

Patrón de uso de plaguicidas de alto riesgo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera

Pattern of use high risk pesticides in the crop of melon (*Cucumis melo* L.) in the Comarca Lagunera

Gabriela Vargas-González¹, Vicente de Paul Alvarez-Reyna², César Guigón-López³, Pedro Cano-Ríos^{2*}, Florencio Jiménez-Díaz², Jesús Vásquez-Arroyo², Mario García-Carrillo²

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón, Carretera Torreón-Matamoros km 7.5, Ciudad Universitaria, CP 27275, Torreón, Coahuila, México.

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez km 2, CP. 27054, Torreón, Coahuila, México

³ Centro de Investigación para los Recursos Naturales, Antigua normal rural de Salaices, CP. 33941, Salaices, Chihuahua, México

*Autor de correspondencia: canorp49@hotmail.com

Artículo científico recibido: 29 de abril de 2014, **aceptado:** 20 de octubre de 2015

RESUMEN. El melón (*Cucumis melo* L.) es una de las hortalizas más importantes en México, donde la Comarca Lagunera destaca como la principal región melonera. Es un cultivo atacado por diversas plagas y enfermedades que limitan su producción, por lo que su control depende del uso plaguicidas sintéticos. Con el fin de identificar los tipos de plaguicidas, sus formas de uso en la producción de melón en la Comarca Lagunera y analizar el perfil toxicológico de los plaguicidas más usados, se realizó un estudio descriptivo transversal durante el ciclo agrícola 2010 mediante una encuesta en 19 predios seleccionados por muestreo dirigido en las principales áreas de producción. De acuerdo con los resultados, se usaron 50 ingredientes activos (i.a.) de 26 grupos químicos, el 26 % de i.a., no están autorizados para melón por la COFEPRIS y 46 % son altamente peligrosos para la salud y el ambiente según el PAN International. En todos los predios se practicó la subdosificación o sobredosificación y en 95 % se emplearon mezclas con dos a seis plaguicidas. De los siete plaguicidas más usados seis son de alto riesgo sanitario y ambiental, estos fueron carbofuran (68 %), endosulfan (58 %), clorotalonil (58 %), mancozeb (53 %), imidacloprid (47 %) y metamidofos (42 %). Estos resultados muestran la necesidad de fomentar alternativas de control fitosanitario que disminuyan el uso de plaguicidas sintéticos, así como promover una regulación estricta que vigile su uso correcto y prohíba los plaguicidas altamente peligrosos.

Palabras clave: Agroquímicos, toxicidad, contaminación ambiental, seguridad alimentaria

ABSTRACT. The melon (*Cucumis melo* L.) is one of the most important vegetables in Mexico, where the Comarca Lagunera is the region with the largest melon production. This crop is attacked by various pests and diseases that limit their production by what has been created dependence on synthetic pesticides use for their control. In order to identify the types of pesticides and their forms of use in the production of melon and analyze the toxicological profile of the most used, a cross-sectional study was conducted during the 2010 agricultural cycle through a survey on 19 plots selected by purposive sampling in major areas of producing. According to the results, 50 active ingredients (a.i.) of 26 chemical groups were used. Of total a.i. 26 % are not authorized to melon by COFEPRIS and 46 % are highly hazardous to health and the environment by PAN International. In all plots was practiced under dosing or overdosing and 95 % mixtures were used with two to six pesticides. Of the seven most used pesticides six are high health and environmental risk, they were carbofuran (68 %), endosulfan (58 %), chlorothalonil (58 %), mancozeb (53 %), imidacloprid (47 %) and methamidophos (42 %). These results show the need to encourage alternative phytosanitary control to decrease the use of synthetic pesticides, as well as promote strict regulation to oversee its proper use and banning highly hazardous pesticides.

Key words: Agrochemicals, toxicity, environmental pollution, food safety

INTRODUCCIÓN

El melón es uno de los cultivos de mayor importancia económica y social en México, del cual se cosechan en promedio 21 500 ha con una producción de 543 000 t. La Comarca Lagunera, formada por 10 municipios del estado de Durango y cinco del estado de Coahuila, destaca como la región melonera más importante del país con una superficie sembrada de 5 300 ha y producción promedio de 115 000 t (Espinoza-Arellano *et al.* 2011). En la región, los municipios de Matamoros y Viesca en Coahuila, así como Tlahualilo y Mapimí en Durango, destacan como los principales productores. El cultivo es atacado por diversas plagas y enfermedades que afectan y limitan su producción, por lo que se ha creado dependencia del uso plaguicidas sintéticos para su control (Nava-Camberos *et al.* 2007, Pérez-Herrera *et al.* 2012). Entre las plagas de mayor importancia en la región destacan la mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae), el pulgón del melón *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), el minador de la hoja *Liriomyza sativae* Blanchard y *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) y el gusano barrenador del melón *Diaphania hyalinata* Linnaeus (Lepidoptera: Crambidae) (Nava-Camberos *et al.* 2007). Las enfermedades de mayor incidencia son la cenicilla polvorienta *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend) Pollaci, el tizón temprano *Alternaria cucumerina* (Ellis & Everhart) Elliott, el amarillamiento (Virus del Amarillamiento y Achaparramiento de las Cucurbitáceas) y los mosaicos (Virus Mosaico Amarillo del Zucchini, Virus Mosaico de la Sandía variante 2) (Chew-Madinaveitia *et al.* 2008).

