



Título del artículo.

Determinación de plaguicidas organofosforados en mangos de las variedades Ataulfo (*Mangifera Caesia* Jack ex Wall) y Manila (*Mangifera indica* L.) producidos en la Región Costa Grande del estado de Guerrero, México

Título del artículo en idioma Inglés.

Determination of organophosphorus pesticides in the Ataulfo mango (*Mangifera Caesia* Jack former Wall) and Manila mango (*Mangifera indica* L.) varieties produced in the Costa Grande region of Guerrero, Mexico

Autores.

Sergio Jahir Flores Lozano
Daysi Navez González
Juan Pereyda Hernández
Ma. Elena Moreno-Godínez
Gerardo Huerta-Beristain

Referencia bibliográfica:

MLA

Flores Lozano, Sergio Jahir, Daysi Navez González, Juan Pereyda Hernández, Ma. Elena Moreno-Godínez, Gerardo Huerta-Beristain. "Determinación de plaguicidas organofosforados en mangos de las variedades Ataulfo (*Mangifera Caesia* Jack ex Wall) y Manila (*Mangifera indica* L.) producidos en la Región Costa Grande del estado de Guerrero, México". *Tlamati* 6.2 (2015): 9-13. Print.

APA

Flores Lozano, S. J., Navez González, D., Pereyda Hernández, J., Moreno-Godínez, M. E. y Huerta-Beristain, J. (2015). Determinación de plaguicidas organofosforados en mangos de las variedades Ataulfo (*Mangifera Caesia* Jack ex Wall) y Manila (*Mangifera indica* L.) producidos en la Región Costa Grande del estado de Guerrero, México. *Tlamati*, 6(2), 9-13.

ISSN: 2007-2066.

Publicado el 30 de Junio del 2015

© 2015 Universidad Autónoma de Guerrero

Dirección General de Posgrado e Investigación

Dirección de Investigación

TLAMATI, es una publicación trimestral de la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAGro. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Determinación de plaguicidas organofosforados en mangos de las variedades Aaulfo (*Mangifera Caesia* Jack ex Wall) y Manila (*Mangifera indica* L.) producidos en la Región Costa Grande del estado de Guerrero, México

Sergio Jahir Flores Lozano¹
 Daysi Navez González²
 Juan Pereyda Hernández³
 Ma. Elena Moreno-Godínez¹
 Gerardo Huerta-Beristain^{1*}

¹Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Av. Lázaro Cárdenas s/n. C.U. Zona Sur. CP. 39087, Chilpancingo, Guerrero, México. Tel. +52 747 472 5503

²Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad de Investigación especializada en Microbiología.

³Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales

*Autor de correspondencia
 hbgerardo@gmail.com

Resumen

El cultivo de mango en México representa una importante actividad económica, ya que a nivel mundial es uno de los principales productores de este fruto, siendo el estado de Guerrero, México el primer productor a nivel nacional. Por esta razón es apremiante mantener un buen control en la calidad de este fruto y asegurar su comercialización. Dentro de los controles de calidad a procurar figura la concentración de plaguicidas, sustancias de origen químico que son aplicadas por el productor para el combate de plagas que dañan los frutos de mango. Dentro de los insecticidas autorizados para el uso en mango, se encuentran algunos plaguicidas organofosforados (POP's), que son esteres del ácido fosfórico y causan toxicidad en animales y humanos, al inhibir la acetilcolinesterasa, enzima encargada de la hidrólisis de la acetilcolina en los impulsos nerviosos neuromusculares. El objetivo del presente estudio fue cuantificar e identificar los plaguicidas metil paratión, paratión y malatión presentes en muestras de mangos producidos en la región Costa Grande del Estado de Guerrero. Se colectaron 14 y 10 muestras de mango variedad Aaulfo (*Mangifera Caesia* Jack ex Wall) y Manila (*Mangifera indica* L.) en los municipios de Atoyac de Alvarez, Benito Juárez y Tecpan de Galeana del Estado de Guerrero, México. Se utilizó la técnica de microextracción en fase sólida y los POP's fueron cuantificados en un cromatógrafo de gases con detector de captura de electrones (ECD). Como resultado se detectaron los plaguicidas paratión y malatión, no obstante, el malatión se encontró dentro del límite máximo residual (LMR), que es de 1 mg kg⁻¹ de mango, pero el paratión excedió el LMR de 0.2 mg kg⁻¹ en 64.29 % y 60 % de las muestras de la variedad Aaulfo y Manila, respectivamente. Ambos LMR son establecidos en el Codex Alimentarius por la Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Palabras clave: mango, plaguicidas, paration, malation

