

NOTA TÉCNICA

RESPUESTA DE 14 CULTIVARES DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) AL CLETODIM¹

Carlos Luis Loría-Quirós², Franklin Herrera-Murillo²

RESUMEN

Respuesta de 14 cultivares de melón (*Cucumis melo* L.) al cletodim. Con la finalidad de determinar el efecto del herbicida cletodim en la sensibilidad y desarrollo de cultivares de diferentes tipos de melón, se condujeron seis experimentos en condiciones de invernadero en la Estación Experimental Fabio Baudrit en Alajuela, Costa Rica, de diciembre del 2003 a junio de 2004. Los tipos de melón evaluados fueron: cantaloupe (cvs. Hymark, Eastern Mystic, Torrión y Western Laser); Honey dew (cvs. Orange Flesh, Honey Brew y Tan Dew); dorado (cvs. Golden Prince, Nesta y Dorado); piel de sapo (cvs. Piñonet y Sancho); tendral (cvs. Verde Tardío) y galia (cvs. Solar King). En cada cultivar se aplicó el cletodim en dosis de 36, 48, 60, 72 y 84 g/ha y se incluyó un testigo sin herbicida. Se encontró que el cletodim causó un porcentaje de daño inferior al 20 % (considerado leve) en los cultivares de melón, con un ligero incremento dentro de este rango conforme aumentó la dosis. Los síntomas de fitotoxicidad consistieron en clorosis en el borde de las hojas, corrugamiento de la lámina foliar y algunos brotes. Aunque no hubo interacción significativa entre cultivares por dosis de cletodim, se notó una tendencia a que los cultivares Nesta y Verde Tardío fueron los menos afectados por este herbicida; mientras que los cultivares del tipo cantaloupe fueron ligeramente más susceptibles. Los cultivares se recuperaron dos semanas después de la aplicación. Otras variables como número de hojas y guías, área foliar, biomasa de tallos y hojas no fueron afectadas por el cletodim. Bajo las condiciones de evaluación y desde el punto de vista de selectividad, se sugiere que es posible utilizar cletodim en un rango de dosis de 36 a 84 g ia/ha en los cultivares de melón evaluados.

Palabras claves: Selectividad, herbicidas, cantaloupe, honey dew, dorado.

ABSTRACT

Response of 14 cultivars of melon (*Cucumis melo* L.) to Clethodim. With the objective of evaluating the sensitivity of various cultivars of melon to Clethodim herbicide during December 2003 to June 2004, six experiments were conducted in greenhouse conditions in EEFBM. The cultivars evaluated were cantaloupe (cv. Hymark, Mystic Eastern, Western and Torrione Laser) honey dew (cv. Orange Flesh, Honey Brew and Tan Dew), dorado (cv. Golden Prince and Golden Nesta), toad skin (cv. Piñonet and Sancho); Tendral (cv. Green Late) and Galí (cv. Solar King). Each cultivar was evaluated at 36, 48, 60, 72 and 84 clethodim g / ha; a control treatment without herbicide was included. We found that a percentage of clethodim caused damage below 20% (considered minor) in all melon cultivars with a slight increase with increasing doses. Phytotoxicity symptoms consisted of chlorosis on the edge of the leaf blades, corrugated blades and leaf buds. Although there was no significant interaction between cultivars by clethodim dose, the late cultivars Nesta and Green seemed the least affected by this herbicide, while the cantaloupe cultivars were slightly more susceptible. The cultivars were recovered two weeks after application. Other variables such as number of leaves and guides, leaf area, biomass of stems and leaves were not affected by the clethodim. Under the conditions of this evaluation and from the viewpoint of selectivity, it is suggested that use of clethodim in doses ranging from 36 to 84 g ai / ha in the melon cultivars tested is appropriate.

Key words: Selectivity, herbicides, cantaloupe, honey dew, gold.

¹ Recibido: 20 de febrero, 2008. Aceptado: 16 de noviembre, 2009. Parte de la tesis de Maestría del primer autor.

² Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. clloria@cariari.ucr.ac.cr, fherrera@cariari.ucr.ac.cr

INTRODUCCIÓN

Entre las alternativas químicas para el control de malezas y otras plagas en el cultivo de melón se han evaluado aplicaciones al suelo de los fumigantes: mettam sodio, metam potasio, yoduro de metilo, dazomet, 1,3-dicloropropeno y cloropicrina, entre otros (Brandenberger *et al.* 2005).

La solarización, la biofumigación y las enmiendas al suelo, son alternativas no químicas que se utilizan en el proceso de producción de melón (Chaverri y Gadea 2002). Sin embargo, en todos estos tratamientos se presenta escape de malezas en las entrecalles y en los agujeros de siembra, aún cuando se utilicen coberturas plásticas, por lo que a menudo los productores se ven obligados a realizar deshierbes manuales o aplicar herbicidas, lo que encarece el costo de producción. Sin embargo, de no hacerse este control, la competencia de la maleza, principalmente la ubicada en los agujeros de siembra afectaría negativamente la producción de frutos.

