



UNIVERSIDAD DEL MAR

Institución Pública de Educación Superior



Puerto Ángel

LICENCIATURAS

Ingeniería en Pesca
Oceanología
Ingeniería en Acuicultura
Ingeniería Ambiental
Ciencias Marítimas
Biología Marina

MAESTRÍAS

Ciencias: Ecología Marina
Ciencias Ambientales:
(Área de Concentración: Química Ambiental
ó Ingeniería Ambiental)

DOCTORADOS

Ecología Marina
Ciencias Ambientales



Huatulco

LICENCIATURAS

Actuaría
Economía
Ciencias de la Comunicación
Relaciones Internacionales
Administración Turística

MAESTRÍAS

Derecho Internacional Penal
Mercadotecnia Turística
Relaciones Internacionales:
Medio Ambiente



Puerto Escondido

LICENCIATURAS

Ingeniería Forestal
Biología
Zootecnia
Informática
Enfermería

MAESTRÍAS

Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre
Ciencias Genómicas
Producción y Sanidad Animal

DOCTORADOS

Producción y Sanidad Animal

Consulta las bases y requisitos en :

www.umar.mx

También puedes escribir a las siguientes direcciones:

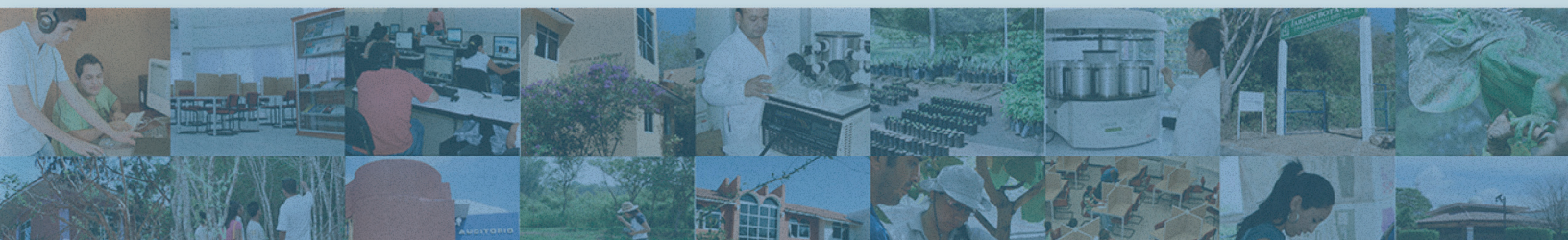
promocionumar@huatulco.umar.mx

difusion.umar@hotmail.com

o bien, comunícate a cualquiera de los Campus.

 /Universidad del Mar

 @UMAR_SUNEO



Ciudad Universitaria
Puerto Escondido
Tel. (954) 582 4990
Ext. 310, Fax. 01 (954) 582 2992
servesc@zicatela.umar.mx

Ciudad Universitaria
Puerto Ángel
Tel/Fax (958) 584 3184/3078/3092
Ext. 118 y 129
servesc@angel.umar.mx

Ciudad Universitaria
Huatulco
Tel/Fax (958) 583 0434
Ext. 210
servesc@huatulco.umar.mx



Tendencia histórica del uso de plaguicidas en la producción agrícola de México

Beatríz Ivett Garza González¹ & Pedro Cervantes Hernández*²

Resumen

El uso de plaguicidas ha aumentado en la producción agrícola mexicana y trabajos con grupos específicos de plaguicidas sintéticos están escasamente documentados. Para los siguientes plaguicidas incluidos en una base de datos FAO (insecticidas, herbicidas y fungicidas/bactericidas), el costo de venta en Dólares se analizó con un modelo lineal múltiple, para revelar, cuál de éstos fue el más usado en la producción agrícola nacional entre 2000 y 2014. Se compararon las importaciones y exportaciones de los plaguicidas, para conocer el estatus de México como un consumidor de plaguicidas. Con una contribución estadística moderada, los insecticidas resultaron ser los más usados en la producción agrícola nacional ($R=0.46$, $R^2=0.22$, $P=0.08$). México resultó un consumidor de plaguicidas, porque sus importaciones superaron a sus exportaciones. Los plaguicidas más costosos fueron los fungicidas/bactericidas y los más baratos, fueron los insecticidas/herbicidas. Los insecticidas/herbicidas tuvieron una presencia relevante en las importaciones/exportaciones y no así para los fungicidas/bactericidas. En la literatura disponible, un mayor número de casos por intoxicación con insecticidas se encontró entre los agricultores mexicanos. Este problema se consideró en relación con el incremento en la comercialización de los insecticidas debido a su bajo costo.