Como citar el artículo:

Flores Lozano, S. J., Navez González, D., Pereyda Hernández, J., Moreno-Godínez, M. E. y Huerta-Beristain, J. (2015). Determinación de plaguicidas organofosforados en mangos de las variedades Aaulfo (*Mangifera Caesia* Jack ex Wall) y Manila (*Mangifera indica* L.) producidos en la Región Costa Grande del estado de Guerrero, México. *Tlamati*, 6(2), 9-13.

Abstract

Mango harvesting in Mexico represents an important economic activity worldwide, since México is one of leading producers of this fruit, and the state of Guerrero, Mexico is a leading producer nationwide. It is therefore urgent to maintain good quality control of the fruit, and ensure its marketing. Within quality controls are to ensure concentration of pesticides, and substances of chemical origin that are applied by producers, in order to combat pests that damage fruits of mango. Authorized for use in handle insecticides are some organophosphate pesticides (POPs), which are esters of phosphoric acid, causing toxicity in animals and humans by inhibiting acetylcholinesterase, an enzyme responsible for the hydrolysis of acetylcholine in the impulses neuromuscular nervous. Objective of this study was to quantify and identify pesticides methyl parathion, parathion and malathion present in samples of mangoes produced in the Costa Grande region of Guerrero. 14 and 10 samples variety of Ataulfo mango (*Mangifera Caesia* Jack former Wall) and Manila mango (*Mangifera indica* L.) were collected in the municipalities of Atoyac de Alvarez, Benito Juárez and Tecpan de Galeana, state of Guerrero, Mexico. Technique of micro-extraction of solid phase was used, and POP's were quantified in a gas chromatograph with electron capture detector (ECD). As a result, pesticides parathion and malathion were detected, however, malathion was within the maximum residue limit (MRL), which is 1 mg kg⁻¹ by mango, but parathion exceeded the MRL of 0.2 mg kg⁻¹, 64.29% and 60% of samples of varieties Ataulfo and Manila, respectively. Both MRL's are established in the Codex Alimentarius by Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Keywords: mango, pesticides, parathion, malathion

Introducción

México es uno de los principales productores de mango a nivel mundial debido a su ubicación geográfica, destacando el estado de Guerrero con el primer lugar a nivel nacional en la producción de mango según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. Por esta razón, es apremiante mantener un buen control en la calidad de este fruto para asegurar su comercialización a nivel nacional e internacional. Dentro de los controles de calidad, se incluye la concentración de plaguicidas, Por lo tanto un plaguicida es cualquier sustancia cuyo objetivo es prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga y que tienen como activo una molécula química compleja, ya sea de origen natural o hecho por el hombre (Whitake y Whitacre, 2010), que son aplicadas por el productor para el combate de plagas, sin embargo estos plaguicidas pueden permanecer en el mango después de ser cosechado. Dentro de los insecticidas autorizados para el uso en mango, aparecen los organofosforados [POP's], que causan toxicidad en animales y humanos. El objetivo del estudio fue cuantificar los plaguicidas organofosforados presentes en muestras de mangos producidos en la región Costa Grande del Estado de Guerrero.

Materiales y Métodos

Zona de muestreo

La presente investigación se realizó con muestras de mangos de dos variedades; Manila (*M. indica* L.) y Ataulfo (*M. Caesia* Jack ex Wall), de diferentes huertos ubicados en los municipios de Atoyac de Álvarez, Benito Juárez y Tecpan de Galeana en la Costa Grande de Estado de Guerrero, México. A 17° 11' 7.82" N y 100° 26' 19.26" O, 17° 33' 44.1" N y 101° 20' 22.03" O, y, 17° 12' 31.65" N y

100° 45' 6.6" O respectivamente, con promedios anuales de 29.4 °C de temperatura y de 1 236 a 2 200 mm de precipitación.