Algunas de las especies de malezas más importantes que perjudican las plantaciones meloneras en Costa Rica, pertenecen a la familia Poaceae (Castro 1993, Arias 2003); éstas se presentan principalmente en áreas donde el melón se cultiva en rotación con arroz. Para el control postemergente de las malezas gramíneas en el melón, el único herbicida registrado es el cletodim (Cleber *et al.* 2002, Vencill 2002, Herrera 2003, Stall 2006); cuya tolerancia en residuos es de 2 ppm (EPA 2001).

El cletodim es un herbicida del grupo de las ciclohexanodionas, que tiene una adecuada selectividad para las dicotiledóneas (Vencill 2002), y ha sido evaluado en melón y otras cucurbitáceas (Stall 2006, Herrera 2003, Cleber *et al.* 2002, Vencill 2002).

En los cultivos de algodón y soya, el cletodim se recomienda en dosis de 105 a 280 g ia/ha para el control de gramíneas perennes y anuales; mientras que en melón, se utiliza en dosis de 84 a 120 g ia/ha cuando las plantas tienen entre 12 y 14 días de transplantadas (Vencill 2002). Sin embargo, en plantaciones comerciales de melón, se han observado síntomas de toxicidad en las plantas de melón, que se atribuyen a este herbicida (Herrera 2004³). Por esta razón, existe interés en conocer su selectividad al melón en dosis me-

nores. Desde el punto de vista de control de malezas, Herrera (2003) indica que el cletodim en dosis de 60 a 84 g ia/ha fue eficaz para controlar arroz voluntario en estado de dos a tres hojas, lo cual sugiere que podría trabajarse con dosis más bajas a las recomendadas en la etiqueta. Tradicionalmente el uso de dosis altas de herbicidas es recomendado por las casas comerciales y utilizado por los productores para garantizar un alto porcentaje de control de malezas, especialmente cuando se dan algunas condiciones adversas. No obstante, los sistemas de producción agrícola sostenible procuran el uso de dosis reducidas de herbicidas que mantengan la eficacia en el control de malezas, pues ello contribuye a disminuir posibles impactos negativos en el ambiente y en el cultivo, así como a reducir costos de producción (Rosales-Robles *et al.* 2001).

En Costa Rica, predomina la siembra de cultivares de melón del tipo cantaloupe; sin embargo, en la actualidad se ha incrementado la siembra de cultivares de otros tipos como: honey dew, dorado, piel de sapo, galia y tendral. La selectividad del cletodim a estos tipos de melón no se ha evaluado en el país, por lo que no existe información suficiente para hacer un uso correcto y seguro de este herbicida. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del cletodim, en la sensibilidad y desarrollo de 14 cultivares de melón de los tipos cantaloupe, honey dew, piel de sapo, dorado, tendral y galia en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

De diciembre de 2003 a junio de 2004, se condujeron seis experimentos en seis tipos de melón comercial (uno por cada tipo de melón), en un invernadero de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (EEFBM), ubicada en Barrio San José, Alajuela, Costa Rica.

Sustrato

Se utilizó como sustrato, suelo franco arcilloso procedente de un lote de la EEFBM. El suelo se desinfectó con vapor de agua; posteriormente se llenaron potes de doce litros de capacidad y se colocaron a 0,8 m, en hileras separadas a 1,0 m.

El suelo se analizó en el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas de la

³ Herrera, F. 2004. Programa de malezas (entrevista). Alajuela, CR, Universidad de Costa Rica.

Universidad de Costa Rica. La mayoría de los elementos estuvo en el rango adecuado para el cultivo, a excepción del pH y las relaciones magnesio/potasio y calcio+magnesio/potasio (Cuadro 1), que fueron ligeramente inferiores a los requerimientos del cultivo, por lo cual, se aplicó a la siembra y en forma manual una fertilización de 30 gramos 10-30-10 por planta, y otra con 18-5-15-6-2 a la misma dosis por planta a las tres semanas después de la siembra. Además se hicieron cuatro aplicaciones foliares de complemento con nitrógeno foliar SL (formulación líquida) que contiene la siguiente proporción de elementos: N 10%, P 4%, K 7%, Mg 0,2%, boro 20 mg/l, cobre 25 mg/l, hierro 150 mg/l, manganeso 15 mg/l, molibdeno 3 mg/l y Zinc 5 mg/l.

Se utilizó un sistema de riego por goteo con micro tubos, con una descarga de un litro por hora. El suelo se mantuvo a capacidad de campo durante todo el ensayo.

Tipos y cultivares de melón

Los tipos y cultivares evaluados fueron: 1. Tipo cantaloupe: cvs. Hymark, Eastern Mystic, Torrión y Western Laser; 2. Tipo honey dew: cvs. Orange Flesh, Honey Brew y Tan Dew; 3. Tipo dorado: cvs. Golden Prince, Nesta y Dorado; 4. Tipo piel de sapo: cvs. Piñonet y Sancho; 5. Tipo tendral: cv. Verde Tardío y 6. Tipo galia: cv. Solar King.

Las semillas de melón utilizadas en los experimentos, se sembraron en bandejas con peat moss como sustrato, el 19 de noviembre de 2003, asistiéndolas con riego diario, tratando de mantener la humedad a capacidad de campo. Las plántulas se transplantaron a los potes con una hoja verdadera el 3 de diciembre (14 días después de la siembra de las semillas en las bandejas). Se colocaron tres plántulas por pote, equidistantes una de la otra.