Para el control de insectos, hongos, bacterias, virus y hierbas que afectan al cultivo se aplican plaguicidas, sustancias químicas que incluyen una gran variedad de productos diferentes en su composición, propiedades fisicoquímicas y toxicidad (March 2014). Por su origen, estos productos se clasifican en naturales o botánicos (extractos de plantas), biológicos (virus o microorganismos), inorgánicos (minerales) y sintéticos (CICOPLAFEST

2004). Los plaguicidas sintéticos son diseñados por el hombre y usados para el control de plagas agrícolas, se consideran como la medida más aceptada y eficaz para lograr la máxima producción y mejor calidad en los cultivos (Pérez-Olvera *et al.* 2011). Dependiendo de su estructura se clasifican en diversos grupos químicos entre los que destacan los organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. Por su toxicidad aguda, la Organización Mundial de la Salud (OMS) los clasifica en extremadamente peligrosos, muy peligrosos, moderadamente peligrosos y ligeramente peligrosos (CICOPLAFEST 2004). Por su parte, La Red Internacional de Acción en Plaguicidas (PAN Internacional) reúne en la lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos (HHP) a los plaguicidas que presentan niveles altos de toxicidad aguda o crónica para la salud humana o el medio ambiente; en esta lista una sustancia puede tener una o más de las características descritas (PAN Internacional 2014).

El uso intensivo de estos agroquímicos, la elección de productos muy tóxicos sobre otros menos tóxicos y prácticas de uso incorrecto ocasionan numerosos efectos adversos en los ecosistemas (Chirinos y Geraud-Pouey 2011, Ruiz-Nájera *et al.* 2011). Entre los que se pueden mencionar intoxicaciones, enfermedades crónicas y muerte en humanos, animales domésticos y silvestres; bioacumulación en las cadenas alimentarias, fitotoxicidad en plantas, reducción de insectos benéficos y fauna edáfica importante, surgimiento de nuevas plagas, desarrollo de resistencia de plagas y contaminación del suelo, agua y aire (Gill y Garg 2014, March 2014).

En México el consumo promedio de plaguicidas es de 35 000 t año⁻¹ (Ortíz *et al.* 2014). Los grupos químicos más utilizados en el cultivo de hortalizas son los organofosforados, carbamatos, piretroides y organoclorados (Pérez-Olvera *et al.* 2011). Estos plaguicidas provocan en promedio 3 500 intoxicaciones agudas al año (Ortíz *et al.* 2014), daños crónicos en la salud de los trabajadores agrícolas y de los habitantes de las zonas cercanas a los sitios de cultivo (Pérez-Herrera *et al.* 2012, Gómez-Arroyo *et al.* 2013); también se han detec-

tado residuos en vegetales frescos (Pérez-Olvera et al. 2011). Debido a que no existen reportes sobre el uso de plaguicidas en el cultivo de melón en la Comarca Lagunera, los objetivos de este estudio fueron: identificar los tipos de plaguicidas y sus formas de uso, y analizar el perfil toxicológico de los productos más utilizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo agrícola 2010 se desarrolló un estudio descriptivo de corte transversal, mediante la aplicación de una encuesta a los propietarios o representantes de 19 predios seleccionados por muestreo dirigido en los municipios de Matamoros y Viesca en Coahuila, y en Tlahualilo y Mapimí en Durango. Los municipios de Matamoros y Viesca se consideraron como una sola área debido a que por su cercanía, los patrones climáticos y los sistemas de producción son similares.

Los predios se tipificaron por niveles de tecnificación en: 1) acolchado en cama con riego por goteo (ACm-RGt), 2) acolchado en canal con riego por gravedad (ACn-RGr) y 3) suelo desnudo con riego por gravedad (SD-RGr). En los 19 predios se sembró el híbrido Cruisier y en 13 de ellos se sembraron otros híbridos, entre los que destacan los híbridos Expedition y Magno. El cuestionario se diseñó para obtener información de características tecnológicas y de producción de los sistemas de cultivo, los nombres de los productos usados, dosis, número de aplicaciones y uso de mezclas. La encuesta se validó por cinco investigadores expertos en el tema quienes emitieron su juicio y sugerencias.

Para la caracterización de los plaguicidas se consultaron diferentes fuentes de información. La actividad biocida y el grupo químico, se consultó en la Base de Datos de las Propiedades de los Plaguicidas (PPDB 2014). La situación legal en México, se consultó en el sistema de registros autorizados de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la Secretaría de Salud (COFEPRIS 2014). El perfil toxicológico se determinó con la lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos (HHP) de la Red Internacional de Ac-

ción en Plaguicidas (PAN International 2014). Los datos se capturaron en Microsoft Excel 2010 y se analizaron mediante estadística descriptiva para la determinación de frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS

Características y nivel tecnológico de los sistemas de producción

La superficie sembrada fue de 2 a 20 ha para los predios con SD-RGr, de 3 a 7 ha con ACn-RGr y de 3 a 194 ha con ACm-RGt. En Matamoros y Viesca se sembró en fechas tempranas (enero a marzo) y tardías (julio y agosto). En Tlahualilo sólo se sembró en fechas intermedias (abril) y en Mapimí en fechas intermedias (marzo a mayo) y tardías (junio).

Los predios con ACm-RGt fueron diferentes de los ACn-RGr y SD-RGr por utilizar mayor mecanización, superficie cultivada y por la tenencia de la tierra, que fue pequeña propiedad y arrendamiento de tierras ejidales. Los predios con ACm-RGt fueron de tipo altamente tecnificados, grandes superficies, cuentan con empaque propio y comercializan el producto en cadenas de supermercados bajo el esquema de agricultura por contrato y trasladan la cosecha a empaques comunitarios y comercializan el producto con intermediarios. Esta última vía de comercialización también se observó en todos los predios con ACn-RGr y SD-RGr. Sobre el consumo de plaguicidas se encontró que la cantidad de ingredientes activos (i.a.) aplicada al cultivo aumentó en fechas de siembra tardías, principalmente en los sistemas de producción con ACm-RGt y ACn-RGr.