Recolección de muestras

Las muestras se recolectaron usando guantes de algodón limpios, cortando los mangos directamente del árbol, después se guardaron en 2 bolsas de polipapel y se etiquetaron con los datos de número de muestra y ubicación geográfica de la zona de recolección, además se realizó una encuesta al productor del huerto muestreado. Posteriormente las muestras se trasladaron en una hielera a una temperatura aproximadamente de 4°C al laboratorio y se congelaron, para su conservación a -20°C, el procesamiento debe realizarse en un máximo de una semana para evitar la degradación de los plaguicidas organofosforados presentes en las muestras, de acuerdo a lo establecido en la Norma CAC/GL 40-1993 del Codex Alimentarius (*Food and Agriculture Organization of the United Nations* [FAO], 2011).

Preparación de muestras

Las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente para iniciar su análisis. La cáscara y pulpa se cortaron en trozos pequeños y se pesaron hasta obtener 1 kg, posteriormente se trituraron y homogeneizaron en una licuadora de acuerdo al protocolo propuesto por Fuentes-Matus, Vega y León, Díaz-González, Noa-Pérez, y Gutiérrez-Tolentino (2010) y lo establecido en FAO (2010).

Extracción y purificación de plaguicidas organofosforados a partir de muestras vegetales

Se pesan 0.5 g de muestra homogeneizada y se colocan en un mortero de vidrio a lo que se adicionan 0.6 g de alumina, previamente tratada. Esta mezcla se homogeniza con

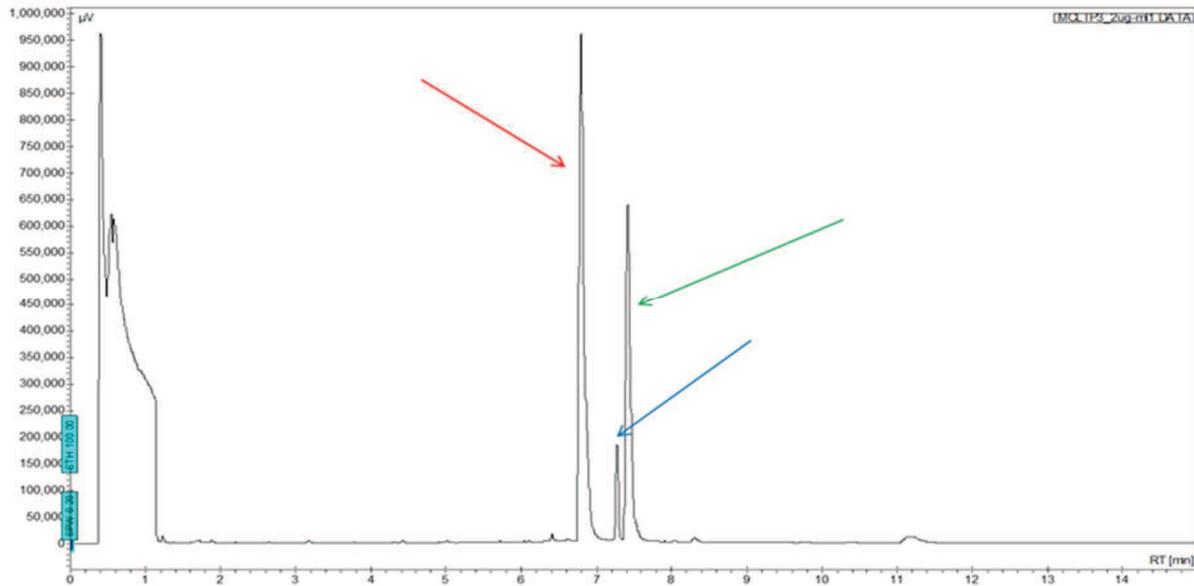


Figura 1. Cromatograma de estándares de metil paratión (flecha roja), paratión (flecha azul) y malatión (flecha verde)

ayuda del pistilo hasta que sea uniforme y se deja secar hasta que adquiera la consistencia de polvo, posteriormente la mezcla se empaca en jeringa de vidrio de 5 mL, previamente empacadas con una capa de fibra de vidrio y 2.6 g de alumina tratada y se eluye hasta llegar a un volumen de 40 mL con hexano, recolectando el eluyente en un tubo falcón de vidrio con tapa de 50 mL, y se evaporó a sequedad con gas nitrógeno en un evaporador a 40°C. El extracto evaporado se reconstituye con 100 µL de hexano y se pasa a un vial para su conservación en el congelador a -20°C hasta que es llevado al cromatógrafo de gases (Valenzuela-Quintanar, Armenta-Corral, Moreno-Villa, Gutiérrez-Coronado, Grajeda-Cota y Grantes-Arenas, 2006).