Palabras clave: Agricultura, costo de venta, fungicidas, insecticidas, México.

Abstract

The use of pesticides has been increased in the agricultural production of Mexico, and works with specific pesticide groups are scarcely documented. For following pesticides included in a FAO data set (insecticides, herbicides, fungicides/bactericides), the cost of sale in USD was analyzed with a multiple lineal model to show which of this was more used in the national agricultural production between 2000 and 2014. Pesticides exportations and importations were compared to know the status of Mexico as a pesticides consumer. With a statistic moderate contribution, insecticides were pesticide group more used in the national agricultural production ($R=0.46$, $R^2=0.22$, $P=0.08$). Mexico resulted a pesticides consumer because his importations were highest than his exportations. Fungicides/bactericides were more expensive, and insecticides/herbicides were cheaper. Insecticides/herbicides had a relevant presence in importations/exportations, and fungicides/bactericides showed a low presence. In available literature, a high number cases by intoxication with insecticides were found between Mexican agricultural workers. It was considered that this problem has relationship with increase in the insecticides commercialization due to her low cost.

Key words: Agriculture, cost of sale, fungicides, insecticides, Mexico.

¹ Alumna adscrita al posgrado Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad del Mar, Carretera a Zipolite Ciudad Universitaria s/n, Distrito de San Pedro Pochutla A.P. 47, C.P. 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

² Instituto de Recursos, Universidad del Mar, Carretera a Zipolite Ciudad Universitaria s/n, Distrito de San Pedro Pochutla A.P. 47, C.P. 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

*Autor de correspondencia: pch@angel.umar.mx

Introducción

Los plaguicidas son biológicos y sintéticos (Ferrer 2003) y en el artículo 278 Capítulo XII de la Ley General de Salud (LGS), el plaguicida se define como cualquier sustancia o mezcla de sustancias sintéticas destinadas a controlar plagas (*p.ej.* especies no deseadas que causan enfermedades a humanos y animales) que interfieran con la producción agropecuaria y forestal.

La LGS, la Ley Federal de Sanidad Vegetal y Animal y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, son el marco legal mexicano por el que los plaguicidas son regulados respecto a los siguientes rubros: (a) registro y uso, (b) regulación para la exportación e importación (según la comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas), (c) formulación y licencias sanitarias, (d) comercialización y publicidad. Por otra parte, otros rubros legislativos están contenidos en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (NOM): (a) NOM-044-SSA1-1993, (b) NOM-045-SSA1-1993 y (c) NOM-232-SSA1-2009.

México destina el 85% de los plaguicidas producidos al sector agrícola y por esta razón, la población económicamente activa dedicada a esta actividad, está expuesta con mayor probabilidad a la intoxicación (Altamirano *et al.* 2004). El uso de plaguicidas genera beneficios a corto plazo (*p.ej.*: incremento de cosechas, seguridad alimentaria, reducción del trabajo físico), pero las afectaciones que éstos pueden llegar a ocasionar en la salud pública son con frecuencia más altas y costosas que los beneficios (Sánchez-Salinas & Ortiz-Hernández 2011). En los últimos 20 años, el uso de plaguicidas agrícolas en México va en aumento y está acompañado de prácticas inadecuadas e irresponsables (Madeley 2002, González *et al.* 2001, Cortés-Genchi, 2008, Vásquez-Venegas *et al.* 2015). Éstas últimas, tienen relación con el mal manejo que se hace durante y después de la actividad agrícola (el destino final de residuos sólidos). Para el caso primero, están documentadas intoxicaciones leves (Hernández-González *et al.* 2007, Rodríguez-Pimentel *et al.*

2005) y agudas/terminales (Murphy 1986) por ingesta, inhalación e inducción dérmica (*p.ej.*: carcinogénesis, teratogénesis, mutagénesis). Para el caso segundo, Ferrer (2003) mencionó otros receptores finales de riesgo *p.ej.*: los compartimentos del ecosistema (agua, aire, suelo) y los bienes inmuebles y muebles (debido al almacenaje). Los riesgos para éstos últimos son *p.ej.*: incendios/explosiones, degradación química de cimientos y estructuras, depreciación del valor comercial.

