

PATRÓN DE USO Y VENTA DE PLAGUICIDAS EN NAYARIT, MÉXICO

Cyndia Azucena GONZÁLEZ-ARIAS¹, María de Lourdes ROBLEDO-MARENCO¹,
Irma Martha MEDINA-DÍAZ¹, Jesús Bernardino VELÁZQUEZ-FERNÁNDEZ¹,
Manuel Iván GIRÓN-PÉREZ¹, Betzabet QUINTANILLA-VEGA², Patricia OSTROSKY-WEGMAN³,
Norma Elena PÉREZ-HERRERA⁴ y Aurora Elizabeth ROJAS-GARCÍA¹

¹Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit. México. C.P. 63155; ²Departamento de Toxicología, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Box 14-760, México, D.F. 07360, México; ³Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, P.O. Box 70228, Ciudad Universitaria, México DF 04510, México; ⁴Unidad Interinstitucional de Investigación Clínica y Epidemiológica. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. Av. Itáez 490. Colonia Centro. CP 97000

(Recibido noviembre 2009, aceptado abril 2010)

Palabras clave: insecticidas, herbicidas, fungicidas

RESUMEN

Los plaguicidas son compuestos ampliamente utilizados en la agricultura y para controlar vectores que transmiten enfermedades a hombres y animales. Se investigó el patrón actual de venta y uso de plaguicidas en Nayarit, uno de los principales estados agrícolas en México; estos datos no existen en la literatura. Se aplicó una encuesta a los encargados de los establecimientos de venta de agroquímicos en el estado; de acuerdo a los resultados, los insecticidas son los plaguicidas más frecuentemente empleados (45.9 %), seguidos de los herbicidas (30.5 %), fungicidas (20.1 %), entre otros. En cuanto a los grupos químicos, los organofosforados son los más vendidos y usados, seguidos de los piretroides, carbamatos y organoclorados. Contar con una base de datos completa y actual de los plaguicidas que se comercializan y en consecuencia se usan en cada una de las regiones de Nayarit, sentará las bases para futuros estudios que evalúen los efectos adversos de estos contaminantes sobre la salud humana y los ecosistemas.

Key words: insecticides, herbicides, fungicides

ABSTRACT

Pesticides are compounds widely used in agriculture and for the control of vectors that transmit diseases to humans and animals. No studies, however, have provided data regarding the potential use of pesticides in Nayarit State, one of the main agricultural states in México. This paper presents the use of pesticides in Nayarit by obtaining the rate of their sales via a direct interview with establishment retailers. The data indicate that insecticides are the most used agrochemicals (45.9 %) in Nayarit State, followed by herbicides (30.5 %) and fungicides (20.1 %). According to chemical classification, organophosphates are the most sold and used pesticides in the State, followed by pyrethroids, carbamates and organochlorine pesticides. This study provides detailed and updated data about the pesticide sales and their consequent use in each region of Nayarit. This database may serve as a background for future studies evaluating adverse effects of these environmental contaminants on human health and ecosystems.

INTRODUCCIÓN

El término plaguicida se aplica a toda sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir, repeler o controlar una plaga (USEPA 2008). Los plaguicidas pueden ser clasificados de acuerdo a su uso, composición química, naturaleza química, acción específica, concentración, formulación, modo de acción, grado de toxicidad y persistencia en el ambiente.

Si bien el uso de plaguicidas ha mejorado el rendimiento de las cosechas y disminuido las enfermedades transmitidas por vectores, su uso puede ocasionar efectos adversos a la salud de la población en general y al ambiente en particular, ya sea por exposición directa o indirecta (WHO 1986).

La toxicidad aguda de los diferentes plaguicidas de uso habitual, como los organofosforados y carbamatos que actúan como inhibidores de la colinesterasa, se ha caracterizado desde hace décadas (Maroni *et al.* 2000). Los síntomas generales que se presentan durante la intoxicación aguda comprenden fatiga, mareos, náuseas y vómitos, hasta efectos respiratorios y neurológicos que pueden poner en peligro la vida (Maroni *et al.* 2000). En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Mundial de la Salud, registran cada año entre uno y cinco millones de casos de intoxicación por plaguicidas en países en desarrollo, con miles de muertes, incluidos niños (FAO 2004). Los principales grupos de compuestos asociados con intoxicaciones son piretroides, organofosforados, carbamatos y organoclorados (Eddleston *et al.* 2002, AMIFAC 2007).