Condiciones cromatográficas

El análisis de los residuos de plaguicidas organofosforados se efectuó en un cromatógrafo de gases VARIAN CP-3380 equipado con Detector de Captura de Electrones (ECD). Las condiciones cromatográficas usadas fueron: se inyectó un volumen de muestra de 1 µL en una columna de

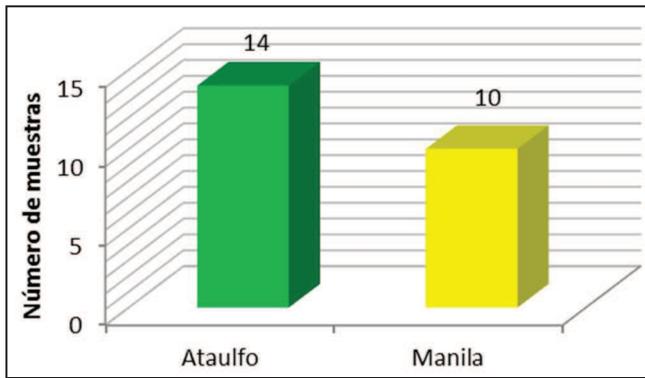
capilaridad de sílica fundida 5CB (Varian 15 m por 0.25 mm ID), se usó gas Nitrógeno como acarreador en un flujo de la columna de 3.5 mL/min. Las temperaturas del inyector y el horno fueron 200 y 300°C, respectivamente. La temperatura del horno fue mantenida a 0°C por 1 minuto y se incremento en un rango de 20°C/min a 200°C por un periodo de 8 minutos. Para calcular la concentración se utilizó el programa de procesamiento y adquisición de datos Galaxie Chromatography Workstation versión 1.9.3.2., con niveles de concentración de, 0.5, 1.0, 2.0 y 5.0 µg/mL de los diferentes plaguicidas organofosforados.

Resultados

En el presente estudio se realizó la estandarización de la técnica para la determinación de plaguicidas organofosforados en mangos, basándose en lo publicado por Valenzuela-Quintanar et al. (2006), para realizar esto se analizaron los cromatogramas de estándares diluidos a concentración conocida de los plaguicidas metil paratión, paratión y malatión (véase figura 1). Los tiempos de retención para los plaguicidas metil paratión, paratión y malatión, fueron

Tabla 1: Rangos de malatión y paratión encontrados en las muestras

Variedad Plaguicida	RANGOS (mínimo–máximo)		LMR's del Códex Alimentarius (mg kg ⁻¹)
	Ataúlfo (mg kg ⁻¹) n=14	Manila (mg kg ⁻¹) n=10	
Paratión	(0.089-0.799)	(0.089-0.716)	0.2
Malatión	(0.526-0.527)	(0.527-0.527)	1.0



Gráfica 1: Número de muestras de Ataúlfo (*M. Caesia Jack ex Wall*) y *M. indica L.* analizadas

6.79, 7.26 y 7.56 minutos respectivamente.

Además se realizaron las curvas de linealidad de los plaguicidas metil paratión, paratión y malatión a concentraciones de 0.5, 1, 2 y 5 $\mu\text{g/mL}$ de muestra.

Se analizaron de 24 muestras, por duplicado, donde el 58.17% fueron de la variedad *M. Caesia Jack ex Wall*, mientras que el 41.67% fueron de la variedad *M. indica L.* (véase gráfica 1). El 62.5% de las muestras se recolectaron en el municipio de Tecpan de Galeana, el 12% se recolectaron en el municipio de Benito Juárez y el 25% de las muestras se recolectaron del municipio de Atoyac de Álvarez. Las características de los huertos muestreados se obtuvieron a través de una encuesta realizada a los productores de mango de las zonas donde se muestreo.

La determinación de los plaguicidas en las muestras de mango se realizó a partir de las áreas obtenidas por los cromatogramas de cada muestra con respecto al tiempo de retención de cada plaguicida reportados con los estándares.