La producción nacional de plaguicidas sintéticos (además de los importados) y sus usos en la producción agrícola de México, están escasamente registrados y parcialmente documentados. Por esta razón, se utilizó una base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO¹), con información histórica para México (clave FAO 138), sobre los siguientes grupos de plaguicidas sintéticos: insecticidas (clave FAO 1309), herbicidas (clave FAO 1320), fungicidas/bactericidas (clave FAO 1331) y la producción agrícola nacional. Con esta información se realizó por primera vez, un análisis estadístico, para deducir, cuál grupo de plaguicida se utilizó mayormente en la producción agrícola nacional de 2000 a 2014. Los resultados fueron validados y discutidos, tomando en cuenta lo mencionado en la literatura, respecto a cuál de los plaguicidas analizados, tuvo el mayor registro de casos por intoxicación en los trabajadores agrícolas mexicanos.

Material y métodos

De la base de datos FAO, se obtuvieron los siguientes registros:

- costo de venta para los plaguicidas consumidos a nivel nacional (con distinción entre grupos),
- costo de venta para los plaguicidas importados (con distinción entre grupos),
- costo de venta para los plaguicidas exportados (con distinción entre grupos),
- peso total de la producción agrícola nacional.

Todos los registros son con temporalidad anual. Los tres primeros registros están expresados en Dólares (USD) y el último es en Giga-gramos (Ggr).

a) Análisis de los costos de venta

Mediante un modelo de ANDEVA simple (Zar 1999), se evaluaron las diferencias estadísticas entre el costo de venta para los tres plaguicidas consumidos a nivel nacional. Para lo anterior, se confrontaron las siguientes hipótesis:

Ho: los tres grupos de plaguicidas fueron consumidos por igual en el mercado nacional.

Ha: los tres grupos de plaguicidas fueron consumidos desigualmente en el mercado nacional; y al menos, uno de éstos registró las mayores ventas.

Por separado, para los tres plaguicidas se realizó una comparación cualitativa respecto al costo de venta por exportación e importación. El ANDEVA se realizó con el programa *Statistica* versión 7.0.

b) Análisis de la producción agrícola

Se implementó un modelo de regresión lineal múltiple por pasos (MRLM) (Hair *et al.* 1999), para evaluar la contribución estadística de los tres plaguicidas consumidos a nivel nacional; y conocer así, cuál de éstos fue el mayormente usado en la producción agrícola nacional. El MRLM fue el siguiente:

Peso total de la producción agrícola nacional = $a + b_1 \cdot \text{insecticidas} + b_2 \cdot \text{herbicidas} + b_3 \cdot \text{fungicidas/bactericidas}$.

Donde a y b_n son los parámetros del MRLM. La estimación de parámetros se realizó con la técnica de mínimos cuadrados en el programa *Statistica* versión 7.0.

Resultados

El resumen de la base de datos FAO se muestra en la Tabla I.

