

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS EN CABEZUELA DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) DETERMINADOS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES

Ma. Antonia PÉREZ¹, Antonio SEGURA², Rosario GARCÍA², Teresa COLINAS², Mario PÉREZ², Antonio VÁZQUEZ² y Hermilio NAVARRO¹

¹ Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Km 35.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Edo. de México. molvera@colpos.mx

² Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México

(Recibido enero 2008, aceptado noviembre 2008)

Palabras clave: Mixquic, residuos de agroquímicos, contaminación, *Brassica oleracea*

RESUMEN

Este trabajo documenta el historial de manejo de plagas del cultivo de brócoli y determinación de los residuos de plaguicidas organofosforados mediante cromatografía de gases en cabezuelas listas para su comercialización en 23 sitios de producción. Los resultados indican que las plagas de mayor incidencia en el brócoli son *Brevicoryne brassicae*, *Trichoplusia ni*, *Copitarsia consueta*, *Artogeia rapae*, *Trialeurodes* sp y *Bermisia tabaci*, reportadas con una frecuencia de 82.5, 80, 80, 70 y 37.7 % por los productores, respectivamente. El control de estas plagas es químico, mediante el uso de productos organofosforados, piretroides y carbamatos, realizando de 1 a 4 aplicaciones durante el ciclo de cultivo. Los residuos de plaguicidas encontrados con mayor frecuencia en el análisis cualitativo son el malatión, el diazinón y el clorfenvinfos, encontrados en 70, 65 y 43 % de las muestras, respectivamente. En cuanto a las concentraciones se encontró: clorfenvinfos, malatión y diazinón con 5.78, 2.67 y 1.16 mg kg⁻¹, seguidos por fentión y etión con concentraciones medias de 0.041 y 0.024 mg kg⁻¹. 87 % de las muestras de brócoli analizadas contienen residuos de al menos un plaguicida organofosforado; sin embargo, las concentraciones encontradas están por debajo de los límites recomendados. Es importante considerar el riesgo sobre la salud humana mediante un análisis del efecto aditivo de los residuos encontrados. Asimismo se recomienda tomar las medidas necesarias para que dichas concentraciones no se vean incrementadas, lo cual puede garantizarse mediante un monitoreo continuo.

Key words: Mixquic, agrochemical residues, contamination, *Brassica oleracea*

ABSTRACT

Handling of pests in broccoli culture was documented; also, the residues of organophosphate pesticides were determined in broccoli heads by means of gas chromatography and capillary column. The results indicate that the pests of most incidence in broccoli are *Brevicoryne brassicae*, *Trichoplusia ni*, *Copitarsia consueta*, *Artogeia rapae*, *Trialeurodes* sp and *Bermisia tabaci*, as reported by producers, with a frequency of 82.5, 80, 80, 70 and 37.7 % respectively. The pest control is chemical in its totality, using organophosphate, pyrethroid and carbamate products, ranging from 1 to 4 applications.

The pesticide residues found most frequently in the qualitative analysis are: malathion, diazinon and chlorfenvinphos, in 70, 65 and 43 % of the samples respectively. Regarding concentrations, there were found: chlorfenvinphos, malathion and diazinon with 5.78, 2.67 and 1.16 mg kg⁻¹, followed by fenthion and ethion, with average concentrations of 0.041 and 0.024 mg kg⁻¹. It should be noted that 87 % of the analyzed samples contained organophosphate pesticide residues; even though the concentrations are below the recommended standards, it is still important to assess the risk on human health by means of an analysis of the additive effect of the found residues. Also, it is recommended to take the necessary measures so these concentrations will not increase, which is possible to be guaranteed through continuous monitoring.

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas desempeñan un papel importante en el control de numerosos insectos, nemátodos, hongos, malezas y otros organismos que compiten con el hombre por productos agropecuarios y forestales (Lagunes y Villanueva 1994). La actividad agrícola es la que consume más plaguicidas, por lo que se considera que este sector productivo es el de mayor exposición a estos contaminantes (Pitarch *et al.* 2001, Waliszewski e Infanzón 2003, Hernández *et al.* 2007). Las formas de exposición a los plaguicidas para los humanos y los animales comprenden la ingesta de alimentos contaminados, la absorción dérmica y la inhalación de vapores emitidos cuando los plaguicidas son rociados en el entorno (Jury *et al.* 1983, Mathies *et al.* 1991).