Tratamientos

El grupo de cultivares de cada tipo de melón se consideró un experimento. En cada ensayo se evaluó un testigo sin aplicación, que se utilizó como comparador del resto de los tratamientos, todos con el herbicida cletodim (Select 12 EC) en dosis de: 36, 48, 60, 72 y 84 g ia/ha. La aplicación se efectuó a los 12 días después del trasplante con un equipo aspersor accionado por CO₂ a presión constante de 2,11 kg/cm² y boquilla

Cuadro 1. Características químicas del suelo empleado en los experimentos con cletodim aplicado en postemergencia al melón en invernadero. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

| Características | Valor * |
|---|---------|
| pH | 4,95 |
| cmol (+)/l | |
| Calcio | 4,48 |
| Magnesio | 1,69 |
| Potasio | 0,82 |
| Acidez intercambiable | 0,95 |
| Capacidad de intercambio catiónica efectiva | 7,94 |
| mg/l | |
| Fósforo | 35,0 |
| Cobre | 25,3 |
| Hierro | 153 |
| Manganeso | 44,7 |
| Zinc | 5,5 |
| % | |
| Saturación de acidez | 11,96 |
| Relaciones | |
| Calcio/Magnesio | 2,65 |
| Calcio/Potasio | 5,46 |
| Magnesio/Potasio | 2,06 |
| Calcio+Magnesio/Potasio | 7,52 |

*Análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica.

8002, a una velocidad de desplazamiento 0,89 m/s y un ancho de banda de 0,6 m sobre el dosel de las plantas. Antes de la aplicación, el equipo se calibró para asperjar 200 l/ha. La aplicación se realizó afuera del invernadero. Una vez que se secó el rocío de la aplicación en el follaje, las plantas se colocaron nuevamente en el invernadero, en el mismo lugar donde se encontraban.

En todos los experimentos se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con arreglo de tratamientos en factorial completo (cinco dosis de cletodim x el número de cultivares en cada tipo de melón). El número de repeticiones fue de cuatro en los

experimentos 1, 2, 3 y 4, y de cinco en los experimentos 5 y 6. La unidad experimental fue de un pote con tres plantas de melón.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de daño causado por el herbicida en los brotes y en las hojas maduras, con observaciones de todo el follaje y descripción de los síntomas causados por el producto en las dosis probadas, a los siete y catorce días después de la aplicación (DDA), tomando como un todo el crecimiento de las tres plantas en cada pote y se cuantificó la toxicidad del herbicida con base en una evaluación de cero a cien, según la escala de Amaya (1987). Otra variable fue el conteo total de flores masculinas y femeninas abiertas a los 14 DDA del herbicida, para determinar si alguna de las dosis del producto podría causar un efecto en la cantidad de flores abiertas de ambos sexos. También se midió el número de guías por planta de melón a los 28 DDA para determinar si el producto pudiera estar favoreciendo o no el estímulo de nuevos brotes formadores de guías. Además, se contó el número de hojas y se obtuvo el área foliar, en centímetros cuadrados de una planta al azar por unidad experimental a los 28 y 35 DDA respectivamente, para determinar si las dosis utilizadas del producto podría afectar estas dos variables. Finalmente, se muestreo una planta por unidad experimental a los 35 DDA para obtener el peso seco en gramos de la parte aérea separada y total de follaje y flores, tallo principal y guías, para ver si las diferentes dosis de cletodim podrían llegar a afectar el peso de las plantas de melón. Los experimentos finalizaron cuando las plantas tenían 50 días de transplantadas, sin llegar a producción.

Para determinar diferencias entre tratamientos todas las variables en estudio fueron sometidas al análisis de varianza y se hizo la separación de medias mediante la prueba de DMS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del herbicida cletodim en cada tipo de melón

Melón tipo cantaloupe

Para la variable porcentaje de daño en brote una semana después de la aplicación del cletodim, se encontraron diferencias significativas entre dosis; mientras que, para la variable porcentaje de daño en hoja madura se encontraron diferencias significativas

entre cultivares de melón y entre dosis. No hubo efecto significativo en la interacción cultivares por dosis de cletodim, lo que indica que el efecto de las dosis fue similar en los cuatro cultivares de melón.

Con respecto a los cultivares, el Eastern Mystic fue ligeramente más sensible al cletodim en hojas maduras (Cuadro 2); sin embargo, los daños tanto en brotes como en hoja madura fueron menores a 10 % una semana después de aplicado el producto; daño considerado leve de acuerdo con la escala de Amaya (1987), nivel de toxicidad que por ser el melón de un ciclo corto y de crecimiento acelerado rápidamente se recupera.

Cuadro 2. Daño en brotes y hojas maduras (siete días después de la aplicación) causado por cletodim, en cuatro cultivares de melón tipo cantaloupe. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Cultivar | Porcentaje de daño en brotes* | Porcentaje de daño en hoja madura* |
|-----------|-------------------------------|------------------------------------|
| Western L | 3,1 ** a | 6,3 ab** |
| Torrion | 3,3 a | 5,2 b |
| Hymark | 6,1 ab | 4,6 b |
| Eastern M | 6,7 b | 7,9 a |
| C.V. (%) | 123,64 | 71,79 |
| DMS | 3,42 | 2,47 |

* Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

** Valores promedio de las cinco dosis de cletodim.

En los brotes, la aplicación de la dosis más alta de cletodim provocó un daño significativamente mayor al del resto de los tratamientos, mientras que en hojas maduras los mayores daños se presentaron a partir de la dosis de 60 g ia/ha. Tanto en brotes como en hojas maduras, el daño se incrementó conforme aumentó la dosis de cletodim (Cuadro 3). Sin embargo, aún con la dosis más alta evaluada de 84 g ia/ha, el daño fue inferior a 15 %, dentro de una escala de evaluación de cero a cien.