Se observó que ninguna muestra presento metil paratión, sin embargo, hay presencia de paratión y malatión en el 100% de las muestras en ambas variedades de mango estudiadas, aunque ninguna muestra sobrepasó el LMR establecido por el Codex Alimentarius de malatión, también se observa que el 64.29% de las muestras de la variedad *M. Caesia Jack ex Wall* y el 60% de las muestras de la variedad *M. indica L.* sobrepasaron el LMR establecido para el paratión.

El rango de las concentraciones obtenidas de cada variedad de mango con respecto al malatión y el paratión se muestran en la Tabla 1, donde se observa que el rango en ambas variedades para el malatión no exceden el LMR del Codex Alimentarius (1 mg kg^{-1}), pero en los rangos obtenidos del plaguicida paratión en ambas variedades van desde abajo hasta por arriba del LMR (0.2 mg kg^{-1}).

Una vez obtenidos los datos de las muestras de mango analizadas, se procedió a realizar su análisis estadístico, para esto, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar si los datos, organizados por variedad y concentración de plaguicida, tenían un comportamiento normal o no. En lo cual se encontró que sólo los datos de las variedades *M. Caesia Jack ex Wall* con residuos de paratión no tenían una distribución normal, por lo que a estos datos se les procedió a sacar medio geométrica y error estándar, y a los demás datos que si tenían un comportamiento normal se les sacó la media más menos desviación estándar. Estos últimos datos se muestran en la tabla 2, donde se observa

que la media y desviación estándar del malatión para ambas variedades es prácticamente igual.

Discusión

En el presente trabajo de investigación se estandarizó una técnica de microextracción en fase sólida para la extracción y purificación de plaguicidas organofosforados en mango, obteniéndose porcentajes de recuperación óptimos para su validación.

Además se analizaron 24 muestras de mangos de variedades *M. Caesia Jack ex Wall* y *M. indica L.*, producidos en los municipios de Atoyac de Álvarez, Benito Juárez y Tecpan de Galeana de la región Costa Grande del Estado de Guerrero, donde se encontró paratión y malatión en el 100% de las muestras, pero ninguna muestra presentó una concentración de malatión por arriba del LMR establecido en el Codex Alimentarius por la FAO (1 mg kg^{-1}), aunque en el caso del paratión el 64.29% de las muestras de la variedad *M. Caesia Jack ex Wall* y el 60% de las muestras de la variedad *M. indica L.* sobrepasaron el LMR establecido por la FAO en el Codex Alimentarius (0.2 mg kg^{-1}), esto nos indica que los productores podrían estar utilizando más paratión del que se indica en las instrucciones de uso, aunque no se descarta la posibilidad de que los plaguicidas de otros cultivos cercanos como son los del coco (*Cocos nucifera*), al colocarle plaguicidas también se rocíen los cultivos de mango y esto podría causar el aumento de paratión en estas muestras. En la encuesta realizada a los productores se obtuvieron datos importantes como, que todos los productores encuestados refirieron hacer uso de productos químicos para el control de plagas, de los cuales los plaguicidas organofosforados son los segundos plaguicidas más utilizados para el cultivo de mango, estando por debajo de los carbamatos, y que el principal plaguicida organofosforado utilizado para este cultivo es el malatión, siendo utilizado por el 66.67% de los productores encuestados, también se observó que el 58.33% de los productores siembran únicamente la variedad *M. Caesia Jack ex Wall* y *M. indica L.*, lo que nos permite notar la importancia de estas variedades para los productores, así como para el comercio en la región de Costa Grande.

En este estudio también se observó que no hay correlación entre las variedades de mango y la concentración de plaguicidas, esto es demostrado en la prueba de *t* de student que se realizó con la concentración de malatión en ambas variedades estudiadas, donde la *p* nos da un valor por arriba de 0.05, indicándonos que no hay diferencia

Tabla 2: Medias y desviación estándar de los datos obtenidos

Plaguicida	Paratión \bar{x} (\pm DE)	Malatión \bar{x} (\pm DE)
Variedad		
Ataúlfo (n=14)	0.213 (0.056)*	0.527 (\pm 0.0002)
Manila (n=10)	0.302 (\pm 0.225)	0.527 (\pm 0.0002)

*Se determinó media geométrica y error estándar, ya que estos datos no tienen un comportamiento normal

significativa en el nivel de malatión entre la variedad *M. Caesia* Jack ex Wall y *M. indica* L.,