Los plaguicidas organofosforados cobraron un gran auge después de la prohibición de los plaguicidas organoclorados y han resultado ser muy eficientes y económicos en el control de plagas (Juan *et al.* 2003); sin embargo, pese a que son menos persistentes en el ambiente, no dejan de representar un riesgo para la salud humana y para el deterioro de los ecosistemas, sobre todo si no se manejan de manera adecuada. De acuerdo con Kegley y Wise (1998), Otero *et al.* (2000) y Valencia *et al.* (2005), existe un riesgo importante para varios sectores de la población; por un lado, los productores y trabajadores que manejan agroquímicos y cosechan los productos agrícolas, y por otro los consumidores donde el sector más vulnerable lo constituyen los niños. Calonge *et al.* (2002) mencionan que los insecticidas organofosforados tienen en la actualidad un papel preponderante como plaguicidas fitosanitarios, a pesar de su problemática toxicológica. Su eficacia ha sido demostrada frente a áfidos, como el pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum*), insectos minadores, moscas de la fruta (*Ceratitis*

capitata), ácaros, cochinillas, entre otros. Los autores recomiendan campañas de monitoreo periódico que asegure una incidencia mínima de plaguicidas en la salud humana.

En la actualidad existe un gran interés sobre los contaminantes ambientales con relación a la seguridad alimentaria. Los residuos de plaguicidas son considerados como sustancias potencialmente tóxicas en los alimentos y constituyen un motivo de preocupación para los consumidores.

La presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos se debe principalmente al uso indiscriminado de éstos en la agricultura; la eliminación de los plaguicidas depende de diversos factores como el crecimiento propio del vegetal, la acción de agentes atmosféricos como el viento y la lluvia, el grado de solubilidad y volatilidad del plaguicida, el tipo de degradación química que sufra y la naturaleza del propio plaguicida (Ortiz *et al.* 2003). Otro factor importante es el intervalo de seguridad recomendado para cada plaguicida.

Investigaciones realizadas desde principios del siglo pasado indican que algunos plaguicidas organoclorados imitan, incrementan o inhiben la acción de las hormonas, alteran el funcionamiento del sistema endocrino, pueden dañar la salud reproductiva e incluso promover el desarrollo de carcinomas (López *et al.* 2002, Waliszewski *et al.* 2005). Debido a lo anterior, fueron prohibidos y sustituidos por los plaguicidas organofosforados, los cuales tienen, de acuerdo con Calonge *et al.* (2002), un papel preponderante como plaguicidas fitosanitarios a pesar de su problemática toxicológica. Como consecuencia de esta problemática, las normativas legales respecto a su uso son cada vez más estrictas, en particular en Estados Unidos, Canadá y países de la Unión Europea. Dogheim *et al.* (1999) consideran que el monitoreo de residuos en los productos puede evidenciar la exposición de una población a los mismos, en particular si se trata de corregir o

predecir las consecuencias a largo plazo. En México hay estudios puntuales sobre esta problemática; sin embargo, no existe seguimiento ni aplicación de la normativa existente.

El cultivo del brócoli en Mixquic, D.F., constituye la actividad agrícola principal; se siembra en cerca de 400 ha y hasta en tres ciclos al año en la misma parcela. Es atacado por varias plagas, las cuales son controladas mediante la aplicación de productos organofosforados, piretroides y carbamatos principalmente, solos o en mezclas, sin existir un programa de manejo establecido. Las aplicaciones de estos productos dependen de la presencia de las plagas (productores de la zona y personal técnico de la Junta Local de Sanidad Vegetal de Mixquic, D. F., comunicación personal).