La interacción dosis por cultivares de melón tipo cantaloupe no fue significativa, por lo que el comportamiento de los cuatro materiales evaluados, en lo que respecta a los valores del porcentaje de daño en brotes y en hojas maduras a los siete DDA fue muy parecido entre ellos.

Cuadro 3. Daño en brotes y hojas maduras (siete días después de la aplicación) causado por el cletodim, en melón tipo cantaloupe. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Dosis de cletodim (g ia/ha) | Porcentaje de daño en brotes* | Porcentaje de daño en hojas maduras* |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Testigo | 0 | 0 |
| 36 | 0,3 c ** | 2,5 bc |
| 48 | 0,9 c | 4,1 b |
| 60 | 6,3 b | 9,4 a |
| 72 | 6,9 b | 9,7 a |
| 84 | 14,4 a | 10,0 a |
| C.V. (%) | 123,64 | 71,79 |
| DMS | 4,18 | 3,03 |

*Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de DMS ($p \leq 0,05$).

**Los valores corresponden al promedio de los cuatro cultivares de melón.

La rápida recuperación de la planta de melón en respuesta a las dosis probadas se evidencia ya a los 14 DDA en donde los síntomas de toxicidad observados en los brotes ya habían desaparecido y el porcentaje de daño fue cero.

Algo similar ocurrió en las hojas maduras, en las cuales solo persistió una ligera deformación en algunas hojas con las dosis más altas.

La toxicidad en las hojas en expansión consistió en necrosis en sus bordes, seguida de corrugamiento y deformación de la lámina foliar. A su vez, las hojas completamente extendidas o maduras no fueron afectadas. En los brotes se observó un ligero corrugamiento sin presencia de necrosis y su desarrollo fue más lento comparado con el de las plantas sin tratar (Figura 1). Los brotes de las nuevas guías no mostraron ningún síntoma de toxicidad y tuvieron un crecimiento normal. Estos síntomas fueron similares en todos los tipos de melón evaluados.

No se encontraron diferencias significativas entre las dosis, ni para la interacción dosis por cultivar en relación al número de flores masculinas y femeninas a la segunda semana después de la aplicación del cletodim.

Para las variables número de guías, número de hojas por planta, área foliar, peso seco de tallos y peso seco total de las plantas, sólo se encontraron diferencias significativas entre cultivares, las cuales corresponden a características propias de cada genotipo.

En el Cuadro 4 se incluyen los valores promedio de las características evaluadas en cada cultivar. El Western Laser fue el de menor tamaño y biomasa por planta, mientras que los otros tres cultivares fueron muy similares entre ellos.

Melón tipo honey dew

Con respecto al daño causado por el cletodim una semana después de la aplicación, solamente se observaron diferencias significativas entre dosis. El



Figura 1. Toxicidad en brotes (izquierda) y en hojas maduras (derecha) de plantas de melón, ocasionada por el herbicida cletodim en dosis de 84 g ia/ha. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

Cuadro 4. Efecto del cletodim en el número de guías, número de hojas, área foliar (28 días después de aplicado), peso seco de bejuco y guías y peso total (35 días después de la aplicación) en cultivares de melón tipo cantaloupe. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Cultivar | Número guías | Número hojas | Área foliar (cm ²) | Peso seco (bejuco y guías) (g) | Peso seco total (bejuco, guías y follaje) (g) |
|----------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| Hymark | 4,4 a* | 60,9 a | 1.786 ab | 7,3 a | 15,5 a |
| Eastern Mystic | 2,8 c | 50,0 b | 1.892 a | 7,8 a | 16,6 a |
| Torrion | 3,6 b | 54,4 ab | 1.840 a | 7,7 a | 16,4 a |
| Western Laser | 3,2 bc | 49,2 b | 1.599 b | 5,8 b | 10,6 b |
| C.V. (%) | 36,18 | 22,16 | 22,66 | 27,22 | 22,04 |
| DMS | 0,72 | 6,84 | 232,00 | 1,12 | 1,93 |

*Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de D.M.S ($p \leq 0,05$).

daño se incrementó conforme aumentó la dosis, sin embargo, aún con la dosis más alta, éste fue inferior al 10 %. Este efecto fue ligeramente mayor en las hojas maduras que en los brotes (Cuadro 5).