Fuentes-Matus et al (2010), evaluó la presencia de residuos de malatión y malaoxón en mangos de las variedades *M. Caesia* Jack ex Wall y Tommy Atkins producidos en el municipio de Chahuities, en el estado de Oaxaca, durante el periodo de su cosecha en el año 2007; con una sola aplicación de plaguicida se obtuvieron niveles de 0.004 a 0.06 mg kg⁻¹ para la variedad *M. Caesia* Jack ex Wall que no sobrepasa el LMR establecido por la FAO. Los resultados obtenidos por Fuentes-Matus et al. (2010) concuerdan con los obtenidos en el estudio, debido a que ninguna muestra de mango de las variedades analizadas presentó niveles de malatión por arriba del LMR establecido por la FAO, esta similitud de resultados puede deberse a que en ambos estudios se usó la variedad de mango *M. Caesia* Jack ex Wal, además de que las zonas de muestreo tienen condiciones climáticas similares, ya que ambas son de región costera, y a pesar de que las muestras en ambos estudios fueron tratadas con técnicas de extracción y purificación de POP's diferentes, los resultados siguen siendo similares.

En el artículo de Aldana Madrid, García-Moraga, Rodríguez-Olibarria, Silveira-Gramont, y Valenzuela Quintana (2008) se determinó la presencia de los plaguicidas organofosforados: malatión, metil paratión, diazinón y clorpirifos, en nopal fresco cultivado en campos agrícolas, así como en nopal deshidratado, se observó que del total de muestras analizadas de nopal fresco el 60% contenía residuos de tres plaguicidas, mientras que 40% restante mostró residuos de cuatro plaguicidas. Este estudio se parece al nuestro ya que detecta la presencia de malatión en la muestra, además en este artículo se utiliza una extracción y purificación por fase sólida y un cromatografía de gases con ECD para la determinación de los POP's.

El impacto de este trabajo es que nos permite conocer la calidad del mango con respecto a la cantidad de POP's que estos tengan, comparando estas concentraciones con los LMR establecidos en el Codex Alimentarius por la FAO, y permitiéndonos conocer si estos frutos pueden o no ser exportados, esto causa beneficios tanto en los productores para poder comercializar su producto, para la sociedad para recibir un producto de calidad y para la economía estatal y nacional, ya que como se ha mencionado anteriormente, el cultivo de esta fruta es de relevancia en

Guerrero y en nuestro país.

Conclusiones

Se identificaron residuos de malatión y paratión en todas las muestras de mango analizadas. Para el caso del malatión, ninguna muestra excedió el LMR establecido en el Codex Alimentarius, y en el caso del paratión, el 64.29% de las muestras de la variedad Ataulfo y el 60% de las muestras de la variedad Manila excedieron el LMR establecido por la FAO para este plaguicida.

Agradecimientos

Por el apoyo financiero de la Dirección de Investigación Científica de la UAGro. Dra. Refugio Rodríguez Vázquez, del Laboratorio de Compuestos Xenobióticos del Dpto. de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV.

Referencias

- Aldana-Madrid, M. L., García-Moraga, M. C., Rodríguez-Olibarria, G., Silveira-Gramont, M. I. y Valenzuela Quintana, A. I. (2008). Determinación de insecticidas organofosforados en nopal fresco y deshidratado. *Revista Fiotécnica Mexicana*, 31(2), 133-139.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). *CAC/GL 41-1993 Parte del producto a la que se aplican los límites máximos del Códex para residuos y que se analiza*. FAO
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). *CAC/GL 40-1993 Diretrices sobre Buenas Prácticas en el Análisis de Residuos de Plaguicidas*. FAO
- Fuentes-Matus, C., Vega y León, S., Díaz-González, G., Noa-Pérez, M. y Gutiérrez-Tolentino, R. (2010). Determinación de residuos de malatión y malaoxón en mango de las variedades Ataulfo y Tommy Atkins producidos en chahuities, Oaxaca. *Agrociencia*, 215-223.
- Valenzuela-Quintana, A. I., Armenta-Corral, R., Moreno-Villa, E., Gutiérrez-Coronado, L., Grajeda-Cota, P. y Grantes-Arenas, C. (2006). Optimización y validación de un método de dispersión de matriz en fase sólida para la extracción de plaguicidas organofosforados en hortalizas. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23, 464-474.
- Whitaker, G. y Whitacre, D. (2010). Pesticides: Chemical and Biological Tools. In *The pesticide book*. Cornell.