El objetivo de este estudio fue documentar el control de plagas en el cultivo de brócoli en Mixquic, D.F., y evaluar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados en cabezuelas de brócoli al momento de la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Mixquic, Tláhuac, D. F., ubicada al sureste de la Ciudad de México (19° 13' 28" N, 98° 57' 51" W), a una altura de 2240 m sobre el nivel del mar. El historial de manejo de las parcelas se elaboró mediante visitas continuas y la aplicación de entrevistas a una muestra de 23 productores y al técnico de la Junta Local de Sanidad Vegetal. Las variables consideradas fueron: plaguicida(s) utilizado(s), dosis de aplicación y frecuencia de aplicación.

Muestreo para análisis de residuos de plaguicidas

Se consideraron para el estudio 23 parcelas, de las cuales 22 se ubicaron en Mixquic y una en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Se realizó un muestreo en zig-zag para obtener muestras compuestas de pella o cabezuela de brócoli (cinco a seis cabezuelas por parcela de 1 ha aproximadamente) al momento de la cosecha. El material vegetal fue transportado al laboratorio en condiciones de refrigeración, donde las pellas fueron cortadas y homogeneizadas para constituir una muestra representativa de cada parcela.

Extracción

El material para análisis fue preparado con 500 g de material vegetal de brócoli licuado con agua destilada, relación 1:1. De este material fueron to-

madados dos muestras de 100 g de material vegetal en matraces Erlenmeyer; posteriormente se agregaron 100 mL de acetona y se dejaron en agitación durante 12 horas a 250 rpm. Como control, por cada 5 muestras se consideró el análisis de una tercera. La separación de sólidos se hizo con un embudo y papel filtro Watman No. 2 con una capa de 15 g de celita, la cual fue aplicada con 20 mL de agua de manera homogénea. La muestra se filtró con ayuda de vacío y se hizo un segundo lavado. La separación de fases se realizó mediante dos lavados con 100 mL de benceno:diclorometano en relación 4:1, más 400 mL de solución salina a 5 %. La fase orgánica se hizo pasar por un embudo de vidrio que contenía un papel filtro y sulfato de sodio anhidro para eliminar el exceso de agua. La evaporación del disolvente se realizó mediante el empleo de un rotavapor, a 45 °C, hasta alcanzar un volumen de 5 mL (Luke y Doose 1983).

La purificación de la muestra se realizó mediante vacío; para ello se empleó una columna de cristal empacada con 15 g de mezcla homogénea de celulosa microcristalina y carbón activado en relación 9:1. Como eluyente se utilizaron 150 mL de benceno. La muestra recuperada fue concentrada a sequedad mediante el uso de rotavapor y el extracto se aforó a 5 mL con acetato de etilo. Todos los solventes y reactivos utilizados fueron de pureza grado HPLC o plaguicida.

Los análisis se realizaron en un cromatógrafo de gases Clarus 500 Perkin-Elmer, equipado con detector termoiónico (nitrógeno-fósforo), un inyector automático (Perkin-Elmer) operado en modo *splitless* con un volumen de muestra de 1.0 µL, una columna capilar Elite 1 de 15 x 0.25 mm, ID x 0.25 µm de espesor de la película. Se utilizó helio como gas de arrastre, con una tasa de flujo de 17 mL y una rampa de temperatura de 80 a 280 °C. Adicionalmente, las muestras fueron leídas bajo las mismas condiciones cromatográficas con una columna Zebrón ZB-1701 de 30 x 0.25 mm, ID x 0.25 µm de espesor de la película. Los resultados fueron utilizados de manera confirmatoria, eliminando los picos que aparecían únicamente en una de las columnas.

El análisis de datos se realizó primeramente considerando la presencia o ausencia de los residuos, mediante la comparación de los tiempos de retención de los compuestos en relación con las mezclas multirresiduos de estándares de productos organofosforados de calidad analítica (Chem Service); se empleó como control interno al etil paratión. La cuantificación se realizó mediante curvas de calibración de cada uno de los plaguicidas detectados (Luke y Doose 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Plagas de brócoli y control

En el **cuadro I** se presentan las principales plagas y frecuencias reportadas por los productores para el cultivo de brócoli en Mixquic, D.F, durante el ciclo de verano 2005. Destaca que las plagas que más comúnmente atacan el brócoli son el pulgón de la col, el gusano medidor falso, el gusano del corazón de la col y la mariposita blanca de la col. Estos resultados coinciden con los reportados para este mismo cultivo en Acatzingo, Puebla, por Barrios *et al.* (2004), quienes reportan a *B. brassicae* (49.65 insectos/planta), *P. xylostella* (4.5 insectos/planta) y *C. consueta* (0.48 insectos/planta) como las especies de plagas más abundantes.