Al igual que en el caso de los cultivares de melón tipo cantaloupe, los cultivares tipo honey dew no mostraron una interacción significativa con respecto al daño en los brotes y en las hojas maduras a los siete DDA, por lo que el comportamiento de ellos se considera similar. También la recuperación de las plantas

Cuadro 5. Daño de dosis de cletodim siete días después de aplicado, en brotes y hojas maduras de melón honey dew. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Dosis de cletodim (g.i.a./ha) | % de daño brotes (7 dda) | % de daño hojas maduras (1 sda) |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 36 | 0,0 c* | 3,3 c |
| 48 | 0,0 c | 2,1 c |
| 60 | 0,4 bc | 4,6 bc |
| 72 | 4,2 ab | 7,1 ab |
| 84 | 5,8 a | 8,7 a |
| C.V. (%) | 247,10 | 72,73 |
| DMS | 3,5 | 2,73 |

*Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de la DMS ($p \leq 0,05$).

a los 14 DDA fue total, siendo un porcentaje de cero daño tanto en brotes como en hoja madura.

Con respecto a las otras variables evaluadas, solamente se encontraron diferencias significativas entre cultivares en el número de flores femeninas y masculinas, número de guías y área foliar (Cuadro 6).

Melón tipo dorado

Una semana después de la aplicación del cletodim se presentaron daños leves en los brotes y en las hojas maduras de las plantas de este tipo de melón, con diferencias significativas solamente entre dosis. El daño en los brotes fue inferior a 2 % a las dosis de 36 a 72 g ia/ha, mientras que las dosis de 36 a 48 g ia/ha fueron las que menor daño causaron en hojas maduras (Cuadro 7). Posteriormente hubo recuperación completa de las plantas afectadas.

Para el número de flores femeninas evaluadas a la segunda semana después de la aplicación, también se detectaron solo diferencias significativas entre dosis. En este caso, el mayor número de flores se observó cuando se aplicaron las dosis de 36 y 48 g ia/ha (Cuadro 7).

De acuerdo con los datos presentados en el Cuadro 7, dosis bajas de cletodim causaron un aumento en la cantidad de flores femeninas con respecto al testigo. Este tipo de información es importante considerar para futuras investigaciones, que permitan determinar

Cuadro 6. Número de flores masculinas y femeninas, número de guías y área foliar según el cultivar de melón tipo honey dew. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Cultivar | Número de flores masculinas * (14 dda)** | Número de flores femeninas (14 dda) | Número de guías (28 dda) | Área foliar (cm ²) (35 dda) |
|--------------|---|--|-----------------------------|--|
| Orange Flesh | 14,7 a | 1,1 b | 3,0 b | 1656 b |
| Honey Brew | 13,3 a | 1,9 a | 4,0 a | 1734 b |
| Tan Dew | 8,5 b | 1,1 b | 3,5 ab | 2165 a |
| C.V. (%) | 31,86 | 87,06 | 34,67 | 32,09 |
| DMS | 2,24 | 0,66 | 0,70 | 343,85 |

*Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de la DMS ($p \leq 0,05$).

**dda: días después de la aplicación.

Cuadro 7. Efecto de la dosis de cletodim en el porcentaje de daño en brotes y hojas maduras, siete días después de aplicado, y en el número de flores femeninas (14 días después de la aplicación) de cultivares de melón tipo dorado. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Dosis (g ia/ha) | Porcentaje de daño en brotes | Porcentaje de daño en hoja madura | Número flores femeninas |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 0 | - | - | 2,7 a* |
| 36 | 0,0 b | 0,8 c | 4,5 b |
| 48 | 0,8 b | 2,1 c | 3,3 ab |
| 60 | 1,7 b | 6,7 b | 2,3 b |
| 72 | 1,7 b | 7,1 b | 2,1 b |
| 84 | 6,7 a | 13,3 a | 1,9 b |
| C.V. (%) | 184,62 | 72,65 | 62,00 |
| DMS | 2,73 | 2,97 | 1,42 |

*Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de DMS ($p \leq 0,05$).

que posibles efectos de dosis muy bajas o subdosis de este producto, hacen que se estimule o favorezca un aumento en la cantidad de flores femeninas y también determinar si esto se reflejaría en un aumento en el cuaje de frutos y el rendimiento final.

En el resto de las variables no se detectó efecto significativo en ninguno de los factores en estudio, ni en la interacción de ambos.

Con las otras variables evaluadas, se encontraron diferencias significativas entre cultivares para el número de flores masculinas y peso seco del tallo

principal, no para el resto de las variables evaluadas. Estas diferencias se deben a las características propias de cada material, ya que no se detectaron interacciones significativas entre cultivares y dosis de cletodim en ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 7).

Melón tipo piel de sapo

Para las variables porcentaje de daño en brotes y en hoja madura se encontraron diferencias significativas entre cultivares y entre dosis de cletodim, pero no

Cuadro 8. Efecto de la dosis de cletodim en el porcentaje de daño en brotes y en hojas maduras, siete días después de aplicado, en cultivares de melón tipo piel de sapo. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Dosis de cletodim (g.i.a./ha) | Porcentaje de daño en brotes | Porcentaje de daño en hojas maduras |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Testigo | 0 | 0 |
| 36 | 0,0 a* | 1,3 a |
| 48 | 0,0 a | 2,5 a |
| 60 | 3,8 ab | 9,4 b |
| 72 | 1,3 a | 10,0 b |
| 84 | 5,6 b | 10,6 b |
| C.V. (%) | 224,46 | 74,81 |
| DMS | 4,03 | 4,27 |

*Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de la DMS ($p \leq 0,05$).

para la interacción de ambos factores, lo que indica que los cultivares de este tipo de melón respondieron de manera similar a las dosis de cletodim. Este herbicida causó daños muy leves en los brotes, mientras que en las hojas maduras, estos fueron mayores, especialmente con las dosis más altas (Cuadro 8). Desde el punto de vista del daño al brote, las dosis de 36 a 72 g ia/ha fueron las que menos afectaron; mientras que si se considera el porcentaje de daño en hojas maduras, las dosis de 36 a 48 g ia/ha fueron las que menos afectaron el cultivo. Al igual que el resto de los

tipos de melón evaluados, los cultivares piel de sapo presentaron un rápida recuperación 14 DDA, en donde los síntomas llegaron a un grado de daño cero.

