para halosulfuron-methyl, a dos dosis y cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos principales fueron los tres tiempos de aplicación (20, 25 y 30 DDE) y los sub-tratamientos fueron las dosis de halosulfuron-methyl (0.013 y 0.027 kg ia/ha). En ambos experimentos se incluyó un testigo no tratado.

Para la aplicación del herbicida se calibró la dosis en un área de 1.8 m de ancho por 3.0 m de largo en el campo donde fueron distribuidas las bandejas de cada tratamiento. El método de aplicación de los tratamientos herbicidas fue similar al experimento de campo. En el primer experimento la aplicación de los herbicidas fue realizada el 13, 18 y 23 de marzo, mientras que en el segundo experimento fue el 25 y 30 de junio y el 5 de julio del 2003.

La fitotoxicidad del herbicida fue evaluada a los 35 y 50 DDE de la cebolla, utilizando la escala visual del experimento de campo. A los 55 DDE se cosecharon hasta un máximo de 10 plantas de cebolla por cada bandeja y se obtuvo su peso fresco. Las plantas fueron colocadas en bolsas de papel en un horno a una temperatura de 35°C por 3 días para obtener su peso seco.

3. Evaluación de tres tiempos de aplicación temprana de oxyfluorfen con y sin la combinación tardía de halosulfuron-methyl (2003).

Un tercer experimento de campo fue establecido en Lajas en marzo del 2003. La semilla de cebolla de la variedad 'Mercedes' fue sembrada el 19 de marzo en un predio

adyacente a los utilizados en los experimentos 1 y 2. En esta ocasión las semillas se sembraron directamente en bancos de 1.8 m de ancho por 6.0 m de largo. La siembra, el abonamiento y el control de gramíneas fue realizado de manera similar al primer experimento de campo. Para el control de insectos (minadores y trípodos) se aplicó Ammo® 1.6 E a razón de 0.18 kg/ha a la octava semana después de la siembra.

El diseño experimental fue un factorial en bloques completamente aleatorizado, con cuatro replicaciones por tratamientos donde se incluyeron tres tiempos de aplicación temprana para oxyfluorfen a 0.13 kg ia/ha, con y sin halosulfuron-methyl a 0.27 kg ia/ha. Las parcelas principales fueron los tres tiempos de aplicación (5, 10 y 15 DDE) y las sub-parcelas los dos sub-tratamientos herbicidas. Luego de cada aplicación de oxyfluorfen en la mitad de cada parcela se asperjó halosulfuron-methyl a los 35 DDE de la cebolla. En el experimento se incluyeron dos parcelas testigos, con y sin desyerbo manual. El desyerbo manual fue realizado semanalmente hasta concluir el experimento. Los herbicidas se aplicaron de igual manera que en el primer experimento de campo. Los tratamientos de oxyfluorfen fueron aplicados el 31 de marzo, 5 y 10 de abril. El sub-tratamiento de halosulfuron-methyl se aplicó a la mitad de cada parcela el 30 de abril del 2003.

Los parámetros evaluados de fitotoxicidad y densidad de cada especie de malezas fueron determinados de igual manera que el primer experimento de campo. De igual forma los bulbos de cebollas fueron cosechados 100 días después de la siembra para determinar rendimiento.

4. Análisis Estadístico.

Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza y la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), al nivel de 5% de probabilidad ($P \leq 0.05$). El programa estadístico utilizado fue el SAS (SAS Institute, 2001).

RESULTADOS

Las malezas predominantes en el área de estudio fueron coquí, bledo (*Amaranthus dubius* L.), peseta (*Trianthema portulacastrum* Mart.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), quinino del pobre (*Phyllanthus niruri* L.) y pendejuelo (*Digitaria sanguinalis* L.). La germinación de las malezas ocurrió cinco días después de la siembra de la cebolla, sin embargo las semillas de estas emergieron siete días después.

1. Evaluación preliminar de tres tiempos de aplicación para oxyfluorfen y halosulfuron-methyl (2002).

La interacción tiempos de aplicación y herbicidas resultó significativa ($P \leq 0.05$) para los datos de fitotoxicidad y densidad de malezas a los 10 y 20 DDA (Cuadro 1). La evaluación realizada a los 10 DDA indica que oxyfluorfen fue menos tóxico con un índice de 4 a 5 en una escala de 1 a 10 que halosulfuron-methyl, irrespectivo del tiempo de aplicación. La fitotoxicidad de halosulfuron-methyl en la cebolla fue similarmente alta a cualquiera de los tres tiempos de aplicación. A los 10 DDA, oxyfluorfen resultó menos fitotóxico cuando se aplicó a los 15 DDE que a los 5 y 10 DDE. A los 20 DDA, la cebolla tratada con oxyfluorfen a los 10 DDE, mostró mayor fitotoxicidad que a los 5 y 15 DDE. No se encontraron diferencias significativas en la fitotoxicidad a los 20 DDA entre los tres tiempos de aplicación de halosulfuron-methyl.

La evaluación realizada a los 10 DDA indica que parcelas tratadas con oxyfluorfen mostraron menor densidad de malezas que las de halosulfuron-methyl a cualquiera de los tres tiempos de aplicación (Cuadro 1). En esta etapa, la densidad de malezas para ambos herbicidas resultó mayor con la aplicación a los 5 y 10 DDE que a los 15 DDE de la cebolla. A los 20 DDA, la densidad de malezas se redujo

Cuadro 1. Interacción del tiempo de aplicación y herbicidas en la fitotoxicidad y la densidad de malezas en cebolla en Lajas, 2002.

Tiempos de aplicación ²	Fitotoxicidad ¹		Densidad de malezas plantas/0.5m ²	
	Oxyfluorfen	Halosulfuron-methyl	Oxyfluorfen	Halosulfuron-methyl
	10 DDA ³		10 DDA	
DDE ⁴				
5	3.0 b ⁵	7.0 a	14 c	72 a
10	3.0 b	7.0 a	16 c	45 b
15	2.0 c	7.0 a	7 d	28 c
	20 DDA		20 DDA	
5	2.0 c	10.0 a	5 e	29 b
10	3.0 b	10.0 a	19 cd	49 a
15	2.0 c	10.0 a	15 d	25 bc

¹ Basado en una escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla.

² Oxyfluorfen (0.13 y 0.27 kg ia/ha) y halosulfuron-methyl (0.027 y 0.054 kg ia/ha).

³ DDA = días después de la aplicación de los herbicidas.

⁴ DDE = días después de la emergencia de la cebolla.

⁵ Promedios con letras iguales entre columnas no son significativamente diferentes al nivel de 5% de probabilidad según la prueba de DMS.

significativamente en las parcelas tratadas con oxyfluorfen a los 5 DDE de la cebolla. La densidad de malezas luego de las aplicaciones de halosulfuron-methyl fue mayor que con oxyfluorfen a los correspondientes tiempos de aplicación.

La interacción dosis y herbicidas resultó significativa para los datos de fitotoxicidad y densidad de malezas a los 10 y 20 DDA (Cuadro 2). A los 10 y 20 DDA, halosulfuron-methyl a ambas dosis, causó mayor fitotoxicidad a la cebolla que oxyfluorfen. Con las dosis de oxyfluorfen, la fitotoxicidad en la cebolla fue moderada, en ambas evaluaciones. La fitotoxicidad de estos herbicidas se mantuvo al mismo nivel a los 20 DDA, irrespectivo de la dosis aplicada.

A los 10 y 20 DDA, se obtuvieron densidades de malezas menores con ambas dosis de oxyfluorfen que con halosulfuron-methyl (Cuadro 2). A los 10 DDA no se detectaron diferencias significativas en la densidad de malezas entre las dosis de oxyfluorfen y el testigo no tratado. No hubo diferencias significativas en la densidad de malezas entre las dosis de halosulfuron-methyl, sin embargo, estas poblaciones de malezas fueron mayores que las obtenidas con oxyfluorfen (ambas dosis) y el testigo desyerbado en las dos evaluaciones.

2. Evaluación de tres tiempos de aplicación intermedios para halosulfuron-methyl (2003).

2.1. Evaluación bajo condiciones de campo.

La interacción tiempos de aplicación y dosis resultó significativa para los datos de fitotoxicidad de halosulfuron-methyl a los 15 y 30 DDA (Figura 1). Comparado con el testigo desyerbado, la fitotoxicidad de halosulfuron-methyl fue de alta a moderada, causándole daño significativo a la cebolla a ambas dosis y a los tres tiempos

Cuadro 2. Interacción dosis y herbicidas en la fitotoxicidad y la densidad de malezas en cebolla en Lajas, 2002.

Dosis ²	Fitotoxicidad ¹		Densidad de malezas plantas/0.5m ²	
	Oxyfluorfen	Halosulfuron-methyl	Oxyfluorfen	Halosulfuron-methyl
	10 DDA ³		10 DDA	
0	0.0 d ⁴	0.0 d	0 c	0 c
x	3.0 c	10.0 a	26 bc	70 a
2x	6.0 b	10.0 a	16 c	77 a
	20 DDA		20 DDA	
0	0.0 c	0.0 c	0 c	0 c
x	3.0 b	10.0 a	22 b	52 a
2x	4.0 b	10.0 a	17 b	53 a

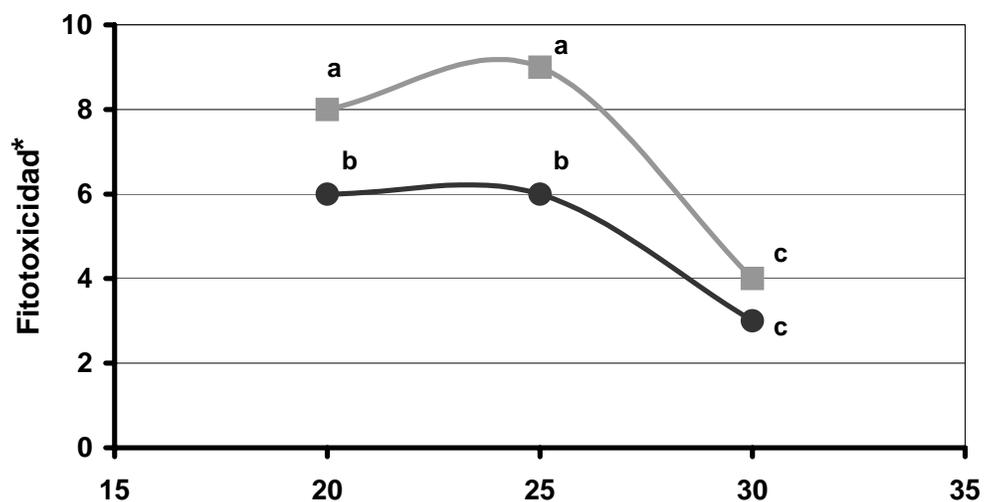
¹ Basado en una escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla.