CUADRO I. PLAGAS DEL BRÓCOLI EN MIXQUIC, TLÁHUAC, D.F, Y FRECUENCIA DE INCIDENCIA REPORTADAS POR PRODUCTORES

Principales plagas	Frecuencia (%)
Pulgón de la col (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	82.5
Mosca blanca (<i>Trialeurodes</i> sp y <i>Bemisia tabaci</i>)	37.5
Gusano falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>)	80.0
Gusano del corazón de la col (<i>Copitarcia consueta</i>)	80.0
Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	2.0
Mariposita blanca de la col (<i>Artogeia rapae</i>)	70.0
Pulgón (<i>Myzus persicae</i>)	9.1
Palomilla dorso de diamante (<i>Plutella xylostella</i>)	2.0

El control de las plagas se realiza de forma química en la totalidad de los casos (**Cuadro II**). El número de aplicaciones, de acuerdo con los datos proporcionados por los productores, obedece casi siempre a la presencia de la plaga: se reportan una, dos y hasta cuatro aplicaciones en proporción de 35, 61 y 4 % de los productores, respectivamente.

La guía de plaguicidas autorizados de uso agrícola (CICLOPLAFEST 2005) recomienda los productos que se señalan en el **cuadro III** para el control de plagas del brócoli. Adicionalmente se presenta el

CUADRO III. PLAGUICIDAS AUTORIZADOS PARA EL CULTIVO DE BRÓCOLI

Plaguicidas autorizados	LR †	LR ††	Intervalo de seguridad †
	mg kg ⁻¹		Días
Diazinón	0.7	0.5	5
Dimetoato	2	-	7
Endosulfán	2	0.5	7
Fenvalerato	2	2	3
Fosfamidón	0.5	-	3
Malatión	8	5	3
Metamidofos	1	-	14
Metomilo	3	-	3
Paratión metílico	1	0.2	21
Endosulfán+Paratión metílico	2+1	-	7
Carbarilo+Endosulfán	10+2	-	7
Azadiractina	Exento	-	Sin límite
Carbarilo	10	-	3
Azinfol metílico	2	1	15
Permetrina	1	2	1
Lambda cyalotrina	0.4		1
Naled	1		7

LR= Límite de residuos, † CICLOPLAFEST (2005) y †† FAO/OMS (2006)

CUADRO II. PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL CONTROL DE PLAGAS DE BRÓCOLI EN MIXQUIC, D.F.

Producto	Ingrediente activo	Grupo de plaguicidas	Toxicidad ¹	Productores que lo utilizan (%)
Foley	Paratión metílico	Organofosforado	Extrema	34.78
Folidol	Paratión metílico	Organofosforado	Extrema	8.70
Tamaron	Metamidofos	Organofosforado	Alta	8.70
Diazinón/Basudin	Daizinón	Organofosforado	Moderada	26.09
Paratión metílico	Paratión metílico	Organofosforado	Extrema	21.74
Karate	Lambda cyalotrina	Piretroide	Moderada	39.13
Pirimor	Pirimicarb	Carbamato	Moderada	65.22

¹NOM-045-SSA1-1993-Salud Ambiental

intervalo de seguridad y el límite máximo de residuos de estos productos que establece la guía de plaguicidas y los reportados por el Codex alimentarius.

Comparativamente, los límites máximos de residuos del Codex alimentarius son más bajos, dadas la exigencias internacionales en el control de los mismos. Para algunos productos no se reportan los límites establecidos debido a que son plaguicidas prohibidos en algunos países, como es el caso del paratión metílico en Estados Unidos.