Con respecto al resto de las variables evaluadas no se determinaron diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación consideradas en el análisis estadístico. Las diferencias se deben a características propias de cada material, algunas de ellas se presentan en el Cuadro 9.

Melón tipo tendral

Con respecto al porcentaje de daño, una semana después de la aplicación en el cultivar Verde Tardío, sólo se encontraron diferencias significativas en hoja madura, siendo las dosis de 36 y 48 g ia/ha, las que causaron menos daño (1 a 4%) (Cuadro 10). No se observó daño en los brotes en ninguna de las dosis evaluadas.

Para la variable número de flores, a las dos semanas después de la aplicación, sólo se encontraron diferencias significativas en las flores femeninas. Apparentemente hubo un estímulo en la floración femenina con la dosis de 36 g ia/ha de cletodim, pero un efecto inhibitorio en dosis superiores a 48 g ia/ha, comparado al testigo que no recibió cletodim (Cuadro 10). Al igual que, en los melones tipo dorado, se presenta de nuevo en el tipo tendral un efecto estimulador de la floración femenina, que como anteriormente se mencionó es importante investigar en este tema.

El resto de variables en estudio no fueron afectadas por las dosis de cletodim probadas. Las diferencias se deben a características propias de cada material, algunas de ellas se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 9. Número de flores masculinas y femeninas, número de guías y área foliar según cultivar de melón tipo piel de sapo. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Cultivar | Número de flores masculinas (14 dda)* | Número de flores femeninas (14 dda) | Número de guías (28 dda) | Número de hojas (28 dda) |
|----------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Piñonet | 7,54 a | 0,92 a | 4,17 a | 64,08 a |
| Sancho | 7,25 a | 0,88 a | 3,42 b | 66,29 a |
| C.V. (%) | 103,25 | 118,8 | 30,93 | 25,37 |
| DMS | 4,4 | 0,6 | 0,7 | 9,7 |

*dda: días después de la aplicación.

Cuadro 10. Efecto de dosis de cletodim en el porcentaje de daño en hojas maduras y brotes, y en el número de flores femeninas en melón tipo tendral. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Tipo Cultivar | | Tendral (Verde tardío) | |
|----------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| Dosis cletodim (g i.a./ha) | % daño brotes | % daño hoja madura | Número flores femeninas |
| Testigo | 0 ns* | - | 1,8 b |
| 36 | 0 | 1 d** | 3,4 a |
| 48 | 0 | 4 b | 0,8 bc |
| 60 | 0 | 17 a | 0,2 c |
| 72 | 0 | 12 a | 0,4 c |
| 84 | 0 | 12 a | 0,6 c |
| C.V. (%) | 547,72 | 61,30 | 72,17 |
| DMS | 3,57 | 6,13 | 1,13 |

*ns: sin diferencias significativas.

**Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de la DMS ($p \leq 0,05$).

Melón tipo Galia

En este tipo de melón se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de daño en los brotes y en las hojas maduras, siendo la dosis de 36 a 48 g ia/ha las que causaron menor efecto (Cuadro 12). Con respecto a la variable número de flores femeninas a las dos semanas después de la aplicación, se notó un incremento en el número de éstas con la dosis de 60 g ia/ha, comparado al testigo que no recibió cletodim (Cuadro 12), sin embargo la cantidad de flores con la dosis de 48 g ia/ha fue menor que el testigo; de acuerdo con estos datos el resultado es un poco errático por lo que se debe investigar más en el tema de la floración.

No se encontraron diferencias significativas para el resto de las variables evaluadas.

En el Cuadro 13 se presentan los promedios de algunas de las variables evaluadas en el melón tipo galia.

En todos los cultivares y tipos de melón evaluados en este estudio, el cletodim aplicado a los doce días

Cuadro 11. Número de flores masculinas y femeninas, número de guías y número de hojas según cultivar de melón tipo tendral. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Cultivar | Número de flores masculinas (14 dda)* | Número de flores femeninas (14 dda) | Número de guías (28 dda) | Número de hojas (28 dda) |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Verde Tardío | 14,43 | 1,2 | 3,53 | 59,70 |
| C.V. (%) | 33,50 | 72,17 | 52,95 | 44,53 |
| DMS | 2,6 | 0,5 | 0,9 | 14,2 |

*dda: días después de la aplicación.