² Testigo desyerbado = 0, oxyfluorfen x = 0.13 kg ia/ha, halosulfuron-methyl x = 0.027 kg ia/ha.

³ DDA = días después de la aplicación de los herbicidas.

⁴ Promedios con letras iguales entre columnas no son significativamente diferentes al nivel de 5% de probabilidad según la prueba de DMS.

A. Evaluación 15 DDA



B. Evaluación 30 DDA

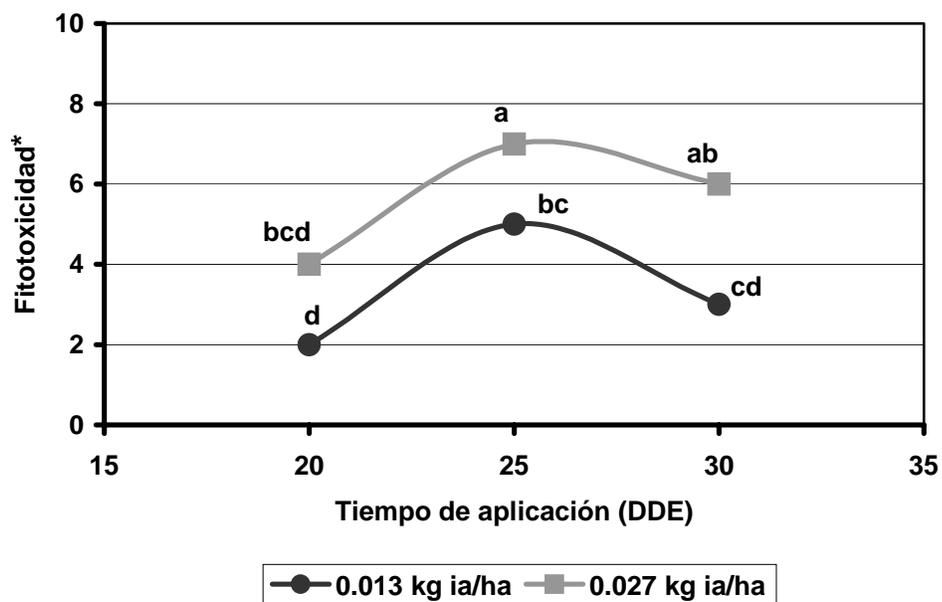


Figura 1. Interacción del tiempo de aplicación y la dosis de halosulfuron-methyl en la fitotoxidad a los 15 (A) y 30 (B) días después de la aplicación a la cebolla bajo condiciones de campo en Lajas, 2003. * Basado en una escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla, comparado con el testigo desyerbado.

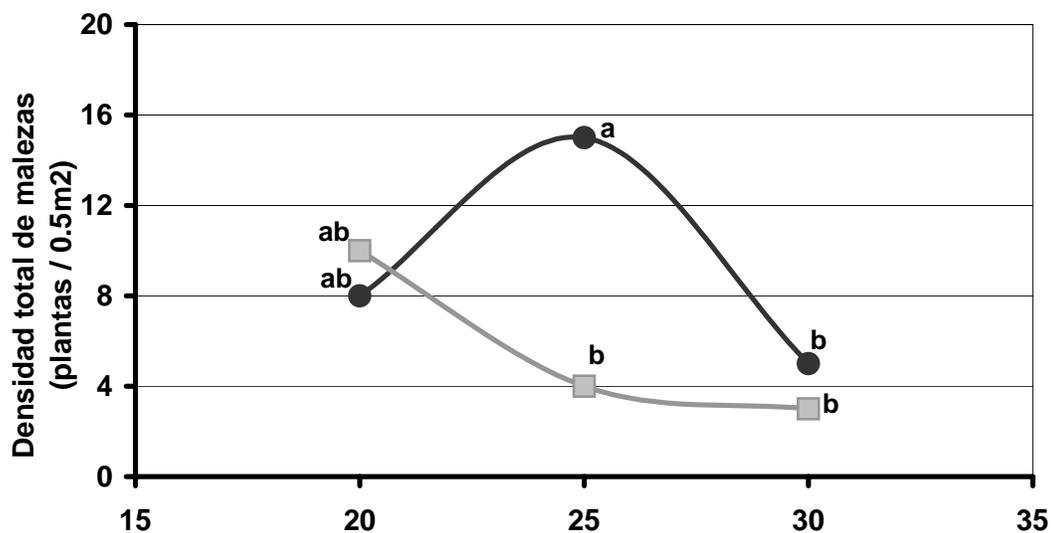
de aplicación durante los 15 días posteriores a la aplicación (Figura 1 A). Halosulfuron-methyl causó menor fitotoxicidad a los 30 DDE, no encontrándose diferencias entre ambas dosis a este tiempo de aplicación.

Cuando este herbicida fue aplicado a los 20 y 25 DDE causó mayor fototoxicidad (8 a 9 respectivamente) a 0.027 kg ia/ha que a 0.013 kg ia/ha. A los 30 DDA, halosulfuron-methyl a 0.027 kg ia/ha causó mayor fitotoxicidad en la aplicación a los 25 y 30 DDE que a los 20 DDE (Figura 1 B). Sin embargo, no se detectaron diferencias en la fitotoxicidad entre la aplicación a los 20 DDE y la realizada a los 30 DDE. La dosis alta causó mayor fitotoxicidad que la dosis baja al correspondiente tiempo de aplicación.

La interacción tiempos de aplicación y dosis resultó significativa para los datos de densidad total de malezas en la cebolla (Figura 2). La evaluación realizada a los 35 y 45 DDA indica que no hubo diferencias en la densidad de malezas entre los tres tiempos de aplicación con la dosis de 0.027 kg ia/ha. A los 35 DDA, la densidad de malezas fue mayor (10 plantas/0.5m²) cuando halosulfuron-methyl se aplicó a la dosis de 0.013 kg ia/ha a los 25 DDE comparado con la aplicación a los 30 DDE (Figura 2 A). A los 45 DDA, la densidad de malezas fue mayor con halosulfuron-methyl (0.013 kg ia/ha) aplicado a los 25 DDE que a los 20 y 30 DDE (Figura 2 B). No se detectaron diferencias en la densidad de malezas entre los tres tiempos de aplicación con la dosis de 0.027 kg ia/ha.

La interacción tiempo de aplicación y dosis de halosulfuron-methyl resultó significativa para el rendimiento y número de bulbos de cebollas (Cuadro 3). El rendimiento de cebollas del testigo desyerbado fue mayor (26,530 kg/ha) que con

A. Evaluación 35



B. Evaluación 45 DDA

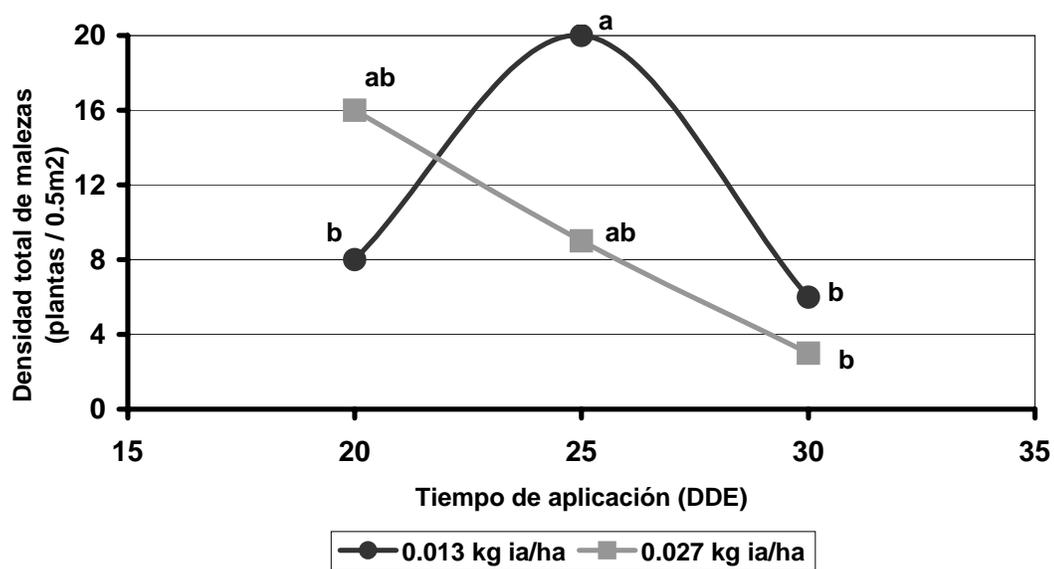


Figura 2. Interacción del tiempo de aplicación y la dosis de halosulfuron-methyl en la densidad total de malezas a los 35 (A) y 45 (B) días después de la aplicación a la cebolla bajo condiciones de campo en Lajas, 2003.

Cuadro 3. Interacción del tiempo de aplicación y la dosis de halosulfuron-methyl en el rendimiento de la cebolla en Lajas, 2003.