Presencia de residuos de plaguicidas organofosforados

La presencia de plaguicidas organofosforados se debe a que son productos de uso cotidiano en el control de plagas del brócoli, aunque en algunas ocasiones son usados conjuntamente con otros grupos de plaguicidas (Waliszewski *et al.* 1997). Para la extracción se usó acetona para prevenir la formación de emulsiones con pectinas de los vegetales (Leoni *et al.* 1992). Los porcentajes de recuperación, conjuntamente con el límite de detección y el coeficiente de variación de la reproducibilidad, se presentan en el **cuadro IV**. Es importante señalar que la reproducibilidad varió entre 75 (dioxatión) y 93.7 % (diazinón).

Los tiempos de retención para los diferentes plaguicidas, bajo las condiciones descritas en Materiales y Métodos, se presentan el **cuadro IV**. Destaca la consistencia en los tiempos de aparición de los compuestos y el orden de los mismos para ambas columnas. El tiempo de retención del paratión metílico es muy similar al reportado por Garrido *et al.* (2006), quienes mencionan como tiempos de retención un intervalo que va de 7.61 a 7.69 min. Para diazinón, el tiempo de retención encontrado es

de 6.16 minutos en la columna dos, que es superior al tiempo de retención de 5.32 minutos que reportan Valenzuela *et al.* (2006).

Los residuos de plaguicidas encontrados en las muestras analizadas, en orden de importancia tomando en cuenta las concentraciones medias, fueron: clorfenvinfos, malatión y diazinón, con 1.73, 1.85 y 0.68 mg kg⁻¹, seguidos por fentión y etión con concentraciones medias de 0.002 y 0.001 mg kg⁻¹, respectivamente. Sin embargo, considerando la media ponderada, se encontraron las siguientes concentraciones: clorfenvinfos, malatión y diazinón con 5.78, 2.67 y 1.16 mg kg⁻¹, seguidos por fentión y etión con concentraciones medias de 0.041 y 0.024 mg kg⁻¹, respectivamente.

Las concentraciones medias de residuos evaluados están por debajo de las recomendadas por CICLOPLAFEST (2005). La concentración media ponderada de diazinón es ligeramente superior al límite máximo de residuos (LMR) recomendado (1 mg kg⁻¹) en el manual de plaguicidas autorizados por CICLOPLAFEST (2005) (**Cuadro V**).

Los resultados del análisis multiresiduos muestran presencia de plaguicidas no reportados por el agricultor, lo cual puede deberse a aplicaciones en parcelas cercanas o provenir de alguna otra fuente de contaminación, como es el uso de mezclas de plaguicidas mencionados en general, pero no reportados en esta investigación.

El análisis de los residuos de plaguicidas analizados de manera individual indica que están por debajo de los límites establecidos para cada uno de ellos; sin embargo, es importante considerar en estudios posteriores el consumo total proveniente de muestras que contienen residuos de varios tipos de plaguicidas, ya que puede ser significativo.

CUADRO IV. LÍMITE DE DETECCIÓN PRÁCTICO, PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA REPRODUCIBILIDAD

Plaguicida	Límite de detección práctico (ppm)	Recuperación (%)	Reproducibilidad (C.V.)	Tiempos de retención (min.)	
				Columna 1	Columna 2
Diclorvos	0.005	91.7	14.8	7.45	3.17
Dioxatión	0.025	75.0	9.0	14.22	6.05
Diazinón	0.014	93.7	5.5	14.89	6.16
Disulfotón	0.018	80.4	9.0	15.1	6.23
Malatión	0.014	90.5	2.5	17.12	7.25
Fentión	0.010	82.0	8.0	17.34	7.38
Paratión metílico	0.015	82.0	12.0	17.44	7.74
Clorfenvinfos	0.025	85.0	15.0	18.24	8.0
Etión	0.020	84.9	10.2	20.10	10.36
Carbofenotión	0.020	89.0	6.7	20.60	10.93

CUADRO V. CONTENIDO DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN 23 MUESTRAS DE BRÓCOLI PROVENIENTES DE MIXQUIC, D.F.