Plaguicidas usados

Se usaron 50 i.a. de 26 grupos químicos. Por su acción biocida, 50 % de los i.a. son fungicidas (F), fungicidas/bactericidas (F/B) y fungicidas/acaricidas (F/AC); 44 % son insecticidas (I) insecticidas/acaricidas (I/AC), insecticidas/acaricidas/nematicidas (I/AC/N), inductores de resistencia viral (IRV), reguladores de crecimiento de insectos (RCI) y repelentes de insectos.

tos (RP); 4 % son bactericidas (B) y 2 % herbicidas (H) (Tabla 1). Los grupos químicos más utilizados fueron los fungicidas bencimidazoles y triazoles, y los insecticidas organofosforados y piretroides, con cuatro i.a. por grupo. De los 50 i.a. usados 46 % aparecen en la lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos del PAN International y 26 % no están autorizados para su uso en el cultivo de melón por la COFEPRIS (Tabla 1).

Los plaguicidas más usados se muestran en la Tabla 2; cuatro son insecticidas: endosulfan (organoclorado), carbofuran (carbamato), imidacloprid (neonicotinoide) y metamidofos (organofosforado). Tres son fungicidas: clorotalonil (cloronitrilo), mancozeb (carbamato) y metalaxil-M (fenilamida). Su uso fue muy variable y con excepción del metalaxil-M, estos plaguicidas están incluidos en la lista de PAP.

Dosis y número de aplicaciones

En todos los predios se subdosificaron o sobredosificaron plaguicidas. Imidacloprid y metamidofos se aplicaron de acuerdo a las recomendaciones de las etiquetas de los productos comerciales. Endosulfan, carbofuran, clorotalonil, mancozeb y metalaxil-M, se subdosificaron en la mayoría de los predios (Tabla 3). De los 13 plaguicidas no autorizados para el cultivo de melón, seis se sobredosificaron (carbendazim, betaciflutrin, oxitetraciclina, clorpirifos etil, estreptomina, spinetoram), cinco se usaron en las dosis recomendadas (propiconazol, amitraz, iprodiona, pirimetanil, kasugamicina) y dos se subdosificaron (tiabendazol, fluazifop-p-butil).

En Matamoros y Viesca, en los predios con ACm-RGt se realizaron en promedio siete y 21 aplicaciones en siembras tempranas y tardías, respectivamente. En los predios con ACn-RGr, el promedio fue de cinco y ocho aplicaciones. En esta área

de producción se ubicó un predio con ACm-RGt altamente tecnificado, en el cual se realizaron ocho aplicaciones en fechas tempranas y no se sembró en fechas tardías.

En Tlahualilo, en los predios con ACm-RGt, ACn-RGr y SD-RGr el promedio de aplicaciones en fechas intermedias fue de nueve, cinco y cinco, respectivamente. En Mapimí, los predios con ACm-RGt, ACn-RGr y SD-RGr el promedio de aplicaciones en fechas intermedias fue de ocho, nueve y seis; y en fechas tardías fue de 12, 11 y nueve, respectivamente. En este municipio se localizó el predio con ACm-RGt con mayor superficie de siembra y nivel de tecnificación. En donde se aplicaron ocho y 18 aplicaciones en siembras intermedias y tardías, respectivamente. Los plaguicidas que más se aplicaron en siembras tardías fue el clorotalonil en Mapimí y endosulfan en Matamoros y Viesca (Tabla 3).

Uso de mezclas

El empleo de mezclas de plaguicidas se observó en el 95 % de los predios, con mayor uso en siembras intermedias y tardías. En los municipios de Matamoros y Viesca, se identificaron 25 mezclas en su mayoría de insecticidas, con el uso del endosulfan en el 32 % de las mezclas (Tabla 4). En el municipio de Tlahualilo se registraron 12 mezclas, predominando las de fungicidas; en el 50 % de ellas se empleó el oxiclورو de cobre. En el municipio de Mapimí se identificaron 25 tipos de mezclas, principalmente de fungicidas y/o bactericidas con un insecticida; usándose el clorotalonil en el 64 % de las mezclas, hasta con dos formulaciones comerciales en la misma mezcla. En tanto que el predio altamente tecnificado de Mapimí (5 %) no se aplicaron mezclas.

Tabla 1. Características biocidas, químicas, legales y toxicológicas de los plaguicidas usados en la producción de melón en la Comarca Lagunera.