Tratamientos ¹	Dosis kg ia/ha	Tiempos de aplicación DDE ²	Rendimiento	
			no/ha	kg/ha
Halosulfuron-methyl	0.013	20	205,410 ab ³	12,780 b
Halosulfuron-methyl	0.013	25	95,980 bc	3,580 cd
Halosulfuron-methyl	0.013	30	150,690 abc	9,930 bc
Halosulfuron-methyl	0.027	20	78,040 bc	3,500 cd
Halosulfuron-methyl	0.027	25	34,080 c	1,140 d
Halosulfuron-methyl	0.027	30	146,210 ab	4,640 cd
Testigo desyerbado	0.0	----	252,050 a	26,530 a

¹ Aplicación postemergente de oxyfluorfen (0.13 kg ia/ha) a los 14 DDE y fluazifop-P-butyl (0.25 kg ia/ha) a los 22 DDE.

² DDE = días después de la emergencia de la cebolla.

³ Promedios con letras iguales entre columnas no son significativamente diferentes al nivel de 5% de probabilidad según la prueba de DMS.

halosulfuron-methyl a ambas dosis y a cualquiera de los tres tiempos de aplicación. La cebolla produjo mayor rendimiento (12,780 kg/ha) con la aplicación de halosulfuron-methyl a 0.013 kg ia/ha a los 20 DDE que a los 25 DDE, no encontrándose diferencia entre este tiempo de aplicación y la aplicación a los 30 DDE. No se detectaron diferencias en el rendimiento de cebollas entre los tres tiempos de aplicación de halosulfuron-methyl a 0.027 kg ia/ha.

El mayor número de bulbos de cebollas (252,050 no/ha) se produjo en el testigo desyerbado (Cuadro 3). La aplicación de halosulfuron-methyl (0.027 kg ia/ha) a los 25 DDE produjo menor número de bulbos (34,080 no/ha) que la aplicación a los 30 DDE. No se detectaron diferencias en el número de bulbos con las tres aplicaciones de halosulfuron-methyl a la dosis de 0.013 kg ia/ha.

2.2. Evaluación bajo condiciones de invernadero.

La interacción tiempos de aplicación y dosis de halosulfuron-methyl de ambos experimentos no resultó significativa para los datos de fitotoxicidad, peso fresco y seco de la cebolla. Entre los datos del experimento 1 y 2 hubo diferencias, por lo tanto estos serán considerados por separados.

Experimento 1. En la evaluación a los 35 DDE, halosulfuron-methyl mostró menor fitotoxicidad con un índice de 4 cuando se aplicó a los 30 DDE que a los 20 y 25 DDE (Figura 3). No se observaron diferencias en la fitotoxicidad entre los tiempos de aplicación a los 50 DDE. Comparado con el testigo no tratado, todas las aplicaciones de halosulfuron-methyl redujeron el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 DDE (Figura 4). No se detectaron diferencias en el peso fresco y seco de la cebolla entre los tres tiempos de aplicación de halosulfuron-methyl a la misma fecha.

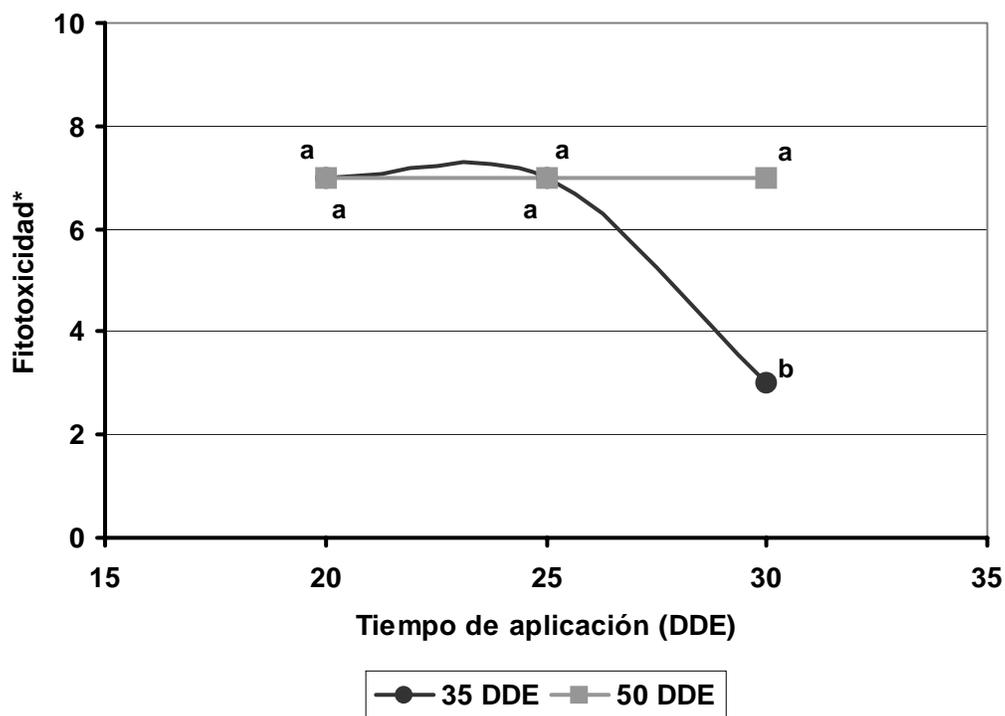


Figura 3. Efecto del tiempo de aplicación en la fitotoxidad de halosulfuron-methyl a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE) de la cebolla, bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1). * Basado en una escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla, comparado con el testigo no tratado.

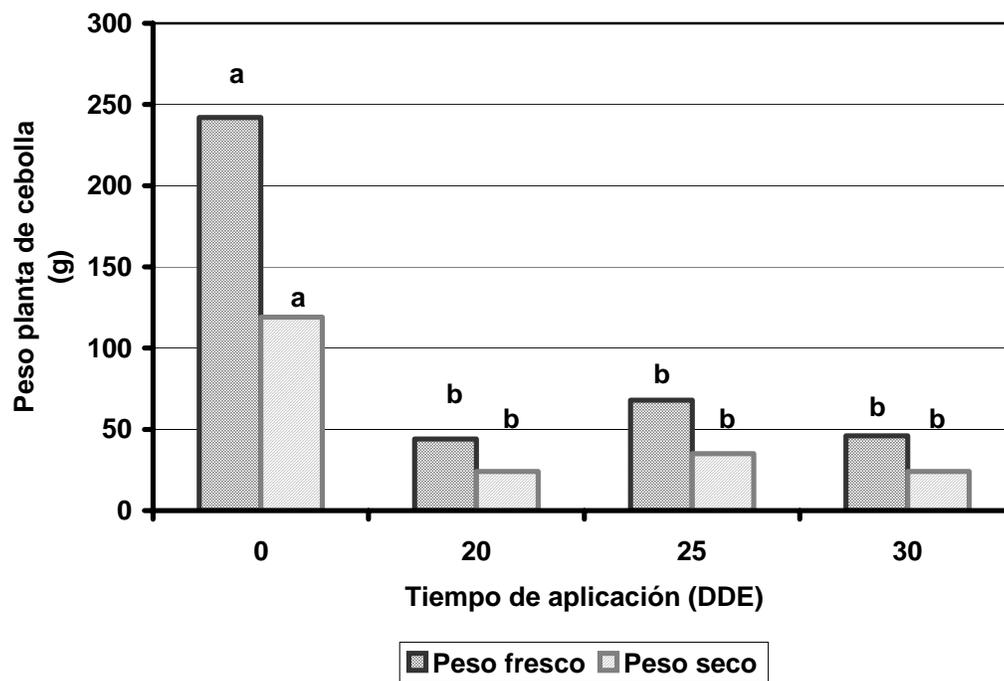


Figura 4. Efecto del tiempo de aplicación de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1).

En ambas evaluaciones, la aplicación de halosulfuron-methyl a 0.027 kg ia/ha mostró mayor fitotoxicidad con un índice de 7 que a 0.013 kg ia/ha (Figura 5). El peso fresco y seco de la cebolla se redujo significativamente con ambas dosis de halosulfuron-methyl, pero no se detectaron diferencias entre ambas dosis (Figura 6).

Experimento 2. La aplicación de halosulfuron-methyl a los 30 DDE causó menor fitotoxicidad que la de 20 y 25 DDE en las evaluaciones a los 35 y 50 DDE (Figura 7). En ambas evaluaciones, no hubo diferencias en la fitotoxicidad entre las aplicaciones a los 20 y 25 DDE. Comparado con el testigo no tratado, todas las aplicaciones de halosulfuron-methyl redujeron el peso fresco y seco de la cebolla (Figura 8). La aplicación a los 25 DDE afectó completamente la cebolla, por lo cual no se recolectó material vegetativo alguno a los 55 DDE.

A los 35 DDE, la dosis alta de halosulfuron-methyl (0.027 kg ia/ha) causó mayor fitotoxicidad que a 0.013 kg ia/ha (Figura 9). A los 50 DDE, no se detectaron diferencias significativas entre las dosis de halosulfuron-methyl. Ambas dosis de halosulfuron-methyl redujeron significativamente el peso fresco y seco de cebolla (Figura 10). No se observaron diferencias en el peso fresco y seco entre las dosis evaluadas.

3. Evaluación de tres tiempos de aplicación temprana para oxyfluorfen con y sin la combinación tardía de halosulfuron-methyl (2003).