Los efectos crónicos han sido menos estudiados: hay antecedentes en la literatura de que estos xenobióticos presentan actividad estrogénica, como o,p'-DDT, endosulfán, clordano y dieldrin (Carreño *et al.* 2007) y actividad androgénica potente como es el caso del DDE (Kelce *et al.* 1998). Asimismo, se ha observado una asociación entre la exposición y la presencia de criptorquidia (Damgaard *et al.* 2006), alteraciones hormonales (Recio *et al.* 2005) y malformaciones congénitas (Restrepo *et al.* 1990). Otros estudios han reportado la capacidad mutagénica de ciertos plaguicidas y su asociación con el desarrollo de diferentes tipos de cáncer, como mama, próstata, linfomas, mieloma múltiple, enfermedad de Hodgkin y leucemia (Alavanja *et al.* 2004).

USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO Y NAYARIT

No hay datos precisos sobre la cantidad de plaguicidas que se usa actualmente en el país. Albert (2005) señaló que el consumo aproximado de ingredientes activos en el año 2000 fue de 50 000 toneladas anuales, con un valor de mercado entre 400 y 600 millones de dólares americanos; sin embargo, es posible que este valor subestime la realidad. En México, el uso de plaguicidas tiene una fuerte concentración en algunas regiones y cultivos. Los estados con mayor uso de plaguicidas son Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca. Se calcula que en ellos se aplica 80 % del total de plaguicidas usados en el país (Albert 2005).

Por otro lado, Nayarit es uno de los nueve estados del país en el que anualmente se registran más de cien intoxicaciones agudas por plaguicidas en números absolutos (SSN 2007). Durante 2007 se reportaron 203 casos de intoxicaciones, 62 % más que en 2006 (SSN 2008). El número de casos puede estar subestimado, pues no siempre se asocian los síntomas con la exposición a estos compuestos.

Conocer cuáles son los plaguicidas comercializados en las diferentes regiones del estado de Nayarit contribuirá a una evaluación actual y real de la situación de estos compuestos en la entidad. Esto sentará las bases para futuros estudios en los que se evalúen los efectos de estos productos en la salud humana y los ecosistemas. Además aportará información importante para las autoridades sanitarias y reguladoras. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el patrón de venta y uso de los plaguicidas comercializados en el estado de Nayarit, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realizó una investigación de campo en cada una de las veinte cabeceras municipales, para conocer la ubicación de los establecimientos dedicados al comercio de agroquímicos en Nayarit. Posteriormente se realizó una invitación personal a los encargados de los establecimientos entre agosto de 2007 y marzo de 2008. Se invitó a noventa y cinco responsables de comercios de agroquímicos, de los cuales noventa aceptaron participar. Los establecimientos se loca-

lizaron en diecinueve de los veinte municipios que conforman el estado de Nayarit, sólo en el municipio de Huajicori no se encontró ningún establecimiento dedicado a la venta de agroquímicos durante el periodo del estudio. Dentro de los expendios que se visitaron se incluyeron los negocios pequeños, especializados o similares.

Manejo y procesamiento de datos

Se aplicó un cuestionario estructurado a los participantes para obtener información referente a la frecuencia de venta de plaguicidas durante el año, número de marcas comerciales que se manejan, época del año de mayor venta y cuáles son los plaguicidas que más se comercializan en el estado, de acuerdo a su acción específica y composición química. La clasificación de los plaguicidas se realizó considerando los criterios del catálogo oficial de plaguicidas (CICOPLAFEST 2004). Estos resultados se agruparon por municipios para su análisis.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se realizaron estadísticas descriptivas y se obtuvo el porcentaje de las variables. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Stata 8.0 (College Station, Texas).

RESULTADOS

Se observó que la distribución de las casas expendedoras de agroquímicos está directamente relacionada con la venta de estos compuestos. Las zonas del estado con mayor actividad agrícola son también las que tienen un mayor número de este tipo de comercios (**Fig. 1**). Asimismo, el número de personas que labora en los establecimientos visitados fue de una hasta dieciocho personas. De acuerdo a la información obtenida, 88.5 % de los participantes mencionó que la venta de plaguicidas en el estado no es constante a lo largo del año: durante el verano aumenta la demanda de estos productos, y decrece en el curso del resto del año.