Plaguicida	Acción biocida	Grupo químico	Autorizado para melón	Altamente peligroso	Plaguicida	Acción biocida	Grupo químico	Autorizado para melón	Altamente peligroso
Oxiteraciclina	B	Antibiótico	No	No	Propiconazol	F	Triazol	No	No
Estreptomina	B	Antibiótico	No	No	Tebuconazol	F	Triazol	Si	No
Kasugamicina	F/B	Antibiótico	No	No	Amitraz	I/AC	Amidina	No	No
Carbendazim	F	Bencimidazol	No	Si	Abamectina	I/AC/N	Avermectina	Si	Si
Tiabendazol	F	Bencimidazol	No	No	Extracto de Neem	RCI	Botánico	Si	No
Tiofanato metílico	F	Bencimidazol	Si	No	Extracto de ajo	RP	Botánico	Si	No
Benomil	F/AC	Bencimidazol	Si	Si	Carbofuran	I/AC/N	Carbamato	Si	Si
Propamocarb	F	Carbamato	Si	No	Clorantraniliprol	I	Diamida antranilica	Si	Si
Mancozeb	F	Carbamato	Si	Si	Fluzifop-p-butil	H	Fenoxipropionato	No	Si
Cymoxanil	F	Cianoacetamida	Si	No	Acetamiprid	I	Neonicotinoide	Si	No
Clortalonil	F	Cloronitrilo	Si	Si	Imidacloprid	I	Neonicotinoide	Si	Si
Iprodiona	F	Dicarbocimida	No	Si	Tiametoxam	I	Neonicotinoide	Si	No
Azoxistrobin	F	Estrobirulina	Si	No	Terpenoides	IRV	Orgánico natural	Si	No
Piraclostrobin	F	Estrobirulina	Si	No	Endosulfan	I/AC	Organoclorado	Si	Si
Metaxil-M	F	Fenilamida	Si	No	Malatión	I/AC	Organofosforado	Si	Si
Captan	F/B	Ftalimida	Si	No	Metamidofos	I/AC	Organofosforado	Si	Si
Oxicloruro de cobre	F	Inorgánico	Si	No	Clorpirifos etil	I	Organofosforado	No	Si
Azufre elemental	F/AC	Inorgánico	Si	No	Dimetoato	I/AC	Organofosforado	Si	No
Sulfato de cobre	F/B	Inorgánico	Si	No	Betaciflutrin	I	Piretroide	No	Si
Dimetomorf	F	Morfolina	Si	Si	Lambdaciactotrina	I	Piretroide	Si	Si
Cobre carboxílico	F	Cobre orgánico	Si	No	Cipermetrina	I	Piretroide	Si	Si
Pirimetaniil	F	Pirimidina	No	No	Permetrina	I	Piretroide	Si	Si
Quinoxifen	F	Quinolina	Si	Si	Spinetoram	I	Espinosina	No	Si
Difenocozol	F	Triazol	Si	No	Spinosad	I	Espinosina	Si	Si
Miclobutanil	F	Triazol	Si	No	Ciromazina	RCI	Triazina	Si	Si

Tabla 2. Situación legal, perfil toxicológico y porcentaje de uso de los plaguicidas más usados en la producción de melón en la Comarca Lagunera.

Plaguicida	Autorizado para melón	Altamente peligroso	Porcentaje de productores			
			Matamoros y Viesca (n=7)	Tlahualilo (n=6)	Mapimí (n=6)	Regional (n=19)
Endosulfan	Si	Si	71	67	67	68
Clorotalonil	Si	Si	57	17	100	58
Carbofuran	Si	Si	100	33	33	58
Metalaxil-M	Si	No	57	17	83	53
Mancozeb	Si	Si	43	67	50	53
Imidacloprid	Si	Si	71	17	50	47
Metamidofos	Si	Si	57	17	50	42

El número de plaguicidas mezclados, fue similar en todos los municipios estudiados. En los predios con ACm-RGt se mezclaron de dos a tres productos comerciales con un i.a. cada uno. En tanto que en los predios con ACn-RGr se mezclaron de dos a seis productos comerciales, con al menos un producto formulado con dos a tres i.a. mientras que en los predios con SD-RGr del municipio de Tlahualilo se mezclaron dos productos comerciales con un i.a. cada uno. En los predios con SD-RGr en Mapimí se mezclaron de dos a cinco productos comerciales, con al menos un producto formulado con dos i.a.

DISCUSIÓN

Características y nivel tecnológico de los sistemas de producción.

El melón es uno de los cultivos más tecnificados de la Comarca Lagunera. El nivel tecnológico se relaciona con el uso de semillas híbridas, insumos agrícolas, empleo de acolchados plásticos, riego por goteo y abejas polinizadoras (Espinoza-Arellano et al. 2011). La tecnología de producción también considera el uso intensivo de plaguicidas sintéticos para el control fitosanitario del cultivo (Nava-Camberos et al. 2007). En este estudio se observó que la primera condicionante para el uso elevado de plaguicidas son las fechas de siembra tardías, con mayor uso de plaguicidas en los sistemas de producción con ACm-RGt y ACn-RGr. Esta situación se debe al aumento de la incidencia y la severidad de plagas y enfermedades a medida que el cultivo se

establece de forma tardía (Chew-Madinaveitia et al. 2008), por lo que se hace necesario un incremento del número de aplicaciones (Nava-Camberos et al. 2007).

El mayor uso de plaguicidas en los sistemas de producción más tecnificados puede relacionarse con su capacidad de inversión (Espinoza-Arellano et al. 2011). Mientras que en los predios altamente tecnificados que producen por contrato, se realizó un mejor uso de plaguicidas. Esto obedece a que las cadenas comerciales exigen estándares de calidad, que representen menor riesgo para la salud de los consumidores (Espinoza-Arellano et al. 2011). En estos predios se reduce el uso de plaguicidas, mediante un adecuado manejo fitosanitario del cultivo (Nava-Camberos et al. 2007), aunque los plaguicidas utilizados con mayor frecuencia son los mismos que en el resto de los predios.

Dosis y número de aplicaciones

En la región es una práctica común la subdosificación, sobredosificación y la aplicación repetida de un mismo plaguicida. Lo que favorece la resistencia de las plagas y el surgimiento de plagas secundarias, por lo que es necesario elevar las dosis o aumentar la frecuencia de aplicaciones; lo que se complica por la pérdida de la efectividad de los plaguicidas (Chirinos y Geraud-Pouey 2011). Lo que genera la acumulación de residuos tóxicos en frutos, la contaminación del medio ambiente e intoxicaciones en los trabajadores agrícolas (Gill y Garg 2014).