Tabla I. Resumen estadístico de plaguicidas en México. Giga-gramos (Ggr), dólares (USD). Bases de datos FAO.

	producción agrícola Ggr	insecticidas USD	herbicidas USD	fungicidas/bactericidas USD
2000	8,662.13	18,878	19,760	23,424
2001	8,869.32	15,226	19,906	19,806
2002	5,719.24	9,850.56	10,839.50	7,994.54
2003	5,890.39	13,244.63	17,013.16	10,65.09
2004	6,083.68	15,515.39	18,392.76	12,40.29
2005	7,871.15	19,188	32,823	36,773
2006	6,826.19	19,750	32,344	35,472
2007	7,370.31	27,196	36,587	50,040
2008	6,063.98	25,155	32,582	52,131
2009	6,704.23	26,024	32,019	52,290
2010	6,936.50	26,671	31,878	55,331
2011	7,104.34	30,823	34,735	53,091
2012	8,333.64	37,501	37,684	41,293
2013	8,327.78	37,455	31,195	42,223
2014	8,788.62	32,406	26,392	40,016

a) Análisis de los costos de venta

Se detectaron diferencias significativas para el costo de venta de los tres plaguicidas consumidos a nivel nacional (ANDEVA: $F=3.92$, $F_{2,42}=3.21$, $p<0.05$). Para todos los casos, la comparación pareada entre medias resultó diferente (LSD: $p>0.05$) (Fig. 1). En apego a los USD valores promedio, el costo de venta fue mayor para los fungicidas/bactericidas (34,146 USD anuales, Shapiro-Wilks $W=0.87$, $P<0.05$), medio para los herbicidas (27,610 USD anuales, $W=0.88$, $P=0.05$) y bajo para los insecticidas (23,658 USD anuales, $W=0.88$, $P>0.05$).

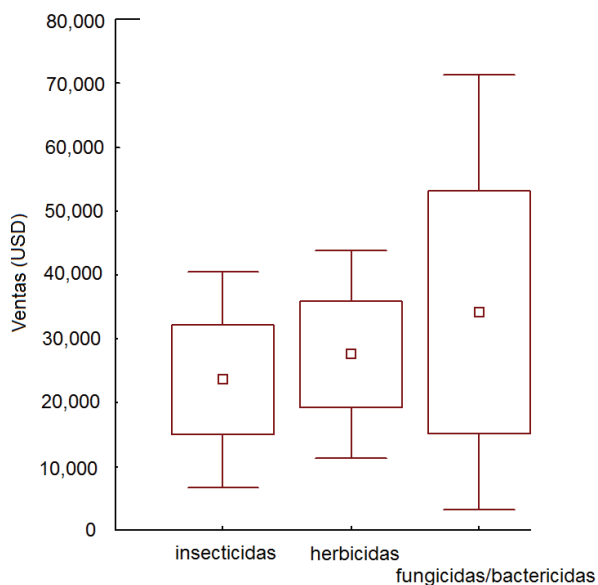


Figura 1. Tendencias generales en los costos de ventas para los principales grupos de plaguicidas en México. Bases de datos FAO.

Para el período 2000-2014, México registró una alta actividad económica en las exportaciones e importaciones de los tres grupos de plaguicidas. Pero el país resultó un consumidor de plaguicidas, porque las importaciones fueron más altas que sus exportaciones (Fig. 2). Ambas actividades comerciales se registraron con mayor énfasis en los insecticidas y no hacia los fungicidas/bactericidas.

b) Análisis de la producción agrícola

El MRLM se resolvió a un paso y aunque con una baja contribución estadística, se pudo evidenciar, que los insecticidas con el costo de venta más bajo, se usaron mayormente en la producción agrícola nacional ($R=0.46$, $R^2=0.22$, $P=0.08$). Por su parte, los herbicidas y los fungicidas/bactericidas no fueron incluidos por el MRLM. Esto en parte tiene relación con que éstos registraron el costo de venta mayor y medio, respectivamente.

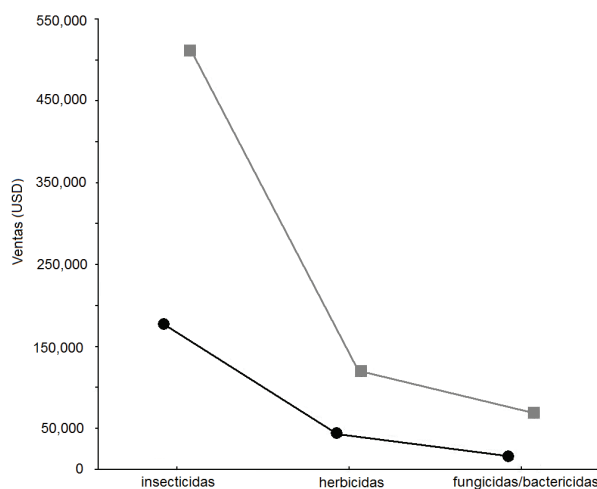


Figura 2. Tendencias generales en las ventas para exportaciones (línea negra con círculos) e importaciones (línea gris con cuadros) en México. Bases de datos FAO.