	Diazinón	Malatión	Fentión	Paratión	Clorfeninfos	Etión
Muestras analizadas	23	23	23	23	23	23
Muestras sin residuos/grupo	10	8	21	19	15	22
Muestras con residuos/grupo	13	15	2	4	8	1
Máximo	3.87	8.76	0.05	0.52	8.3	0.02
Media	0.687	1.857	0.002	0.041	1.731	0.001
Media ponderada	1.16	2.67	0.041	0.246	5.789	0.024
C.V.	1.908	1.410	4.796	3.313	1.426	4.796

De acuerdo con los resultados encontrados, es necesario que se tomen en cuenta las siguientes acciones: controlar plagas mediante un manejo integrado, considerar la eficacia, los costos y el intervalo de seguridad en la elección de productos químicos que estén autorizados para el cultivo, además de tener una programación de tal forma que no se induzca resistencia y no sobrepasar la dosis indicada en la etiqueta. Asimismo, es importante un monitoreo continuo de residuos de plaguicidas en los productos agrícolas para asegurar una incidencia mínima en la salud humana.

La **figura 1a** muestra los cromatogramas multirresiduo con estándares organofosforados a una

concentración de $1 \mu\text{g g}^{-1}$ con detector NPD, en las dos columnas analizadas. La **figura 1b** muestra un cromatograma correspondiente a una muestra de brócoli; en ella se observa un pico bien definido coincidente con los tiempos de retención del malatión de la **figura 1a** y otros dos picos coincidentes con los tiempos de retención de clorfenicol y etión respectivamente, pero de tamaño pequeño, lo cual probablemente se deba a las bajas concentraciones de estos compuestos en la muestra.

En la **figura 2a** se muestra un cromatograma correspondiente a una muestra de brócoli, la cual tiene dos picos bien definidos, coincidentes con los tiempos de retención de malatión y diazinón de la **figura 2b**

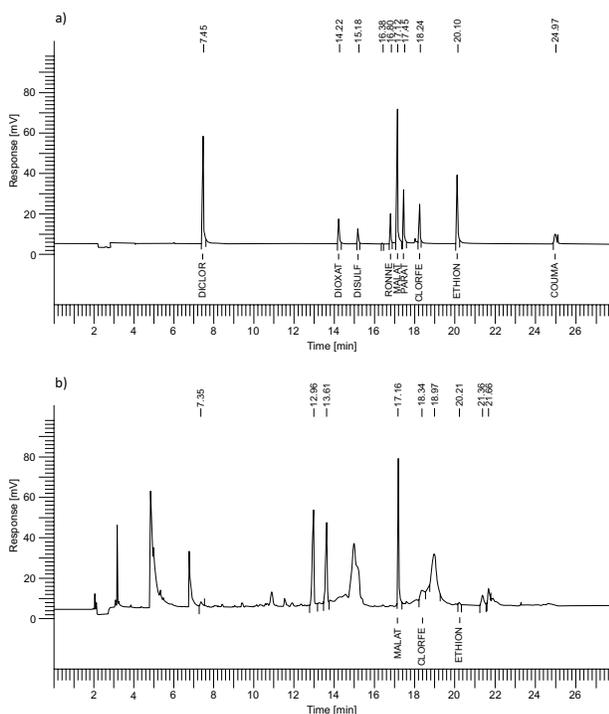


Fig. 1. Cromatograma multirresiduos de estándares organofosforados (1) y cromatograma correspondiente a una muestra de brócoli proveniente de Mixquic, D.F. (2)