De acuerdo a los ciclos agrícolas (**Fig. 2**), se observa que la mayor parte de los municipios utilizan herbicidas durante el ciclo primavera-verano; mientras que en el ciclo otoño-invierno sobresalen los insecticidas. En los municipios de Jala, La Yesca y Santa María del Oro, no se encontraron establecimientos que comercialicen agroquímicos durante primavera, otoño e invierno; estos municipios se representan en blanco en la **figura 2**. La recurrencia del uso de los insecticidas puede deberse a que existen compuestos de amplio espectro, con capacidad



Fig. 1. Distribución por zona de los establecimientos que comercializan plaguicidas, en el estado de Nayarit, México

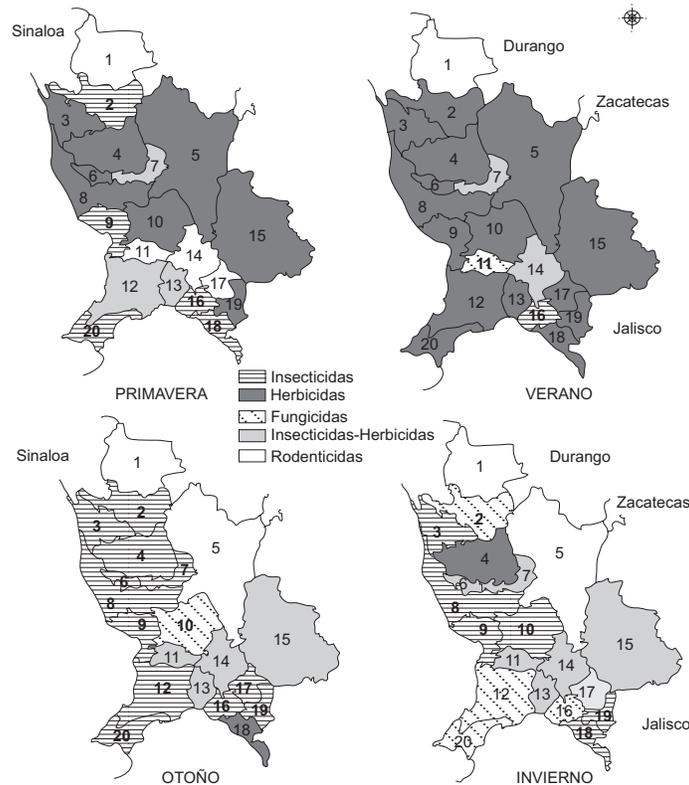


Fig. 2. Patrón de venta de plaguicidas en el estado de Nayarit, de acuerdo a las épocas del año. 1 Huajicori, 2 Acaponeta, 3 Tecuala, 4 Rosamorada, 5 El Nayar, 6 Tuxpan, 7 Ruiz, 8 Santiago Ixcuintla, 9 San Blas, 10 Tepic, 11 Xalisco, 12 Compostela, 13 San Pedro Lagunillas, 14 Santa María del Oro, 15 La Yesca, 16 Ahuacatlán, 17 Jala, 18 Amatlán de Cañas, 19 Ixtlán del Río, 20 Bahía de Banderas

para actuar también como acaricidas, fungicidas e incluso herbicidas.

En el análisis general de la información se observa que los plaguicidas frecuentemente comercializados en el estado son los insecticidas (45.9 %), seguidos de herbicidas (30.5 %) y fungicidas (20.1 %) (**Fig. 3**). Dentro de los insecticidas, los productos que más se venden son los organofosforados, seguidos de los

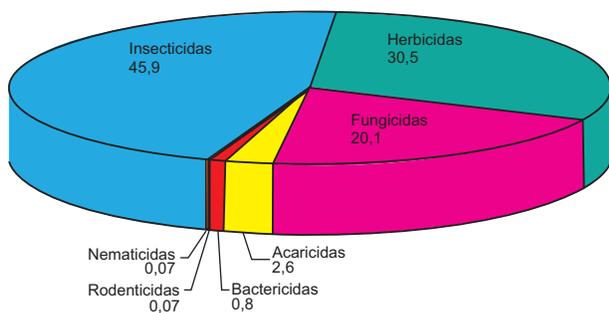


Fig. 3. Frecuencia de plaguicidas comercializados de acuerdo a su uso en el estado de Nayarit, México

piretroides y carbamatos. Los plaguicidas organoclorados constituyen sólo 7.7 % de los insecticidas (**Fig. 4a**); de ellos, el endosulfán es el más comercializado.

En cuanto a los herbicidas que se comercializan y utilizan en Nayarit, los más importantes son las fosfonometilglicinas (30 %), seguidos de los clorfenoxis (21 %) y bipiridilos (17 %) (**Fig. 4b**). Aunque en menor proporción, se utiliza también la sal del ácido benzoico, cloronicotinilos, triazinicos, ciclohexanodionas, benzoxazoles, ésteres de fenoxipropiónico, fenilpirazoles, oxadiazoles y acetanilidas.