La evaluación realizada a los 14 DDE indica que oxyfluorfen solo, aplicado a los 10 DDE, causó mayor fototoxicidad que a los 5 DDE (Cuadro 4). La cebolla no presentó fitotoxicidad alguna a los 35 y 55 DDE, irrespectivo del tiempo de aplicación de oxyfluorfen. La aplicación de halosulfuron-methyl a los 35 DDE causó fitotoxicidad

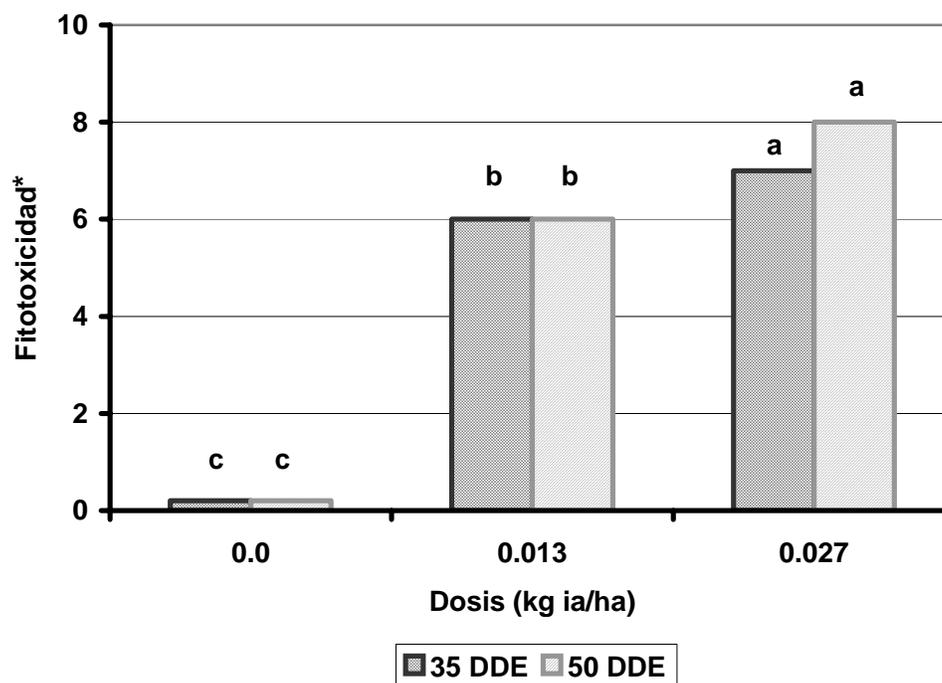


Figura 5. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en la fitotoxicidad de la cebolla a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1). * Basado en una escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla, comparado con el testigo no tratado.

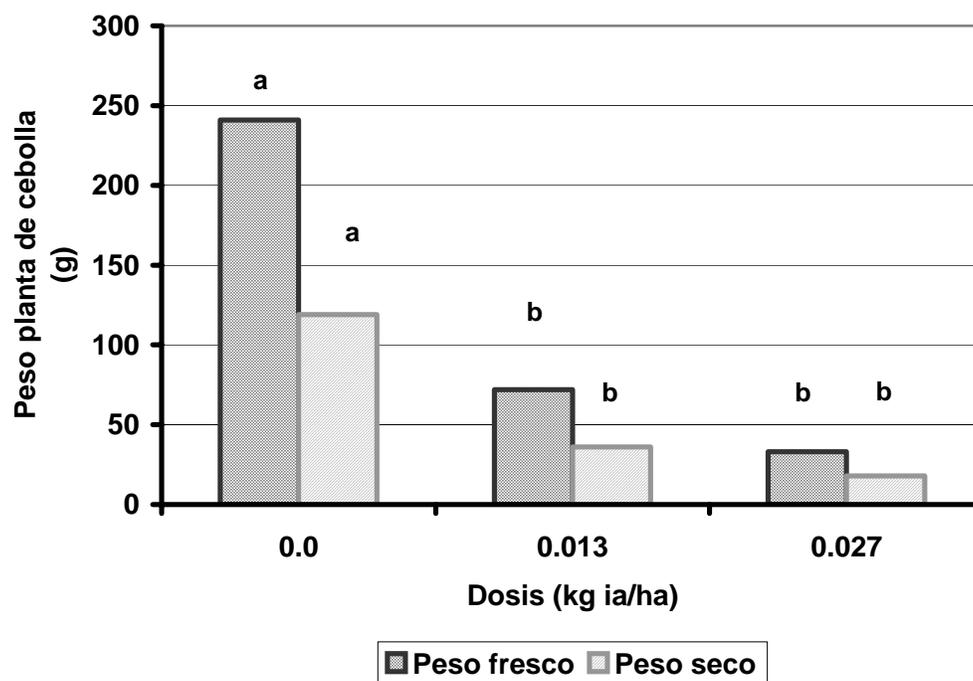


Figura 6. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 1).

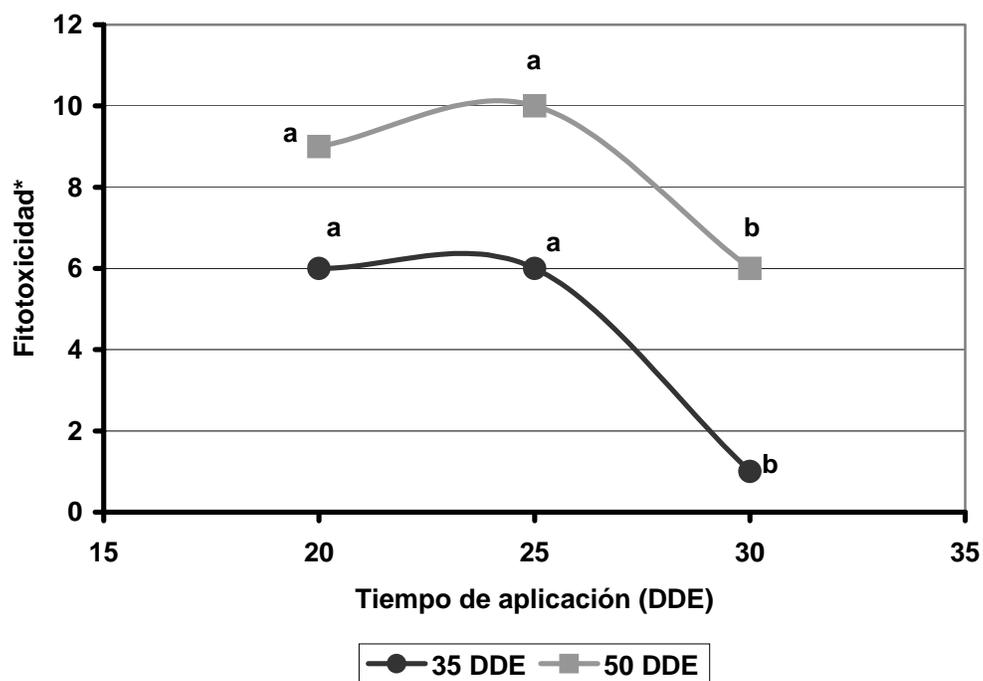


Figura 7. Efecto del tiempo de aplicación en la fitotoxicidad de halosulfuron-methyl a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE) de la cebolla, bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2). * Basado en una escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla, comparado con el testigo no tratado.

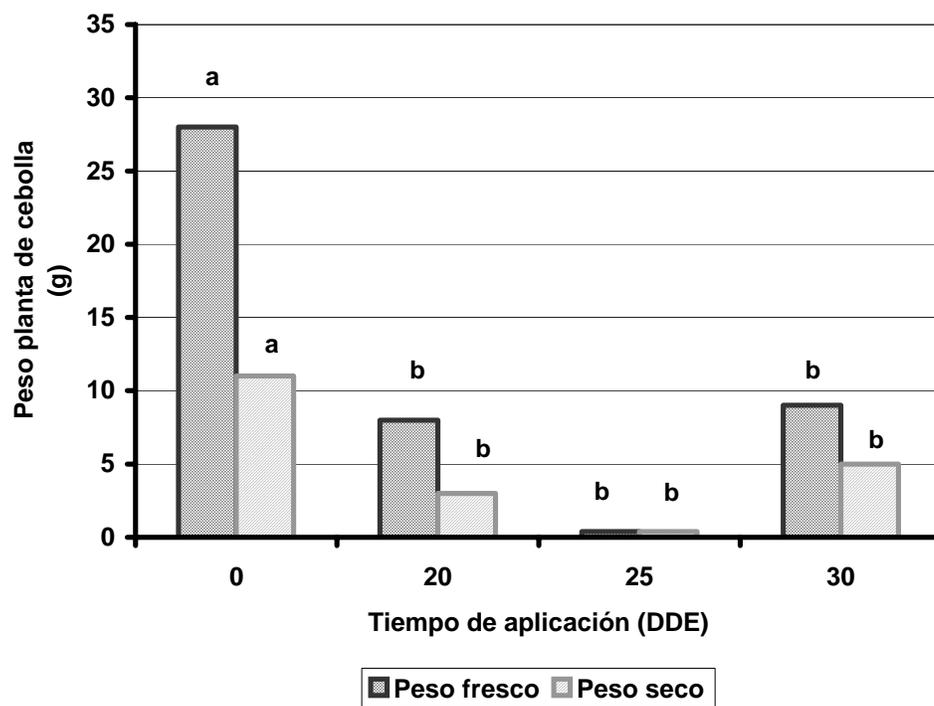


Figura 8. Efecto del tiempo de aplicación de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2).

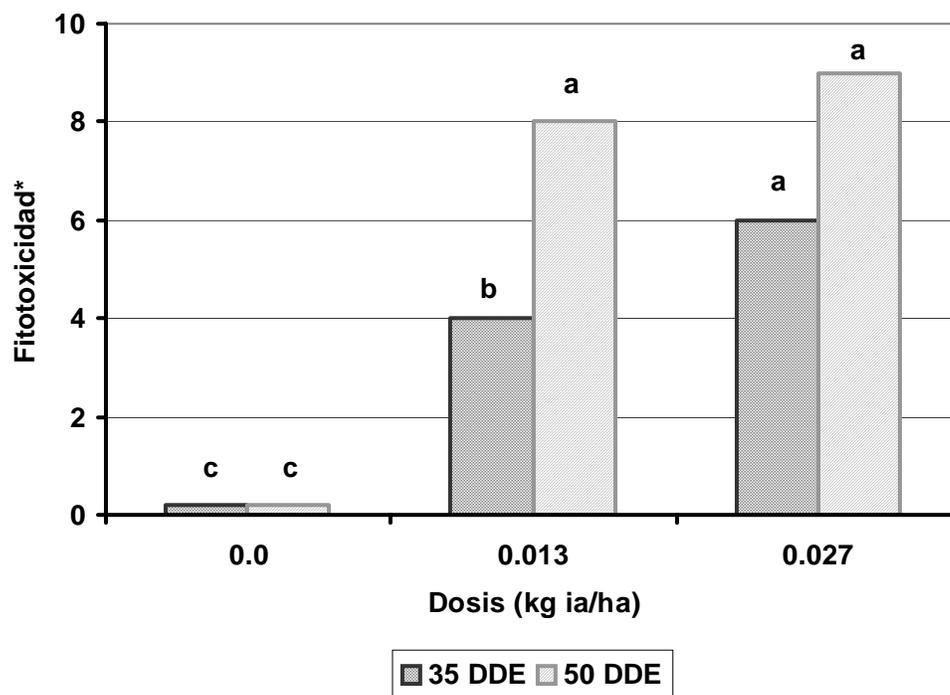


Figura 9. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en la fitotoxicidad de la cebolla a los 35 y 50 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2). * Basado en un escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla, comparado con el testigo no tratado.