Discusión

México se evidenció como un país consumidor de plaguicidas, porque para el período 2000-2014, las importaciones resultaron mayores a las exportaciones (Fig. 2). Esta tendencia parece ser la misma que en años anteriores, porque en 1994, Cortés-Genchi (2008) reportó a México como el principal importador de plaguicidas en América Latina; y en 1997, las importaciones estuvieron constituidas casi por igual entre insecticidas y herbicidas.

Villa (2013) reportó un incremento del 7% en el uso de los plaguicidas a nivel nacional

(período 2007-2011), afirmando que los fungicidas fueron los más ampliamente usados en la producción agrícola nacional, seguidos de los herbicidas y al final los insecticidas. Los resultados obtenidos con el MRLM fueron contrastantes con este autor, pero esto se debe en parte, al corto rango de tiempo analizado por Villa (5 años), en contraste con los 14 años analizados en este trabajo. A pesar de lo anterior, lo señalado por Villa está incluido en la Figura 3, donde se aprecian, las tendencias señaladas por el autor para esos plaguicidas. Con base en lo anterior, se dedujo que Villa, muy probablemente realizó su análisis, con una parte de la base de datos FAO utilizada en el presente trabajo.

En la última década, para México, está documentado el uso creciente de los grupos de plaguicidas sintéticos analizados (Altamirano *et al.* 2004, Muñoz-Piña & Ávila-Forcada 2004, Villa 2013). Congruentemente con lo anterior, esta misma tendencia fue evidenciada en los tres plaguicidas (Fig. 3); pero a diferencia de lo señalado en la literatura, se encontró que los insecticidas (los de menor costo de venta), en relación con los fungicidas/bactericidas (los de mayor costo de venta), registraron la

mayor actividad comercial (Fig. 2). Por esta razón, en el MRLM, los insecticidas se evidenciaron como los mayormente canalizados en la producción agrícola nacional. Con base en lo anterior, se concluyó que debido a su bajo costo, la comercialización de insecticidas aumentó; y esto en la literatura disponible, se encontró en relación con el número de casos por intoxicación reportados entre los agricultores mexicanos.

Esta última aseveración fue sustentada con base en la literatura disponible, porque para México, el uso de insecticidas del tipo organofosforados (*p.ej. insecticidas*) está documentado como altamente persistente. En México, el registro de intoxicaciones agudas por plaguicidas inició en 1993 con 1,576 casos, para 1996 fueron 7,032 casos y en 2001 los casos fueron 4,606 (Cortés-Genchi 2008). Casos específicos por el uso de insecticidas organofosforados están bien documentados en Tejupilco, Estado de México (Hernández-González *et al.* 2007) y en Tixtla, Guerrero, México (Cortés-Genchi 2008). Estos trabajos son congruentes con los reportados por otros autores (Durán & Collí 2000, Pose *et al.* 2000, García *et al.* 2002), quienes señalaron a los organofosforados, con el