Tabla 3. Dosis aplicada, número de aplicaciones y dosis recomendada de los plaguicidas más usados que tuvieron mayor número de aplicaciones en la producción de melón en la Comarca Lagunera.

Plaguicida	Área de producción	Sistema de producción	Temprana			Fecha de siembra Intermedia			Tardía			Dosis recomendada (ha ⁻¹)
			Dosis aplicada (ha ⁻¹)	Número de aplicaciones	Dosis aplicada (ha ⁻¹)	Número de aplicaciones	Dosis aplicada (ha ⁻¹)	Número de aplicaciones	Dosis aplicada (ha ⁻¹)	Número de aplicaciones		
Insecticidas	Matamoros y Viesca	ACm-RGt	0.5 - 1.0 L	3 - 4	-	-	0.5 - 1.3 L	-	-	2 - 5	2.0 - 3.0 L	
		ACn-RGr	1.0 - 2.0 L	1 - 2	-	-	1.0 L	-	-	9		
	Mapimi	ACm-RGt	-	-	1.0 L	3	1.25 L	-	-	6	3.0 - 4.0 L (en banda) 0.8 - 1.2 L (mateado)	
		ACn-RGr	-	-	1.0 L	6	1.0 L	-	-	9		
Carbofuran	Matamoros y Viesca	Am-RGt	1.0 - 2.0 L	1	-	-	0.5 - 2.0 L	-	-	1 - 2	1.5 - 1.0 L	
		ACn-RGr	1.0 - 1.5 L	1	-	-	0.5 - 1.0 L	-	-	1 - 4		
Imidacloprid Fungicidas	Matamoros y Viesca	ACm-RGt	-	-	-	-	0.5 - 1.0 L	-	-	1 - 6	0.75 - 1.0 L	
		ACn-RGr	-	-	-	-	0.5 - 1.0 L	-	-	1 - 6		
Clorotaloni	Mapimi	ACm-RGt	1.0 - 1.5 L	2 - 3	1.0 - 1.5 L	2 - 3	1.0 - 2.0 L	-	-	2 - 6	1.5 - 3.2 L	
		ACn-RGr	1.0 - 2.0 L	3 - 8	1.0 - 2.0 L	3 - 8	0.5 - 1.0 L	-	-	5 - 12		
		SD-RGr	1.0 L	10	1.0 L	10	1 L	-	-	4 - 10		
Mancozeb Metalaxil-M	Tlahualilo Mapimi	SD-RGr	0.5 - 1.0 kg	4	0.5 - 1.0 kg	4	0.3 - 1.0 L	-	-	1.2 - 2.5 kg	1.5 - 2 L	
		SD-RGr	1.0 L	5	1.0 L	5	0.3 - 1.0 L	-	-	4 - 5		

Tabla 4. Tipos de mezclas de plaguicidas usados en la producción de melón en la Comarca Lagunera.

Mezcla de plaguicidas	Acción biocida de los plaguicidas de la mezcla
Matamoros y Viesca	
Endosulfan + Lambdacialotrina	I/AC + I
Endosulfan + Metamidofos	I/AC + I/AC
Endosulfan + Carbofuran	I/AC + I/AC/N
Endosulfan + Amitraz	I/AC + I/AC
Endosulfan + Extracto de Neem + Extracto de ajo	I/AC + RCI + RP
Endosulfan + Oxidloruro de cobre + Oxitetraciclina	I/AC + F + B
Endosulfán + [Clorpirifos etil + Permetrina]	I/AC + [I/AC/N + I/AC]
Endosulfan + [Metalaxil-M + Clorotalonil] + Metamidofos + Estreptomocina	I/AC + [F + F] + I/AC + B/F
Tlahualilo	
Oxidloruro de cobre + [Metalaxil-M + Mancozeb] + Imidacloprid	F + [F+F] + I
Oxidloruro de Cobre + Quinoxifen + Betaciflutrin + Oxitetraciclina	F + F + I + B
[Oxidloruro de Cobre + Estreptomocina + Oxitetraciclina] + Mancozeb	[F + B/F + B] + F
Oxidloruro de Cobre + Oxitetraciclina	F + B
Oxidloruro de Cobre + Mancozeb	F + F
[Oxidloruro de Cobre + Mancozeb] + Mancozeb	[F + F] + F
Clorotalonil + Benomil	F + F
Clorotalonil + Cimoxanil + Dimetoato	F + F + I
[Clorotalonil + Metalaxil-M] + Propiconazol	[F + F] + F
Clorotalonil + Benomil + Endosulfán	F + F + I
Clorotalonil + Benomil + Malation	F + F + I/AC
Clorotalonil + Benomil + Oxitetraciclina	F + F + B
[Clorotalonil + Metalaxil-M] + Propiconazol	[F + F] + F
Clorotalonil + [Metalaxil-M + Clorotalonil] + Endosulfan	F + [F + F] + I/AC
Clorotalonil + Miclobutanil + [Metalaxil-M + Clorotalonil]	F + F + [F + F]
Clorotalonil + Azufre elemental + Benomil + Endosulfan	F + F/AC + F + I/AC
Clorotalonil + Captan + Azufre elemental + Benomil + Endosulfan	F + F/B + F/AC + F + I/AC
[Clorotalonil + Metalaxil-M] + Clorotalonil + Benomil + Oxitetraciclina	[F + F] + F + F + B
Clorotalonil + Captan + Azufre elemental + Benomil + [Metalaxil-M + Clorotalonil] + Endosulfan	F + F/B + F/AC + F + [F + F] + I/AC
Clorotalonil + Miclobutanil + [Metalaxil-M + Clorotalonil] + Cipermetrina	F + F + [F + F] + I/AC
[Clorotalonil + Metalaxil-M] + Clorotalonil + Benomil + Oxitetraciclina	[F + F] + F + F + B
Clorotalonil + Captan + Oxitetraciclina + Azufre elemental + Dimetotato	F + F/B + B + F/AC + I/AC/N