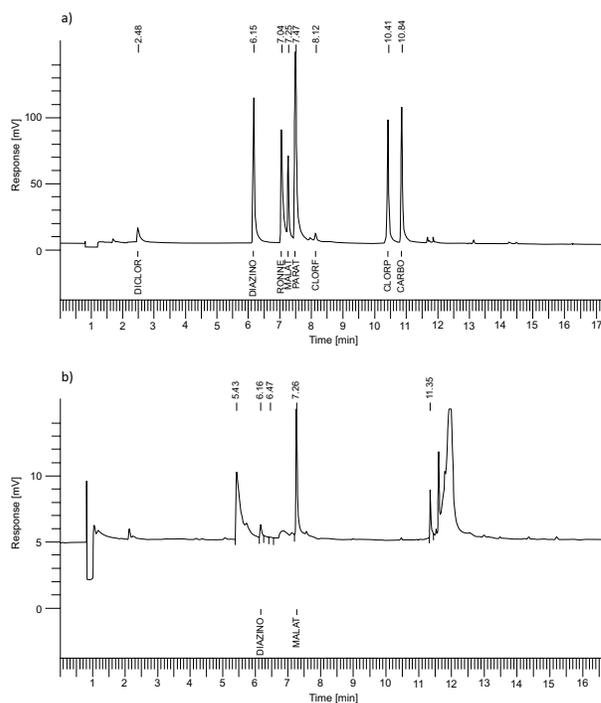


Fig. 2. Cromatograma multirresiduos de estándares organofósforados (1) y cromatograma correspondiente a una muestra de brócoli proveniente de Mixquic, D.F. (2)

analizados con la columna 2 descrita en Materiales y Métodos. El resto de los picos de los cromatogramas correspondientes a la muestra de brócoli no pudieron ser asignados a ninguno de los ésteres fosfóricos analizados en esta investigación.

CONCLUSIONES

La alta incidencia de *Brevicoryne brassicae*, *Tri-choplusia ni*, *Copitarsia consueta*, *Artogeia rapae*, *Trialeurodes* sp y *Bermisia tabaci*, reportadas por los productores como las principales plagas en el cultivo de brócoli en Mixquic, con una frecuencia de 82.5, 80, 80, 70 y 37.7 % respectivamente, hace necesaria una serie de aplicaciones de productos químicos para su control, donde los plaguicidas organofosforados constituyen tratamientos clásicos.

13 % de las muestras analizadas están libres de residuos de plaguicidas organofosforados.

En 87 % de las muestras de brócoli analizadas se encontraron residuos de al menos un plaguicida organofosforado; sin embargo, es importante señalar que las concentraciones medias encontradas no rebasan los límites máximos permisibles.

Es necesario un monitoreo continuo de los residuos de plaguicidas como medida de seguridad que dictamine que las concentraciones no se incrementan.

REFERENCIAS

- Barrios D.B., Alatorre R.R., Bautista M.N. y Calyecac C.G. (2004). Identificación y fluctuación poblacional de plagas de col (*Brassica oleracea* var. capitata) y sus enemigos naturales en Acatzingo, Puebla. *Agrociencia* 38, 239-248.
- Calonge M., Pérez P.Y., Ordóñez C., Reguera R.M., Balaña F. R. y Ordóñez D. (2002). Determinación de residuos de siete insecticidas organofosforados en frutas mediante cromatografía de gases con detector de nitrógeno fósforo y confirmación por espectrometría de masas. *Rev. Toxicol.* 19, 55-60.
- CICLOPLAFEST (2005). Catálogo Oficial de Plaguicidas. Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. México D.F. 81-84.
- Dogheim S.M, Gad Alla S.A., El-Marsafy A.M y Fahmy S.M (1999). Monitoring pesticide residues in Egyptian fruits and vegetables in 1995. *J. AOAC Int.* 82, 948-955.
- FAO/OMS (1995). Secretariat of the Codex Alimentarius Commission. Roma, Italia. http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-e.jsp (Consultado: 15 de noviembre de 2007).
- FAO/ OMS (2006). Pesticide residues in food. Maximum residue limits. Secretariat of the Codex Alimentarius Commission. Roma, Italia. http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-e.jsp (Consultado: diciembre de 2007).
- Garrido F.A., Arrebola F.J., Egea G.F. y Martínez V.J. (2006). Análisis de residuos de plaguicidas en muestras vegetales de carácter graso mediante técnicas cromatográficas de gases y de líquidos con sistemas de detección de espectrometría de masas. Foro de la Tecnología Oleícola y la Calidad. <http://www.expoliva.com/expoliva2003/symposium/comunicaciones/TEC-31-Texto.20.pdf> (20 de diciembre de 2007).
- Hernández G.M., Jiménez G.C., Jiménez A.F. y Arceo G.M. (2007). Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del Estado de México, México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 23, 159-167.
- Juan A., Picó Y. y Font G. (2003). Revisión de los métodos de determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en alimentos. *Rev. Toxicol.* 20, 166-175.
- Jury W.A., Spencer W.F. y Farmer W.J. (1983). Use of models for assessing relative volatility, mobility and persistence of pesticides and other trace organics in soil systems. En: *Hazard Assessment of Chemicals: Current Developments.* (J. Saxena Ed.), Vol. 2, Academic Press. San Diego pp. 10-43.
- Kegley S. y Wise L.J. (1998). *Pesticides in fruits and vegetables.* University Science Books. Universidad de California, Berkeley, EUA. 114 pp.
- Lagunes T.A. y Villanueva J.A. (1994). *Toxicología y manejo de insecticidas.* Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. 264 pp.
- López C.L., López C.M., Torres S.L., Blair A., Cebrián G.M. y García R.M. (2002). Serum levels of beta-hexachlorocyclohexane, hexachlorobenzene and polychlorinated biphenyls and breast cancer in Mexican women. *Eur. J. Cancer Prev.* 11, 129-135.
- Luke M.A. y Doose G.M. (1983). A modification of the Luke multiresidue procedure for low moisture, non-fatty product. *B. Environ. Contam. Tox.* 30, 110-116.
- Mathies M., Behrendt H. y Trapp S. (1991). Modeling and model validation for exposure assessment of the terrestrial environment. En: *Pesticides Chemistry.* (H. Frehse, Ed.). Verlag Chemie. Nueva York. pp 433-444.
- Subsecretaría de Salud Ambiental (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA1-1993. Plaguicidas. Productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial. Etiquetado. Diario Oficial de la Federación. 20 de Octubre de 1995.