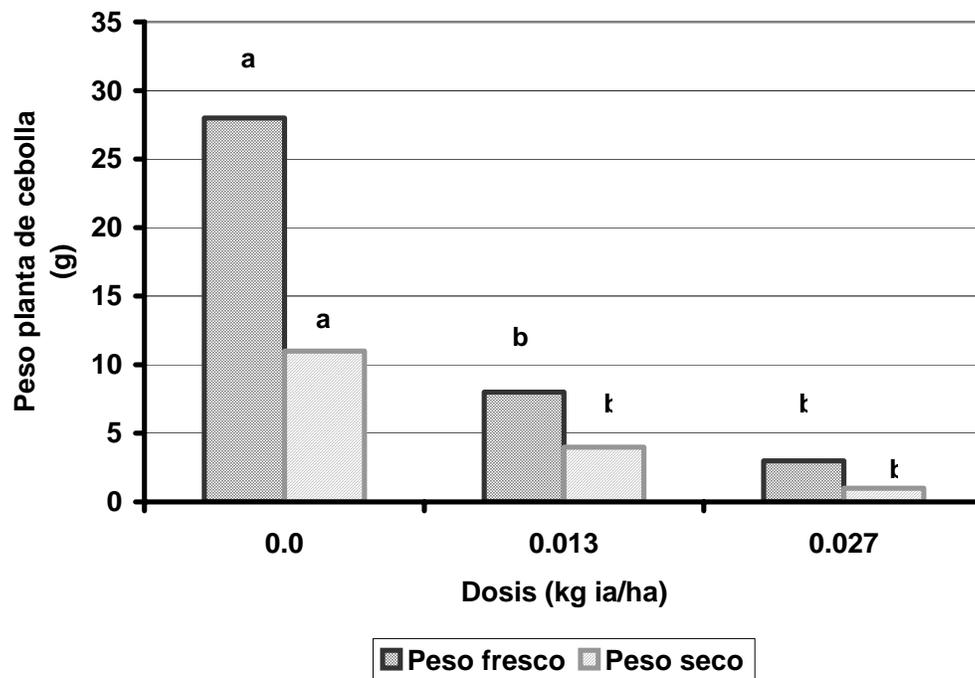


Figura 10. Efecto de la dosis de halosulfuron-methyl en el peso fresco y seco de la cebolla a los 55 días después de la emergencia (DDE), bajo condiciones de invernadero en Lajas, 2003 (Experimento 2).

Cuadro 4. Efecto de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen solo y en combinación con halosulfuron-methyl aplicado a los 35 días después de la emergencia de la cebolla en la fitotoxicidad y densidad de malezas en Lajas, 2003.

Tratamientos ²	Tiempos de aplicación DDE ³	Fitotoxicidad ¹			Densidad total de malezas		
		14 DDE ³	35 DDE	55 DDE	14 DDE	35 DDE	55 DDE
							plantas/0.5m ²
Oxyfluorfen	5	3.0 b ⁴	0.0 a	0.0 c	5 c	14 c	23 ab
Oxyfluorfen	10	5.0 a	0.0 a	0.0 c	4 c	4 c	11 cd
Oxyfluorfen	15	0.0 c	0.0 a	0.0 c	72 b	38 b	17 bc
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	5 / 35	ND*	ND*	8.0 b	ND*	ND*	10 cd
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	10 / 35	ND*	ND*	8.0 b	ND*	ND*	5 de
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	15 / 35	ND*	ND*	9.0 a	ND*	ND*	15 bc
Testigo desyerbado	--	0.0 c	0.0 a	0.0 c	0 c	0 c	0 e
Testigo sin desyerbar	--	0.0 c	0.0 a	0.0 c	89 a	100 a	24 a

¹ Basado en una escala visual de 0 a 10, donde 0 = no daño y 10 = muerte de la planta de cebolla.

² Oxyfluorfen (0.13 kg ia/ha) aplicado a los 5, 10 y 15 DDE, en combinación con halosulfuron-methyl (0.027 kg ia/ha) a los 35 DDE.

³ DDE = Días después de la emergencia de la cebolla.

⁴ Promedios con letras iguales entre columnas no son significativamente diferentes al nivel de 5% de probabilidad según la prueba de DMS.

* ND = no hay dato, halosulfuron-methyl no se había aplicado al momento de la evaluación.

significativamente alta, comparado con oxyfluorfen solo. En esta etapa la cebolla tratada con oxyfluorfen no mostró síntomas de daño, ni en la evaluación realizada a los 55 DDE.

El testigo sin desyerbar presentó mayor densidad de malezas (89 y 100 plantas/0.5m²) a los 14 y 35 DDE que los restantes tratamientos herbicidas (Cuadro 4). A los 14 DDE, las parcelas tratadas con oxyfluorfen solo a los 5 y 10 DDE mostraron menor densidad de malezas que las aún no tratadas con este herbicida. Un patrón similar de infestación de malezas se encontró a los 35 DDE, en donde las aplicaciones de oxyfluorfen solo mostraron menor densidad de malezas que el testigo sin desyerbar. Las aplicaciones de oxyfluorfen solo a los 5 y 10 DDE, redujeron la densidad de malezas en mayor grado que la aplicación a los 15 DDE. A los 55 DDE, la aplicación de oxyfluorfen a los 10 DDE seguido por halosulfuron-methyl a los 35 DDE redujo la densidad de malezas en mayor grado que las aplicaciones de oxyfluorfen solo a los 5 y 15 DDE. La densidad de malezas con oxyfluorfen seguido de la aplicación de halosulfuron-methyl a los 35 DDE fue similar a la encontrada con oxyfluorfen solo a los 15 DDE. Oxyfluorfen a los tres tiempos de aplicación, pero en combinación con halosulfuron-methyl redujo la densidad de malezas en comparación con el testigo no desyerbado a los 55 DDE.

La densidad de las especies de malezas predominantes a los 55 DDE de la cebolla se presenta en el Cuadro 5. La densidad de coquí fue mayor (12 plantas/0.5m²) con la aplicación de oxyfluorfen solo a los 5 DDE que con los demás tratamientos, incluyendo al testigo no desyerbado. Esta maleza no se encontró presente en las parcelas tratadas con halosulfuron-methyl ni en los testigos desyerbado y sin desyerbar. Oxyfluorfen a los tres tiempos de aplicación solo o en combinación con halosulfuron-methyl a los 35 DDE

Cuadro 5. Efecto de oxyfluorfen solo y en combinación con halosulfuron-methyl en la densidad total de las diferentes especies de malezas a los 55 días después de la emergencia de la cebolla en Lajas, 2003.

Tratamientos ²	Tiempos de aplicación	Densidad de malezas ¹			
		Coquí	Bledo	Peseta	Otras
	DDE ³	plantas/0.5 m ²			
Oxyfluorfen	5	12 a ⁴	0 c	4 a	6 ab
Oxyfluorfen	10	3 b	0 c	2 ab	4 bc
Oxyfluorfen	15	2 b	6 b	2 ab	7 a
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	5 / 35	0 b	0 c	3 ab	6 ab
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	10 / 35	0 b	0 c	2 ab	2 cd
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	15 / 35	0 b	6 b	2 ab	7 a
Testigo desyerbado	--	0 b	0 c	0 b	0 d
Testigo sin desyerbar	--	0 b	14 a	0 b	5 ab

¹ Coquí (*Cyperus rotundus* L.); Bledo (*Amaranthus dubius* Mart.); Peseta (*Trianthema portulacastrum* L.); Otras, verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y quinino del pobre (*Phyllanthus niruri* L.).

² Oxyfluorfen (0.13 kg ia/ha) aplicado a los 5, 10 y 15 DDE, en combinación con halosulfuron-methyl (0.027 kg ia/ha) a los 35 DEE.

³ DDE = días después de la emergencia de la cebolla.

⁴ Promedios con letras iguales entre columnas no son significativamente diferentes al nivel de 5% de probabilidad según la prueba de DMS.

redujeron la densidad de bledo en comparación con el testigo sin desyerbar. El tratamiento de oxyfluorfen a los 15 DDE tuvo menor densidad de bledo (6 plantas/0.5m²) que el testigo sin desyerbar, sin embargo, la población de esta maleza fue mayor que con aplicaciones a los 5 y 10 DDE. La maleza peseta se encontró en mayor densidad (4 plantas/0.5m²) en parcelas tratadas con oxyfluorfen solo a los 5 DDE, que en el testigo sin desyerbar, donde no emergió ninguna planta. En cuanto a otras especies de malezas, la aplicación de oxyfluorfen a los 10 DDE en combinación con halosulfuron-methyl a los 35 DDE redujo en mayor grado la densidad de estas en comparación con las aplicaciones a los 5 y 15 DDE.