Uso de mezclas

El uso de mezclas por el 95 % de los productores, es un problema complejo, ya que preparar mezclas requiere de pruebas de compatibilidad química, conocer el mecanismo de acción de los productos y la dosis adecuada (Cloyd 2011). Alternativa que los productores consideran cuando la incidencia de plagas y enfermedades en sus cultivos alcanza niveles no controlables, por la creencia de que las mezclas son más eficaces o cuando se quiere ahorrar tiempo y mano de obra (Ruiz-Nájera et al. 2011). La aplicación de mezclas con dos plaguicidas puede ser eficaz por el efecto sinérgico o aditivo; aunque también puede dañar a los insectos benéficos (Ortega-Martínez et al. 2014), provocando un desequilibrio en el control biológico natural y

en la polinización entomófila de importancia en el cultivo de melón (Reyes-Carrillo et al. 2009, Chirinos y Geraud-Pouey 2011). El efecto sinérgico de las mezclas binarias de clorotalonil y fluvalinato, y de clorotalonil y cumafós, aumentan de forma significativa la mortalidad de las larvas de las abejas melíferas (*Apis mellífera* L.) (Zhu et al. 2014). Estudios recientes demuestran que las mezclas de plaguicidas son más tóxicas para los humanos, que la exposición a cada uno de sus ingredientes por separado (Coalova et al. 2013).

Plaguicidas usados

De los 50 i.a. usados, el 26 % no están autorizados para su uso en el cultivo de melón (COFEPRIS 2014), en tanto que el 46 % se en-

encuentran en la lista de PAP (PAN International 2014). Este problema es preocupante debido a que del 2005 a 2007 se observó una situación similar en los plaguicidas usados para el control de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas (Pérez-Olvera et al. 2011). En México los plaguicidas son regulados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST 2004). Correspondiendo a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación la ejecución del Programa Nacional de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en vegetales para monitorear que los insumos fitosanitarios sean utilizados de acuerdo con lo establecido en los dictámenes técnicos de efectividad biológica (LFSV 2011). Sin embargo, la deficiente vigilancia gubernamental de estas disposiciones legales, propicia que los productores utilicen productos no aprobados y dosis e intervalos de seguridad no adecuadas (Ruiz-Nájera et al. 2011).

De los siete plaguicidas más usados por los productores de la región, seis están incluidos en la lista de PAP, lo que es grave debido a la elevada toxicidad de estos plaguicidas y su uso frecuente, puede derivar en efectos en la salud y la degradación del medio ambiente (March 2014), siendo el endosulfan el producto más usado por los agricultores de la región. Los riesgos de uso y exposición, aún en dosis bajas, pueden causar trastornos endocrinos, reproductivos, nerviosos, hepáticos y, renales en animales y humanos (Shenoy y Mukkadan 2014). El endosulfan se ha detectado en aguas superficiales y es el plaguicida organoclorado con más concentración en la atmósfera (Weber et al. 2010), el cual se encuentra incluido en el Convenio de Rotterdam y en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (PAN International 2014).

El clorotalonil también se emplea con frecuencia en la región y de forma repetida se utiliza en forma de mezclas, con el ingrediente activo en diferentes presentaciones comerciales. El cual tiene potencial cancerígeno y es tóxico para hígado, riñón, sistema nervioso y sistema reproductivo; el cual puede permanecer de un mes a un año en el suelo, por lo que se puede encontrar residuos en fru-

tas, suelo y aguas subterráneas (Wang et al. 2011). La exposición ocupacional puede ocurrir a través de la inhalación de polvo o por contacto dérmico con el producto en los lugares de trabajo (Raman 2014).

El carbofuran es uno de los plaguicidas más tóxicos y ha provocado muertes e intoxicaciones agudas de personas y animales en el mundo (Poledníková et al. 2010). Por lo que está incluido en el Convenio de Rotterdam (PAN International 2014). El cual representa un alto riesgo de contaminación del agua y suelo (Mohanta et al. 2012), además del riesgo ocupacional debido a que ingresa al organismo por inhalación, piel, ingestión y ojos (Gbadegesin et al. 2014). El metamidofos, es de alto riesgo en la región, debido al uso común del plaguicida que realizan los agricultores (Emerick et al. 2012); es responsable de un gran número de intoxicaciones y de muertes ocupacionales y accidentales en el mundo (Lima et al. 2011). Es soluble en agua y presenta movilidad en el suelo, lo que genera riesgo de contaminación de aguas subterráneas (Wang et al. 2010).