Por otra parte, de acuerdo a los resultados obtenidos, doce grupos químicos se utilizan como fungicidas: los benzimidazoles, ditiocarbamatos e inorgánicos constituyen 54 % del total de estos compuestos (**Fig. 4c**). Otros fungicidas que se utilizan en menor proporción son dimetomorf, tiazoles, oxazolidinedionas, amidas, benzotiadiazoles, benzotiazoles, clorobenceno, fosfonatos, hidroxianilidas, imidas, imidazoles, nitroanilinas, tiocarbamatos,

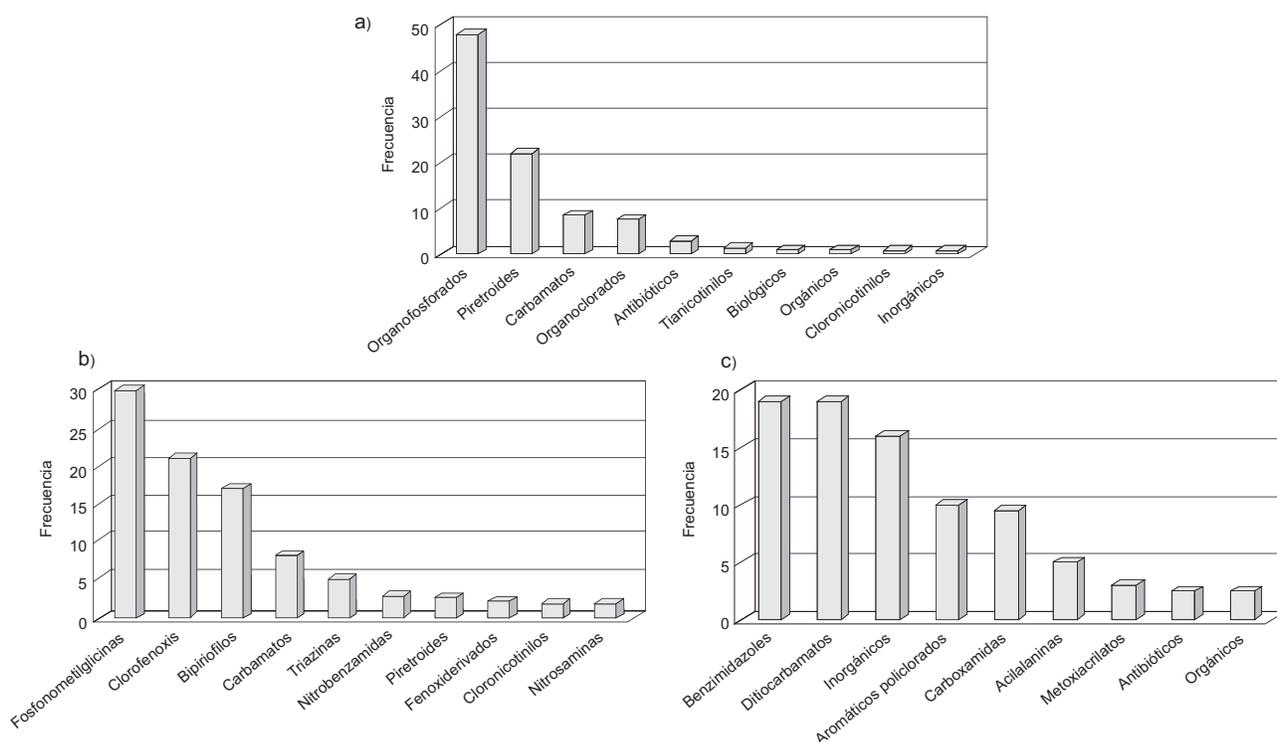


Fig. 4. Frecuencia de insecticidas a), herbicidas b) y fungicidas c), comercializados en el estado de Nayarit, México

triazínicos, zoxamidas, ftalamidas, zinc y etilén-bis-ditiocarbamato de manganeso.

En el **cuadro I** se presentan los plaguicidas por grupo químico y principio activo que más se comercializaron en el estado de Nayarit, durante el periodo agosto de 2007 a marzo de 2008. Si se considera sólo los cuatro grupos químicos más vendidos, los organofosforados constituyen el 52 %, seguidos de los piretroides (26.4 %), carbamatos (13.2 %) y organoclorados (8.4 %). El 100 % de los compuestos organofosforados se utilizan con fines insecticidas. Entre éstos se encuentran clorpirifos, metamidofos, paratión metílico y dimetoato. De estos compuestos, tres pertenecen al grupo Ia (extremadamente peligrosos) y siete corresponden al grupo Ib (altamente peligrosos) (WHO 2004).