El mayor rendimiento de cebollas (11,330 kg/ha) se produjo en el testigo desyerbado, seguido por el obtenido en el tratamiento de oxyfluorfen solo a los 10 DDE con 5,210 kg/ha (Cuadro 6). El rendimiento de cebolla con el tratamiento de oxyfluorfen solo a los 10 DDE fue menor que el del testigo desyerbado, pero mayor que el de los demás tratamientos herbicidas. La combinación de halosulfuron-methyl fue detrimental a la cebolla, produciendo rendimientos menores que oxyfluorfen solo a cualquiera de los tres tiempos de aplicación. El mayor número de bulbos de cebollas (276,830 no/ha) se produjo en el testigo desyerbado, seguido del tratamiento de oxyfluorfen solo a los 10 DDE. No se produjeron bulbos de cebollas en las parcelas tratadas con oxyfluorfen a los 15 DDE en combinación con halosulfuron-methyl a los 35 DDE, ni en el testigo sin desyerbar.

Cuadro 6. Efecto de tres tiempos de aplicación de oxyfluorfen solo y en combinación con halosulfuron-methyl en el rendimiento en cebolla en Lajas, 2003.

Tratamientos ¹	Tiempos de	Rendimiento	
	aplicación	no/ha	kg/ha
	DDE ²		
Oxyfluorfen	5	117,050 c ³	2,640 c
Oxyfluorfen	10	201,820 b	5,210 b
Oxyfluorfen	15	85,440 c	1,560 cd
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	5 / 35	4,440 d	45 e
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	10 / 35	15,810 d	260 de
Oxyfluorfen / Halosulfuron-methyl	15 / 35	0 e	0 e
Testigo desyerbado	--	276,830 a	11,330 a
Testigo sin desyerbar	--	0 e	0 e

¹ Oxyfluorfen a 0.13 kg ia/ha y halosulfuron-methyl a 0.027 kg ia/ha.

² DDE = días después de la emergencia de la cebolla.

³ Promedios con letras iguales entre columnas no son significativamente diferentes al nivel de 5% de probabilidad según la prueba de DMS.

DISCUSIÓN

1. Evaluación preliminar de tres tiempos de aplicación para oxyfluorfen y halosulfuron-methyl (2002).

1.1. Efecto del tiempo de aplicación de los herbicidas.

Las aplicaciones tempranas de oxyfluorfen y halosulfuron-methyl causaron daño significativo a la cebolla, irrespectivo del tiempo de aplicación. El daño causado por oxyfluorfen fue moderado (2 a 3) cuando se aplicó a los 5, 10 y 15 DDE. A los 10 DDA se observó mayor fitotoxicidad de oxyfluorfen aplicado a los 5 y 10 DDE que a los 15 DDE. Diez días más tardes el daño de oxyfluorfen en la cebolla se redujo en la aplicación a los 5 DDE, sin embargo, permaneció constante a los 10 y 15 DDE. Los síntomas causados por oxyfluorfen en el follaje fueron amarillamiento y quemaduras en el ápice de las hojas. Semidey y Caraballo (1989) y Umeda y MacNeil (1999) no observaron fitotoxicidad significativa con las aplicaciones de oxyfluorfen tres semanas después de la emergencia, sin embargo, en esta investigación se observó que aplicaciones más tempranas de oxyfluorfen pueden causar fitotoxicidad moderada a la cebolla.

Por otro lado, halosulfuron-methyl causó un alto grado de fototoxicidad (10) al cultivo de la cebolla, esto a cualquiera de los tres tiempos de aplicación. La fitotoxicidad de halosulfuron-methyl en la plantas de cebollas emergidas aumentó de 7 a los 10 DDA hasta un índice de 10 luego de los 20 DDA. Los resultados indican que halosulfuron-methyl debe ser aplicado al menos luego de 15 días de haber emergido la cebolla.

Las densidades de malezas de 5 a 19 plantas/0.5m², reflejan un mejor control de oxyfluorfen en comparación con las densidades de halosulfuron-methyl que fluctuaron de 25 hasta 72 plantas/0.5m². La evaluación a los 10 DDA indica que oxyfluorfen resultó

más eficaz en el control de malezas a los 15 DDE que las dos aplicaciones previas. A los 20 DDA, la eficacia de oxyfluorfen a los 5 DDE mejoró, sin embargo, aumentó considerablemente con la aplicación a los 15 DDE. Estos resultados indican que la eficacia de oxyfluorfen puede mejorarse con aplicaciones antes de los 15 días de haber emergido la cebolla.

Las aplicaciones de halosulfuron-methyl fueron menos efectivas en el control de malezas que las de oxyfluorfen, irrespectivo del tiempo de aplicación. Sin embargo, la aplicación de halosulfuron-methyl a los 15 DDE ejerció mejor control de malezas que aplicaciones a los 5 y 10 DDE luego de 20 días de la aplicación. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Finol y colaboradores (1999), donde halosulfuron-methyl exhibió un excelente control de malezas una semana después del trasplante del tomate.

1.2. Efecto de la dosis de los herbicidas.

Ambas dosis de oxyfluorfen (0.13 y 0.27 kg ia/ha) y halosulfuron-methyl (0.027 y 0.054 kg ia/ha) causaron daño significativo a la cebolla. A los 10 DDA, la dosis de 0.13 kg ia/ha causó menor fitotoxicidad que la dosis doble. A los 20 DDA, la fitotoxicidad de oxyfluorfen a 0.13 kg ia/ha se mantuvo igual, sin embargo, el daño se redujo con la dosis de 0.27 kg ia/ha. Como era de esperar, inicialmente la dosis baja de oxyfluorfen (0.13 kg ia/ha) causó menor fitotoxicidad que la dosis doble (0.27 kg ia/ha). Diez días más tarde la fitotoxicidad de ambas dosis fue similar, sin embargo, oxyfluorfen resultó menos fitotóxico que halosulfuron-methyl a ambas dosis. Esto contrasta con los trabajos reportados por Semidey y Caraballo (1989) y Umeda y MacNeil (1999), en donde encontraron que oxyfluorfen a 0.14 kg ia/ha no causó daño alguno a la cebolla.

A los 10 y 20 DDA, la fitotoxicidad de halosulfuron-methyl a ambas dosis fue alta o severa. Estos resultados concuerdan con los reportados por McGiffen y colaboradores (1997), en donde las aplicaciones de halosulfuron-methyl aún a dosis más bajas (0.008 y 0.016 kg ia/ha) causaron hasta 75% de fitotoxicidad en la cebolla. Los resultados encontrados en este estudio implican que halosulfuron-methyl representa un potencial de alto riesgo a la cebolla, por lo cual son necesarios nuevos estudios para evaluar su fitotoxicidad en este cultivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, oxyfluorfen (ambas dosis) exhibió un mejor control de malezas que halosulfuron-methyl. La aplicación de oxyfluorfen a 0.27 kg ia/ha resultó más eficiente en el control de malezas que a 0.13 kg ia/ha, aunque su eficacia fue menor que el testigo desyerbado. En los trabajos de Singh y colaboradores (1992) se informó que oxyfluorfen preemergente a 0.10 y 0.15 kg ia/ha exhibió un pobre control de malezas (58 a 66%) en cebolla. Por el contrario, Umeda y MacNeil (1999) reportaron que aplicaciones posemergentes de oxyfluorfen (0.07 y 0.14 kg ia/ha) exhibieron hasta un 99% de control de malezas en cebolla. Sin embargo, en ambos trabajos las malezas presentes fueron diferentes a las reportadas en nuestro estudio (*Malva parviflora*, *Melilotus officinalis*, *Sisymbrium irio*, *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album* y *Sonchus aleraceus*).

A los 10 y 20 DDA, la densidad de malezas en parcelas tratadas con ambas dosis de halosulfuron-methyl fueron mayores que con las de oxyfluorfen. En los estudios de Umeda y colaboradores (2000) se informó que halosulfuron-methyl aplicado a 0.056 kg ia/ha ejerció un pobre control de malezas (<45%) en sandía. Por el contrario, Finol y colaboradores (1999), reportaron que en tomate las aplicaciones de halosulfuron-

methyl a 0.08, 0.10 y 0.13 kg ia/ha controlaron hasta un 95% las malezas. Evidentemente las concentraciones más altas de halosulfuron-methyl ejercieron un mejor control de malezas, sin embargo, son necesarios nuevos estudios para evaluar la eficacia de este herbicida en la cebolla.

2. Evaluación de tres tiempos de aplicación intermedios para halosulfuron-methyl (2003).

2.1. Evaluación bajo condiciones de campo.

Halosulfuron-methyl, a cualquiera de los tres tiempos de aplicación intermedios (20, 25 y 30 DDE) resultó en una fitotoxicidad desde moderada hasta alta con relación al testigo desyerbado. En la evaluación a los 15 DDA, las dosis de 0.013 y 0.027 kg ia/ha de halosulfuron-methyl causaron menor fitotoxicidad (3 a 4) a la cebolla en la aplicación a los 30 DDE. Quince días más tarde la fitotoxicidad de halosulfuron-methyl (ambas dosis) se redujo en la aplicación a los 20 DDE, sin embargo, aumentó en las realizadas a los 25 y 30 DDE. A pesar de extender el tiempo de aplicación de halosulfuron-methyl y reducir la dosis a la mitad, este herbicida causó daño severo a la cebolla.

La densidad de malezas obtenida con la aplicación de halosulfuron-methyl a 0.027 kg ia/ha refleja un mejor control que a 0.013 kg ia/ha, sin embargo, estas densidades fueron mayores a las del testigo desyerbado. La evaluación a los 35 y 45 DDA indica mayor eficacia de halosulfuron-methyl (0.013 kg ia/ha) en la aplicación a los 30 DDE que a los 20 y 25 DDE. En las parcelas tratadas con halosulfuron-methyl a los 20 y 25 DDE pudieron emerger un gran número de malezas después de su aplicación. Sin embargo, al momento de la aplicación a los 30 DDE ya estaban presentes el mayor número de malezas, las cuales pudieron ser controladas por halosulfuron-methyl. No se

detectaron diferencias significativas en la densidad de malezas entre los tres tiempos de aplicación de halosulfuron-methyl a 0.027 kg ia/ha.