El mancozeb tiene importantes efectos crónicos en los consumidores y trabajadores agrícolas, debido a que se descompone de forma rápida para formar etilentiourea (ETU) en el organismo, en el agua y en el aire (Geissen et al. 2010, Paro et al. 2012). Los efectos tóxicos del mancozeb y la ETU incluyen la alteración de la función de la tiroides, toxicidad reproductiva, neurotoxicidad y potencial carcinogénico (Srivastava y Singh 2013, Roede 2014). El imidacloprid se usó en toda la región de forma variable. En el municipio de Matamoros y Viesca se usó en 71 % de los predios, con aplicaciones en siembras tardías variables, con hasta cinco veces mayores de un predio a otro. Este plaguicida se considera moderadamente peligroso para los seres humanos por la OMS y la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (Kumar et al. 2013). Hoy en día es de gran preocupación ecológica su uso, debido a su toxicidad en las abejas y aves (Goulson 2013, Fairbrother et al. 2014). La producción de melón en la Comarca Lagunera involucra un número importante de plaguicidas, cuya toxicidad y patrón de uso inadecuado impli-

can riesgos sanitarios y ambientales para la región. Por lo que es importante la realización de estudios epidemiológicos y ambientales, que evidencien los daños causados por los plaguicidas en la salud de los trabajadores agrícolas (Recio *et al.* 2005 y Recio-Vega *et al.* 2007).

CONCLUSIONES

La producción de melón en la Comarca Lagunera se realiza con una gran variedad de plaguicidas. El uso predominante e incorrecto de los insecticidas endosulfan (organoclorado), carbofu-

ran (carbamato), imidacloprid (neonicotinoide) y metamidofos (organofosforado), y los fungicidas clorotalonil (cloronitrilo), y mancozeb (carbamato), implica riesgos sanitarios y ambientales para la región. Ante este hecho, es necesario fomentar la práctica de alternativas de control fitosanitario que disminuyan el uso de plaguicidas sintéticos en los sistemas de producción, así como promover una regulación estricta que vigile el uso correcto de estos agroquímicos en las regiones agrícolas y prohíba los plaguicidas altamente peligrosos.

LITERATURA CITADA

- Chew-Madinaveitia YI, Vega-Piña A, Palomo-Rodríguez M, Jiménez-Díaz F (2008) Enfermedades del melón (*Cucumis melo* L.) en diferentes fechas de siembra en la Región Lagunera. México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 7: 133-138.
- Chirinos DT, Geraud-Pouey F (2011) El manejo de plagas agrícolas en Venezuela. Análisis y reflexiones sobre algunos casos. Interciencia 36: 192-199.
- CICOPLAFEST (2004) Catálogo de plaguicidas. Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. México. <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/CatalogoPlaguicidas.aspx>. Fecha de consulta 25 de mayo de 2014.
- Cloyd RA (2011) Pesticide mixtures. In: Stoytcheva M (ed) Pesticides-Formulations, Effects, Fate. InTech. Rijeka, Croatia. pp: 69-80.
- Coalova I, Mencacci S, Fassiano A (2013) Genotoxicidad de mezclas de pesticidas: ¿Algo más que la suma de las partes? Acta Toxicológica Argentina 21: 5-14.
- COFEPRIS (2014) Búsqueda de registros de plaguicidas y nutrientes vegetales. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios/Secretaría de Salud. México. <http://189.254.115.250/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>. Fecha de consulta 14 de marzo de 2015.
- Emerick GL, Ehrich M, Jortner BS, Oliveira RV, Deoliveira GH (2012) Biochemical, histopathological and clinical evaluation of delayed effects caused by methamidophos isoforms and TOCP in hens: ameliorative effects using control of calcium homeostasis. Toxicology 302: 88-95.
- Espinoza-Arellano JJ, Lozada-Cota M, Leyva-Nájera S (2011) Posibilidades y restricciones para la exportación de melón cantaloupe producido en el municipio de Mapimí, Dgo., México al mercado de los Estados Unidos. Revista Mexicana de Agronegocios 15: 593-604.
- Fairbrother A, Purdy J, Anderson T, Fellk R (2014) Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. Environmental Toxicology and Chemistry 33: 719-731.
- Gbadegesin MA, Owumi SE, Akinseye V, Odunola OA (2014) Evaluation of hepatotoxicity and clastogenicity of carbofuran in male Wistar rats. Food and Chemical Toxicology 65: 115-119.