- Ortiz B.F., López M., Fernández M., Yruela M.C., Navas J.A., López J., Lirola J., Morales A.M., García J.P., Martín A., Alfonso J.M., Martín R.A., Marqués F., Ejido J. y Caballero E. (2003) *Aplicación de plaguicidas. Nivel Cualificado*. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca. 2ª Edición. Andalucía, España. 235 pp.
- Otero G., Porcayo R., Aguirre D.M. y Pedraza M. (2000). Estudio neuroconductual en sujetos laboralmente expuestos a plaguicidas. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 16, 67-74.
- Pitarch A.E., López F.J., Serrano R. y Hernández F. (2001). Multiresidue determination of organophosphorus and organochlorine pesticides in human biological fluids by capillary gas chromatography. *Fresen. J. Anal. Chem.* 369, 502-509.
- Valencia Q.R., Sánchez A.J., Gómez O.J., Juárez S.L., García G.E., Montiel G.J., García N.E. y Waliszewski S.M. (2005). Vydate L-24, un plaguicida carbámico que induce aberraciones cromosómicas en células meristemáticas de *Vicia faba*. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 21 (Supl. 1), 63-70.
- Valenzuela Q.A., Armenta C.R., Moreno V.E., Gutiérrez C. L., Grajeda C.P. y Orantes A.C. (2006). Optimización y validación de un método de dispersión de matriz en fase sólida para la extracción de plaguicidas organofosforados en hortalizas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 23, 464-474.
- Waliszewski S.M., Pardío V.T., Waliszewski K.N. y Chantiri J.N. (1997). Low cost monitoring method for organophosphorus and carbamate pesticide residues determination. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 13, 41-45.
- Waliszewski S.M. e Infanzón R.M. (2003). Diferencia entre concentraciones de plaguicidas organoclorados persistentes en suelo, paja y granos de trigo. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19, 5-11.
- Waliszewski S.M., Bermúdez M.T., Silva C.S., Infanzón R.M., Carvajal O., Gómez A.S., Villalobos P.R., Saldaña V., Melo G., Esquivel S., Castro F., Ocampo H., Torres J. y Hayward Jones P.M. (2005). DDT's, HCH and HCB levels in breast adipose tissue in women with breast tumors. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 21, 133-142.