Cuadro 12. Efecto de dosis de cletodim en el porcentaje de daño en hojas maduras y brotes y en el número de flores femeninas en melón tipo galia. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Tipo Cultivar | | Galia (Solar King)* | |
|----------------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| Dosis cletodim (g i.a./ha) | % daño brotes | % daño hoja madura | Número flores femeninas |
| Testigo | 0 b | 0 d | 1,0 c |
| 36 | 0 b | 4 cd | 2,0 b |
| 48 | 0 b | 8 bc | 0,8 d |
| 60 | 4 b | 13 ab | 2,8 a |
| 72 | 5 ab | 17 a | 0,2 e |
| 84 | 13 a | 15 a | 1,0 c |
| C.V. (%) | 180,39 | 50,85 | 92,09 |
| DMS | 8,63 | 6,30 | 1,56 |

*Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según la prueba de DMS ($p \leq 0,05$).

Cuadro 13. Número de flores masculinas y femeninas, número de guías y número de hojas según cultivar de melón tipo galia. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 2003-2004.

| Cultivar | Número de flores masculinas (14 dda)* | Número de flores femeninas (14 dda) | Número de guías (28 dda) | Número de hojas (28 dda) |
|------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Solar King | 17,80 | 1,30 | 2,73 | 71,57 |
| C.V. (%) | 31,14 | 92,09 | 48,40 | 19,93 |
| DMS | 2,9 | 0,6 | 0,7 | 7,6 |

*dda: días después de la aplicación.

después del trasplante causó daños leves, con un ligero incremento dentro de esta misma categoría, al utilizar dosis entre los 72 y 84 g ia/ha; mientras que el rango de 36 a 60 g ia/ha causó los menores valores de daño tanto en brotes como en hoja madura. Estos resultados respaldan algunas observaciones de campo del año 2004 cuando se informó de cierta toxicidad relacionada con el cletodim en melón honey dew en plantaciones ubicadas en la península de Nicoya (Herrera 2004)⁴; y también con los resultados obtenidos por Herrera (2004)⁴, quien, en un estudio con diferentes formulaciones de cletodim, observó síntomas de toxicidad en melón tipo honey dew cuando se utilizaron dosis de 84 a 120 g ia/ha, con algunas variaciones entre formulaciones experimentales. Zollinger y Howatt (2005) también encontraron variaciones en la selectividad y eficacia entre formulaciones de cletodim. Sin embargo, desde el punto de vista del uso y selectividad de este herbicida, según la literatura, no se esperaba un efecto negativo en el cultivo de melón, ya que se menciona como específico para el control de malezas poáceas, y su uso está registrado en un elevado número de cultivos dicotiledóneos pertenecientes a varias familias botánicas; entre ellas las cucurbitáceas (Valent Usa Corporation 2006, Vencill 2002, Umeda *et al.* 2001).

Los síntomas de toxicidad fueron idénticos en los diferentes cultivares de melón, con pocas variaciones en la intensidad de estos, entre cultivares. Estos síntomas fueron diferentes a los que produce el cletodim en la familia de las poáceas; en las cuales ocurre una inhibición rápida en el crecimiento, clorosis, coloración púrpura de los tejidos nuevos, pudrición de los nudos

y fácil desprendimiento del cogollo, concluyendo en necrosis y muerte de las plantas (Vencill 2002). Estos síntomas generalmente son más evidentes a partir de los siete DDA y son comunes entre los herbicidas de los grupos químicos ciclohexanodiona (al cual pertenece el cletodim) y ariloxifenoxi-propionato, e inhiben la enzima acetil-CoA carboxilasa (ACCasa) que cataliza la formación de ácidos grasos, necesarios en la síntesis de fosfolípidos que son utilizados en la construcción de membranas requeridas para el crecimiento celular (Vencill 2002). Las especies dicotiledóneas son naturalmente resistentes a estos dos grupos químicos debido a que poseen una ACCasa insensible a estos herbicidas (Vencill 2002). En el caso de melón, los síntomas observados fueron clorosis en los bordes de las hojas y partes de la lámina con corrugamiento de la misma; síntomas que generalmente ocurren cuando se da una inhibición en el crecimiento de las venas y no de la lámina. Además, la inhibición en el crecimiento fue muy leve y posteriormente el nuevo tejido mostró un crecimiento normal, lo que da indicios de que el efecto del cletodim fue más de tipo localizado y no sistémico como ocurre en las poáceas, pudiendo estar relacionados con los solventes que se utilizan en el proceso de formulación del cletodim, ya que no se agregaron coadyuvantes a la mezcla de este herbicida con el agua de aspersión. En estos experimentos se utilizó la formulación comercial de cletodim disponible en Costa Rica, siendo importante evaluar a futuro otras formulaciones comerciales cuando estén disponibles.

En este estudio, aunque sin significancia estadística, se observaron pequeñas diferencias entre cultivares con respecto a la susceptibilidad al cletodim; lo cual podría estar relacionado con aspectos fisiológicos y morfológicos propios de esos cultivares. Con las

⁴ Herrera, F. 2004. Programa de malezas (entrevista). Alajuela, CR, Universidad de Costa Rica.

variables evaluadas en este experimento no fue posible explicar esas diferencias; sin embargo, los tipos dorado y piel de sapo fueron los menos susceptibles al cletodim, pero a su vez los de mayor crecimiento, lo que les podría permitir una recuperación más rápida, comparado a los otros tipos de melón. No obstante, el porcentaje de daño en el rango de dosis evaluado fue inferior al 20 %; donde valores entre 1 y 30 % se consideran leves según la escala de Amaya (1987). A la segunda semana después de la aplicación el crecimiento de las plantas fue abundante y sano, por lo que el porcentaje de daño fue cero en todos los cultivares y dosis de cletodim evaluadas; notándose solo algunas hojas viejas con cierta deformación.