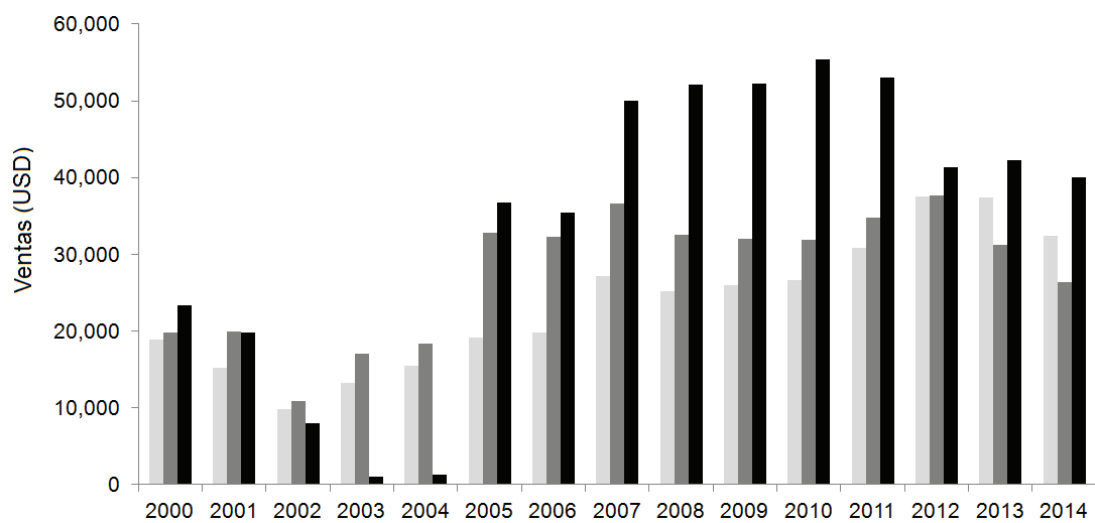


Figura 3. Tendencias interanuales en los costos de ventas para los principales grupos de plaguicidas en México: insecticidas (rectángulos grises claro), herbicidas (rectángulos grises oscuro) y fungicidas/bactericidas (rectángulos negros). Bases de datos FAO.

récord mundial de intoxicaciones agudas (Cárdenas *et al.* 2005); y tal como los organoclorados también están documentados sus efectos de toxicidad DL_{50} (Kamel *et al.* 2005) y demanda comercial (Ortega *et al.* 1994).

La prueba DL_{50} consiste en un diseño experimental para evaluar la toxicidad aguda de sustancias químicas en organismos inducidos (Miller & Tainter 1994). Ésta reside en administrar forzada y gradualmente la ingesta, inhalación o inducción dérmica de una sustancia química (el tóxico); posteriormente, el diseño culmina, cuando en la población se registra una mortalidad inducida del 50%. De entre los organofosforados mencionados por Hernández-González *et al.* (2007) y Cortés-Genchi (2008), están *p.ej.*: los diclorvos y el malatión, que por su DL_{50} tienen clases IB (altamente peligroso) y III (ligeramente peligroso) (Ramírez & Lacasaña 2001).

En un trabajo complementario realizado en Atlán de Navarro, Jalisco, México, donde la economía está sustentada en la agricultura de riego para la caña de azúcar, se documentaron casos agudos de intoxicación por el uso de insecticidas y herbicidas. Respecto al grupo primero, los reportados fueron identificados por nombre comercial: (a) Lannate (carbamato, clase IB), (b) Tamarón (organofosforados, clase IB) y (c) Furdán (Guzmán-Plazola *et al.* 2016).

El aumento en las intoxicaciones agudas por insecticidas organofosforados, está en relación con la manera habitual y negligente con la que los usuarios omiten las siguientes recomendaciones: (a) no leen las indicaciones para la aplicación, (b) no usan el equipo de protección recomendado, (c) se mezclan plaguicidas, (d) no aplican los plaguicidas en el horario recomendado (de 10:00 am a 15:00 pm), (e) se supera el tiempo para una aplicación estándar (<3 h), (f) después de la aplicación entra al cultivo antes del tiempo recomendado (24 h), (g) se aplica los plaguicidas en contra del viento, (h) no tiene el hábito de cambiarse de ropa y ducharse después de la aplicación, (i) no tiene cuidado en el uso y almacenado de los desechos sólidos (Hernández-González *et al.* 2007, Cortés-Genchi 2008).

Además de lo mencionado, casos de muerte fueron documentados con relación a la negligencia del trabajador agrícola para solicitar atención médica (Hernández-González *et al.* 2007). Las causas de esto último no fueron indagadas a profundidad, pero se mencionó, que esto ocurrió ante el temor de ser despedidos por ausencia laboral (Tinoco & Halperin 2001, Madeley 2002); y por influencia cultural, ya que como lo refirieron Arcury *et al.* (2002), los síntomas son atribuidos a situaciones de susto.