- Geissen V, Ramos FQ, Bastidas-Bastidas PJ, Díaz-González G, Bello-Mendoza R, Huerta-Lwanga E, et al. (2010) Soil and water pollution in a banana production region in tropical Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 85: 407-13.
- Gill HK, Garg H (2014) Pesticide: Environmental impacts and management strategies. In: Solenski S, Larramenday ML (ed) *Pesticides-Toxic Effects*. Intech. Rijeka, Croatia. pp: 187-230.
- Gómez-Arroyo S, Martínez-Valenzuela C, Calvo-González S, Villalobos-Pietrini R, Waliszewski SM, Calderon-Segura ME, et al. (2013) Assessing the genotoxic risk for mexican children who are in residential proximity to agricultural areas with intense aerial pesticide applications. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29: 217-225.
- Goulson D (2013) An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology* 50: 977-987.
- Kumar A, Verma A, Kumar A (2013) Accidental human poisoning with a neonicotinoid insecticide, imidacloprid: A rare case report from rural India with a brief review of literature. *Egyptian Journal of Forensic Sciences* 3: 123-126.
- LFSV (2011) Artículo 42 bis. Capítulo IV: Del control de insumos actividades y servicios. Título segundo: De la protección sanitaria. Ley Federal de Sanidad Vegetal. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de noviembre de 2011. México. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfsv.htm>. Fecha de consulta 15 de marzo de 2015.
- Lima CS, Nunes-Freitas AL, Ribeiro-Carvalho A, Filgueiras CC, Manhães AC, Meyer A, et al. (2011) Exposure to methamidophos at adulthood adversely affects serotonergic biomarkers in the mouse brain. *Neurotoxicology* 32: 718-724.
- March GJ (2014) *Agricultura y plaguicidas: Un análisis global*. 1a edición. Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina. Río Cuarto, Argentina. 294p.
- Mohanta MK, Saha AK, Zamman MT, Ekram AE, Khan AS, Mannan SB, et al. (2012) Isolation and characterization of carbofuran degrading bacteria from cultivated soil. *Biochemical and Cellular Archives* 12: 313-320.
- Nava-Camberos U, Chew-Madinaveitia YI, Cano-Ríos P (2007) Etiología, epidemiología y manejo del amarillamiento del melón en la Comarca Lagunera. In: Maldonado-Navarro LA, Fierros-Leyva GA (ed) *Estrategias de Manejo Integrado de Mosquita Blanca y Virosis en Cucurbitáceas*. Memoria Técnica. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Hermosillo, Sonora, México. pp: 10-28.
- Ortega-Martínez LD, Martínez-Valenzuela C, Huerta-De la Peña A, Ocampo-Mendoza J, Sandoval-Castro E, Jaramillo-Villanueva JL (2014) Uso y manejo de plaguicidas en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México. *Acta Universitaria* 24: 3-12.
- Ortíz I, Avila-Chávez MA, Torres LG (2014) Plaguicidas en México: usos, riesgos y marco regulatorio. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal* 4: 26-46.
- PAN International (2014) List of highly hazardous pesticides. Pesticide Action Network International. Germany. http://www.pan-germany.org/download/PAN_HHP_List_140527 Fecha de consulta 10 de diciembre de 2014.
- Paro R, Tiboni GM, Buccione R, Rossi G, Cellini V, Canipari R, et al. (2012) The fungicide mancozeb induces toxic effects on mammalian granulosa cells. *Toxicology and Applied Pharmacology* 260: 155-161.

- Pérez-Herrera NE, Alvarado-Mejía JA, Castillo-Burguete MT, González-Navarrete RL, Quintanilla-Vega MB (2012) Efectos reproductivos en agricultores expuestos a plaguicidas en Muna, Yucatán. En: Cedillo LA, Cano-Robles FK (comp) Género, Ambiente y Contaminación por Sustancias Químicas. México. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. pp: 79-94.
- Pérez-Olvera MA, Navarro-Garza H, Miranda-Cruz E (2011) Use of pesticides for vegetable crops in Mexico. In: Stoytcheva M (ed) Pesticides in the Modern World-Pesticides Use and Management. InTech. Rijeka, Croatia. pp: 97-118.
- Poledníková K, Vetrovcová J, Poledník L, Hlavác V (2010) Carbofuran - A new and effective method of illegal killing of otters (*Lutra lutra*) in the Czech Republic. International Union for Conservation of Nature Otter Specialist Group Bulletin 27: 137-146.
- PPDB (2014) Pesticide Properties DataBase. University of Hertfordshire. <http://www.sitem.herts.ac.uk/ae/ru/ppdb/en/atoz.htm>. Fecha de consulta 13 de diciembre de 2014.
- Raman P (2014) Chlorothalonil. In: Wexler P (ed) Encyclopedia of Toxicology, 3rd edition, volume 1. Elsevier Inc. Academic Press. pp: 919-922.
- Recio R, Ocampo-Gómez G, Moran-Martínez J, Borja-Aburto V, López-Cervantes M, Uribe M, et al. (2005) Pesticide exposure alters follicle-stimulating hormone levels in mexican agricultural workers. Environmental Health Perspectives 113: 1160-1163.
- Recio-Vega R, Ocampo-Gómez G, Borja-Aburto VH, Moran-Martínez J, Cebrián-García ME (2007) Organophosphorus pesticide exposure decreases sperm quality: association between sperm parameters and urinary pesticide levels. Journal of Applied Toxicology 28: 674-680.
- Reyes-Carrillo JL, Cano-Ríos P, Nava-Camberos U (2009) Período óptimo de polinización del melón con abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). Agricultura Técnica en México 35: 370-377.
- Roede JR (2014) Mancozeb. In: Wexler P (ed) Encyclopedia of Toxicology, 3rd edition, vol 1. Elsevier Inc. Academic Press. pp: 144-146.
- Ruiz-Nájera RE, Ruiz-Nájera JA, Guzmán-González S, Pérez-Luna EJ (2011) Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental 27: 129-137.
- Shenoy K, Mukkadan K (2014) Toxicity of endosulphan on human health: A review. Journal of Medical and Health Sciences 3: 5-11.
- Srivastava P, Singh A (2013) In vivo study of effects of dithiocarbamates fungicide (mancozeb) and its metabolite ethylenethiourea (ETU) on fresh water fish *Clarius batrachus*. Journal of Biology and Earth Sciences 3: B228-B235.
- Wang G, Liang B, Li F, Li S (2011) Recent advances in the biodegradation of chlorothalonil. Current Microbiology 63: 450-457.
- Wang L, Wen Y, Guo X, Wang G, Li S, Jiang J (2010) Degradation of methamidophos by hyphomicrobium species MAP-1 and the biochemical degradation pathway. Biodegradation 21: 513-523.
- Weber J, Halsall CJ, Muir D, Teixeira C, Small J, Solomon K, et al. (2010) Endosulfan, a global pesticide: A review of its fate in the environment and occurrence in the Arctic. Science of the Total Environment 408: 2966-2984.
- Zhu W, Schmehl DR, Mullin CA, Frazier JL (2014) Four common pesticides, their mixtures and formulation solvent in the hive environment have high oral toxicity to honey bee larvae. PLoS ONE 9: e77547.