En este experimento, halosulfuron-methyl reflejó un mejor control de malezas que en el experimento anterior. Posiblemente, la aplicación de oxyfluorfen y fluazifop-P-butyl en etapas tempranas de crecimiento de la cebolla propició dicho control. Umeda (2002) reportó que halosulfuron-methyl en combinación con flufenacet y thifensulfuron-methyl controló hasta un 83% de las malezas en melón. Por lo tanto, se debe evaluar la eficacia de halosulfuron-methyl en combinación con nuevos herbicidas.

Todas las aplicaciones de halosulfuron-methyl redujeron significativamente el rendimiento de la cebolla con relación al testigo desyerbado. La dosis de 0.027 kg ia/ha causó mayor reducción en el rendimiento que a 0.013 kg ia/ha, irrespectivo del tiempo de aplicación. La aplicación a los 25 DDE (ambas dosis) ocasionó mayor reducción en el rendimiento y número de bulbos cosechados. No hubo diferencias significativas en el rendimiento y número de bulbos de cebolla entre los tres tiempos de aplicación a la dosis de 0.027 kg ia/ha. Los resultados obtenidos fueron mayormente influenciados por el alto grado de fitotoxicidad de halosulfuron-methyl y la pobre tolerancia de la cebolla a este herbicida.

2.2. Evaluación bajo condiciones de invernadero.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en ambos experimentos de invernadero las aplicaciones de halosulfuron-methyl (0.013 y 0.027 kg ia/ha) causaron daño significativo a la cebolla con relación al testigo no tratado, irrespectivo del tiempo de aplicación. Al igual que bajo condiciones de campo el daño causado por halosulfuron-methyl fue severo a los 20 y 25 DDE y moderado a los 30 DDE. El daño de halosulfuron-methyl a la

cebolla fue similar en aplicaciones a los 20 y 25 DDE, sin embargo, aumentó con la aplicación a los 30 DDE. Ambas dosis de halosulfuron-methyl (0.013 y 0.027 kg ia/ha) causaron fitotoxicidad significativa a la cebolla, sin embargo la dosis alta causó el mayor daño a la cebolla.

Comparado con el testigo no tratado la alta fitotoxicidad (6 a 10) de halosulfuron-methyl (ambas dosis) afectó considerablemente el peso fresco y seco de la cebolla, independiente del tiempo de aplicación. Los resultados confirman los obtenidos bajo condiciones de campo, donde las aplicaciones de halosulfuron-methyl en etapas intermedias de crecimiento afectaron significativamente la cebolla, irrespectivo de las dosis evaluadas.

3. Evaluación de tres tiempos de aplicación temprana para oxyfluorfen con y sin la combinación tardía de halosulfuron-methyl (2003).

En la evaluación realizada a los 14 DDE se encontró que la mayor fitotoxicidad de oxyfluorfen solo fue a los 10 DDE, seguido por la aplicación a los 5 DDE, siendo el daño moderado. Los síntomas observados en el follaje fueron similares a los del primer experimento de campo. No se observaron síntomas de fitotoxicidad a los 35 DDE, lo que indica que las plantas de cebolla recuperaron su crecimiento normal. Basado en los resultados encontrados el tiempo de aplicación de oxyfluorfen podría ser adelantado a los 5 DDE, mejorando la estrategia de control de malezas en la cebolla. La evaluación realizada a los 55 DDE indica que la aplicación tardía de halosulfuron-methyl (0.027 kg ia/ha) a los 35 DDE en las parcelas previamente aplicadas con oxyfluorfen causó un alto grado de fitotoxicidad a la cebolla. Por lo tanto, independientemente de las

modificaciones en el tiempo de aplicación esta sería la razón de mayor peso para no incluir este herbicida en un programa de manejo de malezas en cebolla.

En cuanto al control de malezas, se encontró que las aplicaciones de oxyfluorfen solo a los 5 y 10 DDE redujo la densidad total de malezas por 35 días después de la emergencia de la cebolla comparado con la aplicación a los 15 DDE. Sin embargo, la aplicación a los 10 DDE resultó más eficiente en el control de malezas que a los 5 DDE, no obstante, estos resultados confirman los obtenidos en el primer experimento de campo. La combinación de oxyfluorfen (10 DDE) con halosulfuron-methyl a los 35 DDE mejoró la eficacia contra las malezas al término de los 55 DDE de la cebolla. En los experimentos de Semidey y Caraballo (1989) el control de malezas fue superior a los informados en este estudio. De acuerdo con estos autores, para lograr un excelente control de malezas con oxyfluorfen por alrededor de nueve semanas después de la siembra son necesarias las aplicaciones del preemergentes DCPA y de los posemergentes fluzifop-P-butyl o sethoxydim.

La aplicación de oxyfluorfen solo a los 5 DDE mostró un pobre control de coquí en comparación con los demás tratamientos herbicidas, sin embargo, controló mejor las otras especies presentes. La tendencia del coquí es invadir áreas libres de malezas cuando no tiene competencia. En los trabajos reportados por Semidey (1997) con repollo, el coquí invadió todas las parcelas al controlarse las demás especies de malezas presentes con aplicaciones de oxyfluorfen, clomazone [2-[(2-chlorophenyl)methyl]-4,4-dimethyl-3-isoxazolidinone] y prometryn [N,N'-bis(1-methylethyl)-6-(methylthio)-1,3,5-triazine-2,4-diamine]. Semidey y Almodóvar (1987) también informaron que las aplicaciones de oxyfluorfen no controlaron eficientemente el coquí en el gandul. La densidad del coquí se

redujo significativamente en las parcelas donde se combinó halosulfuron-methyl con las aplicaciones tempranas de oxyfluorfen. Estos resultados indican que halosulfuron-methyl tiene un buen potencial para el control del coquí bajo nuestras condiciones ambientales, sin embargo, se deben sembrar densidades uniformes de esta maleza en experimentos futuros.

La densidad de bledo de 6 plantas/0.5m² reflejó un control satisfactorio de oxyfluorfen a los 15 DDE solo y en combinación con halosulfuron-methyl a los 35 DDE. Esta densidad fue menor a las obtenidas en el testigo sin desyerbar (14 plantas 0.5/m²). Aparentemente, por su avanzado desarrollo a los 15 DDE, el bledo toleró tanto la aplicación de oxyfluorfen a los 15 DDE como la de halosulfuron-methyl a los 35 DDE. La peseta no se observó en el testigo sin desyerbar, pero estuvo presente en las parcelas con los tratamientos herbicidas. Aparentemente, la competencia ejercida por el bledo y el ataque de la alevilla *Spolodea recurvalis* (F.) (Figueroa, 2003) afectó la población de peseta totalmente. Figueroa (2003) informó que la peseta en etapas entre 28 y 35 días puede ser defoliada completamente por la larva del insecto. De acuerdo a sus estudios las etapas muy jóvenes fueron menos defoliadas por el insecto. Posiblemente las plántulas jóvenes de peseta que emergieron luego de la aplicación de oxyfluorfen pudieron no ser preferidas por el insecto y sobrevivieron al ataque.

Las aplicaciones de oxyfluorfen solo o combinado con halosulfuron-methyl causaron reducciones significativas tanto en el rendimiento como en el número de bulbos en comparación con el testigo desyerbado. La aplicación de oxyfluorfen solo a los 10 DDE proveyó mayor rendimiento y número de cebollas que aplicaciones a los 5 y 15 DDE. El efecto sobre el rendimiento de la cebolla se puede atribuir a la interferencia

de malezas ya que la eficacia de oxyfluorfen se redujo luego de los 55 DDE. La combinación de halosulfuron-methyl (35 DDE) con oxyfluorfen a los 15 DDE produjo el menor rendimiento y número de cebollas, sin embargo, no se encontró diferencia con las combinaciones a los 5 y 10 DDE. Es evidente, que las aplicaciones de halosulfuron-methyl al resultar altamente fitotóxicas a la cebolla, también afectaron el rendimiento de la cebolla. Para obtener rendimientos óptimos de cebolla, Semidey y Caraballo (1989) determinaron que son necesarias de dos a tres aplicaciones con oxyfluorfen en mezcla con un graminicida.

La utilización de halosulfuron-methyl además de resultar en un alto grado de fitotoxicidad no resultó con la eficacia esperada para proteger la cebolla de la interferencia de malezas. El herbicida al causar una reducción en la población de la cebolla podría proveer condiciones para la invasión de las malezas que evidentemente compiten desfavorablemente con la cebolla remanentes en el campo.

CONCLUSIONES

- Las aplicaciones tempranas de oxyfluorfen (5, 10 y 15 DDE) a 0.13 y 0.27 kg ia/ha causaron menor fitotoxicidad y resultaron ser más eficiente en el control de malezas en la cebolla que aplicaciones simultaneas de halosulfuron-methyl a 0.027 y 0.054 kg ia/ha.
- Halosulfuron-methyl aplicado a los 5, 10 y 15 DDE resultó deficiente en el control de malezas con un alto grado de fitotoxicidad en la cebolla.
- El daño ocasionado por oxyfluorfen en la cebolla resultó moderado, irrespectivo del tiempo de aplicación.
- La fitotoxicidad de oxyfluorfen a la dosis de 0.27 kg ia/ha fue mayor que a 0.13 kg ia/ha, no habiendo diferencias significativas en cuanto al control de malezas entre ambas dosis.
- Las aplicaciones de halosulfuron-methyl bajo condiciones de campo redujeron significativamente el rendimiento y el número de bulbos de la cebolla, irrespectivo del tiempo de aplicación.
- La alta fitotoxicidad de halosulfuron-methyl fue confirmada bajo condiciones de invernadero, donde causó reducciones significativas en el peso fresco y seco a la cebolla independientemente del tiempo de aplicación y la dosis utilizada.
- La cebolla pudo recuperarse al daño moderado de oxyfluorfen solo aplicado a los 5 y 10 DDE, no así a la combinación de halosulfuron-methyl a los 35 DDE.