En la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI², están indicados los estados de la república mexicana que al 2011, registraron actividad agrícola, ocupando el 12% de la superficie territorial. Para estos estados no se cuenta con registros de FAO que faciliten la comparación estadística; pero Romero (2013), señaló que, en la región sur de México, la utilización de plaguicidas y fertilizantes, su registro fue menor en comparación con la región norte. La misma tendencia fue reportada por Ramírez (2013) para el cultivo de melón, período 2007/2012; la menor producción se registró en los estados de Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Tabasco y la mayor, en los estados de Sinaloa, Nayarit, Colima, Sonora y Baja California. Un caso diferente a la tendencia mencionada es el estado de Jalisco (un estado central), donde la producción de la caña de azúcar resultó incomparable con el resto de los estados mexicanos (Guzmán-Plazola *et al.* 2016).

El volumen y la venta de plaguicidas usados en diferentes cultivos resultan confusos en la literatura disponible. En la década de los 80's, Cortés-Genchi (2008) reportó altos volúmenes y costos en los cultivos de maíz, algodón, caña de azúcar y arroz. Sólo el primero de éstos coincide con Muñoz-Piña & Ávila-Forcada (2004), porque la comercialización de plaguicidas para 1992, se reportó de mayor a menor en los siguientes cultivos: maíz (15.4%), no hortalizas (14.6%), jitomate (12.1%), otras hortalizas (11.0%), melón (7.9%), algodón (7.3%), chile (7.2%), papa (6.2%), soya (5.2%), tabaco (3.1%), caña (2.7%), frijol (2.7%), cítricos (2.5%) y plátano (1.9%).

Aunque la información de FAO aquí analizada resultó pertinente para responder preguntas generales sobre costos de venta, movimientos comerciales y tendencias de uso probables en la producción agrícola nacional; se recomienda, generar información estatal con diferenciación entre grupos de plaguicidas y con señalamientos hacia la aplicación en cultivos específicos. A pesar de que en el portal de SAGARPA³ están señalados algunos de estos aspectos, la información para plaguicidas resulta insuficiente.

Agradecimientos

Agradecemos a la FAO por proveer las bases de datos utilizadas en este trabajo y a la Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, México, por los recursos técnicos que facilitaron los análisis. Agradecimientos sinceros a los revisores anónimos.