Debido a que en Costa Rica regularmente se han utilizado dosis de cletodim de 84 a 120 g ia/ha, con presencia de toxicidad en las plantas de melón asociadas a este herbicida (Herrera 2004³), los datos obtenidos en estos ensayos, aunque en condiciones de invernadero, indican que se podrían probar en otros experimentos en melón a nivel de campo, un rango de dosis entre 36 y 84 g ia/ha, en cualquiera de los tipos de melón evaluados, para determinar si se obtiene una respuesta parecida: daños leves siete días después de la aplicación, y completa recuperación de las plantas en los siguientes días. La posibilidad de poder utilizar dosis de cletodim menores a los recomendados en otros sitios y cultivos, además de melón (Valent, USA Corporation, 2006, Vencill (2002), depende de que éstas sean eficaces para combatir las principales poáceas que afectan al melón. En este sentido, trabajos posteriores, realizados por Loría (2008), indican que el rango de dosis de cletodim entre 48 y 84 g ia/ha fueron efectivos para combatir las especies *Echinochloa colona*, *Digitaria* sp., *Ixophorus unisetus* y *Rottboellia cochinchinensis* cuando fueron aplicadas en estado de dos a tres hojas: mientras que en estados de ahijamiento no hubo buen combate de las mismas.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones en que se realizaron los experimentos, todos los cultivares de melón mostraron una respuesta similar a las dosis de cletodim evaluadas; con daños leves durante la primera semana después de la aplicación, y recuperación de las mismas a partir de la segunda semana después de la aplicación.

LITERATURA CITADA

- Amaya, H. 1987. Selectividad del herbicida Galant 75 en el cultivo del arroz en Colombia. *Biokemia* 39:16-24.
- Arias, E. 2003. Manejo fitosanitario de una plantación de melón, Abangaritos, Puntarenas Temporada 2000-2001. *Práctica Dirigida*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 185 p.
- Brandenberger, LP; Shreffler, JW; Talbert, RE; Payton, ME; Wells, LK; McLelland, M. 2005. Preemergence weed control in direct-seeded watermelon. *Weed Technology* 19:706-712.
- Castro, H. 1993. Estrategias de manejo en melón (*Cucumis melo* L.) en una rotación arroz-melón irrigado por goteo en una localidad de Guanacaste, Costa Rica. Tesis de Maestría. San José, Costa Rica. Sistema de Estudio de Posgrado, Universidad de Costa Rica. 113 p.
- Chaverri, F; Gadea, A. 2002. Alternativas al uso de bromuro de metilo en Costa Rica para el cultivo de melón. Ed. UNA. Heredia, Costa Rica. 52 p.
- Cleber DG; Maciel, JC; Rummy, G. 2002. Seletividade e eficiência agronômica de herbicidas no controle de capim-colchão na cultura da melancia. *Horticultura Brasileira* 20(3):474-476.
- EPA (Environmental Protection Agency). 2001. Federal Register of Clethodim. Volume 66, Number 108. Consultado: 30 marzo 2007. Disponible en: www.epa.gov/fe-drgstr/EPA-PEST/2001/June/Day-05/p14086.htm
- Herrera, F. 2003. Manejo del rastrojo, las arvenses y el arroz voluntario en un sistema de rotación frijol-arroz. Tesis de Doctorado. San José, Costa Rica. Sistema de Estudio de Posgrado. Universidad de Costa Rica. 182 p.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). S.f. Clethodim. Consultado: 30 marzo 2007. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/plaguicidas/pdf/clethodim.pdf>.
- Loría, CL. 2008. Alternativas de manejo de poáceas en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.). Tesis de Maestría. Sistema de Estudio de Posgrado. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 102 p.
- Rosales-Robles, E; Chandler J; Senseman, S; Salinas-García, J. 2001. El estado de desarrollo afecta la respuesta del zacate Jonson (*Sorghum halepense* (L.) Pers) a los herbicidas nicosulfuron y clethodim. *Agrociencia* 35: 525-533.
- Stall, W. 2006. Weed control in cucurbit crops (muskmelon, cucumber, squash, and watermelon). Consultado: 28 marzo 2007. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/WG029>

- Umeda, K; Lund, N; Mac Neil, D; Roberts, D. 2001. Grass weed control in melons. University of Arizona College of Agriculture 2001 Vegetable Report. Consultado: 20 nov. 2008. Disponible: <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1252/>
- Valent. USA. Corporation. 2006. Select 2EC Herbicide. Consultado: 28 marzo 2007. Disponible en: <http://www.cypress.com/docs/LABEL/L3829.PDF>
- Vencill, W. 2002. Herbicide handbook. Weed Science Society of America. 8 ed. USA. 493 p.
- Zollinger, R; Howatt, K. 2005. Influence of clethodim formulation and oil adjuvants on weed control and overcoming herbicide antagonism. *Journal of ASTM International (JAI)* 2(6):1-7.