- Las aplicaciones de oxyfluorfen solo a los 10 y 15 DDE redujeron la densidad de malezas en mayor grado que a los 5 DDE, no obstante la fitotoxicidad y la baja eficacia de la combinación con halosulfuron-methyl no mejoró el rendimiento de la cebolla.
- La eficacia de oxyfluorfen puede mejorarse con aplicaciones antes de los 15 días de la emergencia de la cebolla, sin embargo, nuevos estudios son necesarios.
- No es recomendable el uso de halosulfuron-methyl ya que causó fitotoxicidad de moderada a severa a la cebolla cuando es aplicado antes de los 35 DDE.

BIBLIOGRAFÍA

- Beinroth, F., R. Engel, J. Lugo, C. Santiago, S. Ríos y G. Brannon. 2003. Updated Taxonomic Classification of the Soil of Puerto Rico, 2002. Estación Experimental Agrícola, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. Boletín 303, 77p.
- Bhowmik, P.C. y E.N. McGlew. 1986. Effect of oxyfluorfen as a pretransplant treatment on weed control and cabbage yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:686-689.
- Buker, R.S., W.M. Stall y S.M. Olson. 1997. Watermelon tolerance to halosulfuron applied preemergence and postemergence. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 110:323-325.
- Culpepper, A.S. y T. Kelley. 2000. Summer squash (*Cucurbita pepo*) tolerance to halosulfuron applied at planting and ovetop of emerged squash. <http://www.cpes.peachnet.edu/veg/resr&ext2000.PDF>.
- Culpepper, A.S. y K. Lewis. 2000. Watermelon (*Citrullus lanatus*) tolerance and weed management using halosulfuron at-plant and postemergence. <http://www.cpes.peachnet.edu/veg/resr&ext2000.PDF>.
- Departamento de Agricultura de Puerto Rico. Ingreso Bruto Agrícola de Puerto Rico. Cifras preliminares 2003. Oficina de Estadísticas Agrícolas.
- Eaton, W.H., C.A. Mullins y D.L. Coffey. 1986. Weed control in broccoli pre-emergence application of oxyfluorfen. *Proc. Sou. Weed. Sci. Soc.* 39:153-159.
- Eaton, W.H., D.L. Coffey, C.A. Mullins y G.N. Rhodes. 1990. Weed control with oxyfluorfen in transplanted broccoli. *Progress Report.* 154:17-21.
- Estación Experimental Agrícola. 1999. Conjunto tecnológico para la producción de cebolla. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. P: 13-21.
- Figuroa, L. 2003. Dinámica poblacional de *Spolodea recurvalis* (F.) (Lepidóptera: Pyralidae) y sus relaciones tritróficas con variaciones en la densidad poblacional de la peseta, *Trianthema portulacastrum* (L.). Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R. 101 p.
- Finol, E., C. Medrano, W. Gutiérrez, G. González, W. Martínez, J. Báez, B. Bracho y B. Medina. 1999. Evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuron metil, aplicado sólo y en mezcla con acetocloro en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v16_3/v163z005.html.
- Haar, M.J., S.A. Fennimore, M.E. McGiffen, W.T. Lanini y C.Bell. 2002. Evaluation of preemergence herbicides in vegetable crops. *Hort. Technology.* 12:95-99.

- Henskens, F.L.F., K.O. Fallow y R.H. Slarke. 1996. Halosulfuron-methyl and imazethapyr for the selective control of Killinga (*Cyperus Brevifolius* Rottb.) in irrigated pasture. <http://www.regional.org.au/au/asa/1996/contributed/305henskens.htm>.
- Lugo, M. de L. y N. Semidey. 2002. Guía para el reconocimiento de malezas comunes en zonas agrícolas de Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. 66 p.
- Mallory, C. A., E. James. 2003. Revised classification of herbicides by site of action for weed resistance management strategies. *Weed. Technol.* 17:605-619.
- Martorell, L.F., A. Liogier, R. Woodbury. 1981. Catálogo de los nombres vulgares y científicos de las plantas de Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. 231 p.
- McGiffen, M., E. Ogbuchiekwe., H. Wu y J. Aguilar 1997. Tolerance of vegetable crops to halosulfuron. <http://www.plantbiology.ucr.edu/coop/halosulfuron.html#tolerance>.
- Molin, W.T., A.A. Maricic, R.A. Khan, Peng-yam y C.F.Mancino. 1995. The effect of manage (halosulfuron-methyl) on the growth and tuber viability of purple nutsedge. <http://ag.arizona.edu/turf/manage.html>.
- Ormeño, J.N., F. Fuentes y V. Soffia. 2003. Tolerancia del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a aplicaciones post-transplante del herbicida halosulfuron-methyl. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Pitty, A., 1995. Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas. Zamorano Academic Press, Honduras. 63p.
- Rhodes, D. 1998. Onions and its Relatives. <http://www.hort.purdue.edu/rhodcv/hort410/onions/on00001.htm>.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT[®] User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary, N.C, USA.
- Schroeder, J. 1992. Oxyfluorfen for directed postemergence weed control in chile peppers (*Capsicum annuum*). *Weed. Technol.* 6:1010-1014.
- Semidey, N. 1997. Clomazone and oxyfluorfen for weed control in transplanted cabbage (*Brassica oleracea* L.). *J. Agric. Univ. P.R.* 81:203-210.
- Semidey, N. 2002. Clomazone and oxyfluorfen as preplant herbicides for *Cucurbita moschata* (Calabaza). *J. Agric. Univ. P.R.* 86:73-75.

- Semidey, N. y L. Almodóvar. 1987. Oxyfluorfen: A candidate herbicide for weed control in pigeon peas. *J. Agric. Univ. P.R.* 71(3):277-285.
- Semidey, N. y E. Caraballo. 1989. Chemical weed management in onions (*Allium cepa* L.). *J. Agric. Univ. P.R.* 73:59-65.
- Semidey, N., A. González y A. Aponte. 1999. Application timing for clomazone and oxyfluorfen in transplanted cabbage. *J. Agric. Univ. P.R.* 83:175-180.
- Singh, S., R. K. Malik y J. S. Samdyan. 1992. Evaluation of herbicides for weed control in onion (*Allium cepa* L.). *Test-of-Agrochemical-and-Cultivars.* 13:54-55.
- Staats, D., D. Hillock y J. Klett. 1998. Weed control and phytotoxicity of preemergence herbicides applied to container-grown herbaceous plants. *Hort. Technology* 8:325-328.
- Teasdale, J. 1984. Pretransplant oxyfluorfen for cabbage. *Proc. Ann. Meet. Weed. Sci. Soc.* 38:101-105.
- Umeda, K. 2002. Effect of halosulfuron on rotational crops. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1292/az1292-5b.pdf>.
- Umeda, K. 2000. Evaluation of herbicides for nutsedge control in carrots. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1177/az1177-4a.pdf>.
- Umeda, K. 1998. Postemergence weed control in cantaloupe study. http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1101/az1101_11.html.
- Umeda, K. y D. MacNeil. 1999. Early postemergence herbicide weed control in onions. http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1143/az1143_9.pdf.
- Umeda, K., D. MacNeil, D. Roberts, N. Lund. 2000. Halosulfuron for weed control in watermelon. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1177/az1177-4b.pdf>.
- Umeda, K., G. Gal y B. Strickland. 1999. Timing of postemergence herbicides for onions weed control. http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1143/az1143_16.pdf.
- Umeda, K. y N. Lund. 2001. New postemergence herbicides evaluation in cantaloupes. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1252/az1252-5e.pdf>.
- Umeda, K. y N. Lund. 2002. New performance of postemergence herbicides for cantaloupe weed control. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1292/>.

- Vélez, L. 2001. Catastro de hongos asociados al cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*) en la zona sur de Puerto Rico. Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R. 99 p.
- Weed Science Society of America. 2002. Herbicide Handbook. 8th ed. W. K. Vencill, ed. Lawrence, KS: Weed. Science Society of America. 493 p.
- Zimdahl, R., 1999. Fundamentals of Weed Science, Second Edition. Academic Press, California. 556 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Especies de malezas predominantes en el experimento de campo realizado en Lajas durante el 2002.

Familia: Género y Especie	Nombre común
Gramineae	
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	yerba Johnson
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	arrocillo
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	pendejuelo
<i>Leptochloa mucronata</i> (Michx.) Kunth	yerba de hilo
Cyperaceae	
<i>Cyperus rotundus</i> L.	coquí
Amaranthaceae	
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	bledo
Aizoaceae	
<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	peseta
Portulacaceae	
<i>Portulaca oleracea</i> L.	verdolaga
Euphorbiaceae	
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	quinino del pobre
Convolvulaceae	
<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) ex Dc.	bejuco de puerco

Apéndice 2. Promedio de temperatura, precipitación y humedad relativa durante los meses de investigación en Lajas, Puerto Rico.

Fecha	Temperatura (°C)		Precipitación (cm)	Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima		
octubre-2002	31.1	20.2	13.5	87.2
noviembre-2002	32.2	19.7	7.7	83.9
diciembre-2002	31.8	17.5	2.0	83.1
enero-2003	31.2	17.7	7.1	80.6
febrero-2003	30.8	18.2	4.8	81.7
marzo-2003	31.4	18.3	11.5	82.6
abril-2003	30.5	19.8	33.0	87.6
mayo-2003	31.9	19.5	3.9	79.6
junio-2003	32.6	20.8	1.0	77.2

Apéndice 3. Análisis del suelo donde se realizaron los experimentos en Lajas durante el 2002 al 2003¹.

pH	Materia Orgánica²	Análisis Mecánico		
		Arcilla	Limo	Arena
(0 - 20 cm)	%		%	
5.6	1.6	22.3	33.1	44.8

¹ Laboratorio de Suelo, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Mayagüez, P.R.

² Muestra tomada en los primeros 15.2 cm de suelo.