Referencias

- Altamirano J.E., R. Franco & M.G. Bovi Mitre. 2004. Modelo epidemiológico para el diagnóstico de intoxicación aguda por plaguicidas. *Revista de Toxicología* 21: 98-102.
- Arcury, T.A., S.A. Quandt & G.B. Russell. 2002. Pesticide safety among farmworkers: perceived risk and perceived control as factors reflecting environmental justice. *Environmental Health Perspectives* 110: 233-239.
- Cárdenas O., E. Silva, L. Morales & J. Ortiz. 2005. Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998-2001. *Revista Biomédica* 25: 170-180.
- Cortés-Genchi, A., G. Villegas-Arrizón, M.P. Aguilar-Madrid, M. Paz-Roman, M. Reducido & C.A. Juárez-Pérez. 2008. Síntomas ocasionados por plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* 46(2):145-152.
- Durán, J.J. & Q.J. Collí. 2000. Intoxicación aguda por plaguicidas. *Salud Pública de México* 42: 53-55.
- ¹FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Bases de datos. Consultado el 20 de noviembre de 2016: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Ferrer, A. 2003. Intoxicación por plaguicidas. *Anales del sistema sanitario de Navarra* 26:155-171.
- García, A.M., A. Ramírez & M. Lacasaña. 2002. Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores. *Gaceta Sanitaria* 16: 236-240.
- González V.M., M.B. Capote & D.E. Rodríguez. 2001. Mortalidad por intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 39: 136-143.
- Guzmán-Plazola, P., R.D. Guevara-Gutiérrez, J.L. Olguín-López & O.R. Mancilla-Villa. 2016. Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas uso de agroquímicos. *IDESIA* 34(3): 69-80.
- Hair F., J. Anderson, L. Tatham & C. Black. 1999. *Multivariate data analysis*. 5a. ed., Prentice Hall, New Jersey, 799 pp.
- Hernández-González, M.M., C. Jiménez-Garcés, F.R. Jiménez-Albarrán & M.E. Arceo-Guzmán. 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. *Revista Internacional de Contaminación ambiental* 23(4): 159-167.
- ²INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 10 de diciembre de 2016: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjZLjMyMDA4LGxvbjotMTAyLjE0NTY1LHo6MSxsOmN1c3Y1>
- Kamel, F., L.S. Engel, B.C. Gladen, J.A. Hoppin, M.C.R. Alavanja & D.P. Sandler. 2005. Neurologic symptoms in licensed private pesticide applicators in the agricultural health study. *Environmental Health Perspectives* 113: 877-882.
- Madeley, J. 2002. Paraquat el controvertido herbicida de Syngenta. Informe para Berne Declaration. 53 p. En: Foro Emaús. San Jose, Costa Rica.
- Miller, L.C. & M.L. Tainter. 1994. Estimation of LD50 and its error by means of log-probit graph paper. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 57: 261-264.
- Muñoz-Piña, C. & S. Ávila-Forcada. 2004. Effects of an environmental tax on pesticides in Mexico. *Industry and Environment* 27(2-3): 33-38.
- Murphy, S.D. 1986. Toxic effects in pesticides. Pp: 543-553 In: Klaasen, C.D., M.O. Ambdur, J. Doull (eds.), *Cassaret and Doull's Toxicology: the basic science of poisons*. New York: Macmillan.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Bases de datos. Consultado el 20 de noviembre de 2016: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Ortega, C.J., T.F. Espinosa & C.L. López. 1994. El control de los riesgos para la salud generados por los plaguicidas organofosforados en México: Retos ante el tratado de libre comercio. *Salud Pública de México* 36: 624-632.
- Ortiz-Hernández M.L., E. Sánchez-Salinas, R. Vázquez & R. Quintero. 1997. Plaguicidas organofosforados y ambiente. *BIOTECH* 2: 129-151.

- Pose, D., S. De Ben, N. Delfino & M. Burger. 2000. Intoxicación aguda por organofosforados. Factores de riesgo. *Revista Médica del Uruguay* 16: 5-13.
- Ramírez, J.A. & M. Lacasaña. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales* 4(2): 67-75
- Ramírez, D. 2013. Comportamiento jugoso. *El economista*, 3(30):1.
- Rodríguez-Pimentel, L., A. Wilkins-Gámiz, R. Olvera-Santamaría & R. Silva-Romo. 2005. Panorama epidemiológico de las intoxicaciones en México. *Medicina Interna de México* 21(2): 123-132.
- Romero, A. 2013. El alimento de los alimentos. *El economista* 3(30), 9-10.
- Sánchez-Salinas, E. & L. Ortiz-Hernández. 2011. Riesgos y estrategias en el uso de plaguicidas. *INVENTIO* 7(14): 21-27.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Sistema nacional de información e integración de mercados. Consultado el 20 de noviembre de 2016:
- <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=Consultas/MercadosNacionales/PreciosDeMercado/Agricolas/ConsultaInsumos.aspx?SubOpcion=9%7c0>
- Tinoco, O.R. & F.D. Halperin. 2001. Daños a la salud por Plaguicidas. Investigación sobre plaguicidas y salud en Chiapas: Lecciones para compartir. Capítulo de libro. Pp: 93-105, Manual Moderno. México-Bogotá.
- Vázquez-Venegas, C.E., S.G. León-Cortés & R. González-Baltazar. 2015. Agroquímicos y afectaciones a la salud de trabajadores agrícolas: una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional* 5(1): 35-37.
- Villa, L. 2013. La importancia del control de riesgos. *El economista* 3(30): 11.
- Zar, H.J. 1999. *Biostatistical analysis*. 4a. ed., Prentice Hall, New Jersey, 663 pp.

Recibido: 28 de abril de 2016

Aceptado: 28 de febrero de 2017