En cuanto a los piretroides, el 100 % se utilizan como insecticidas; la cipermetrina y la permetrina son los más vendidos y por ende, usados. Asimismo, el 100 % de los carbamatos comercializados se utilizan como insecticidas, tres de los cuales se encuentran clasificados en el grupo Ib.

Dentro de los organoclorados, sólo se comercializan tres compuestos: endosulfán, pentaclorofenol y dicofol. Si bien el pentaclorofenol representa un porcentaje relativamente bajo de los compuestos organoclorados que se venden en Nayarit, es impor-

tante señalar que su uso se encuentra restringido en México de acuerdo al Diario Oficial de la Federación, publicado el 3 de enero de 1991.

En la actualidad, los plaguicidas organofosforados y carbamatos en las categorías toxicológicas Ia y Ib son responsables de la mayor parte de las intoxicaciones agudas y muertes. Su alto grado de toxicidad hace inseguro su manejo por parte de los usuarios. En este sentido, en la **figura 5** se muestra el número de intoxicaciones por zonas en el estado, así como la frecuencia relativa del uso de plaguicidas Ia y Ib. De acuerdo a estos resultados, la zona norte (municipios de Acaponeta, Rosamorada, Ruiz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tecuala y Tuxpan) es la que mayor número de casos de intoxicaciones registró en 2007 ($n = 101$) (SSN 2007, 2008) y en donde se usan con mayor frecuencia los plaguicidas Ia y Ib. Le siguen la zona sur (Santa María del Oro, San Pedro Lagunillas, Jala, Ahuacatlán, Ixtlán del Río y Amatlán de Cañas), centro (Tepic y Xalisco), costa sur (Compostela y Bahía de Banderas) y sierra (Huajicori, El Nayar y La Yesca).

DISCUSIÓN

Los plaguicidas más usados en Nayarit son los insecticidas, seguidos de los herbicidas y fungicidas.

CUADRO I. INSECTICIDAS COMERCIALIZADOS EN NAYARIT

Grupo químico Principio activo	§WHO	§§Número de productos con el ingrediente activo	Frecuencia de uso por grupo químico	Frecuencia acumulativa de uso global
Organofosforados				
Clorpirifos	II	62	20.6	10.7
Metamidofos	Ib	51	17.0	9.0
Paratión metílico	Ia	49	16.3	8.4
Dimetoato	II	39	13.0	6.7
Monocrotofos	Ib	28	9.3	4.9
Malatión	III	21	7.0	3.4
Diazinón	II	13	4.3	2.2
Terbufos	Ia	8	2.7	1.4
Azinfos metílico	Ib	7	2.3	1.2
Naled	II	6	2.0	1.0
Acefate	III	5	1.5	0.9
Omtoato	Ib	3	1.0	0.5
Coumafos	Ib	3	1.0	0.5
Diclorvos	Ib	2	0.7	0.4
Profenofos	II	1	0.3	0.2
Oxidemeton metil	Ib	1	0.3	0.2
Etoprofos	Ia	1	0.3	0.2
Azametifos	III	1	0.3	0.2
			100	52.0
Piretroides				
Cipermetrina	II	69	46.0	12.0
Permetrina	II	32	21.6	6.0
Lambda-Cihalotrin	II	27	18.0	4.7
Deltametrina	II	9	6.0	1.6
Bifentrina	III	4	2.7	0.7
Alfametrina	II	1	0.7	0.2
Beta-cipermetrina	III	1	0.7	0.2
Betacyflutrin	II	1	0.7	0.2
Cyflutrin	II	1	0.7	0.2
Fenpropatrin	II	1	0.7	0.2
Fenpyroximato	III	1	0.7	0.2
Flumetrina	III	1	0.7	0.2
			100	78.4
Carbamatos				
Carbofuran	Ib	44	58.0	7.7
Metomilo	Ib	22	28.0	3.8
Oxamil	Ib	6	8.0	1.0
Carbarilo	II	4	6.0	0.7
			100	91.6
Organoclorados				
Dicofol	III	38	78.0	6.5
Endosulfán	II	9	18.0	1.5
Pentaclorofenol	Ib	2	4.0	0.4
			100.0	100.0

§Clasificación de acuerdo a la WHO (2004): Ia=extremadamente peligrosos; Ib=altamente peligrosos; II=moderadamente peligrosos; III=ligeramente peligrosos; IV=no presenta graves riesgos. §§La información que se presenta en el cuadro corresponde las diferentes formulaciones y presentaciones comerciales que existen del mismo principio activo.

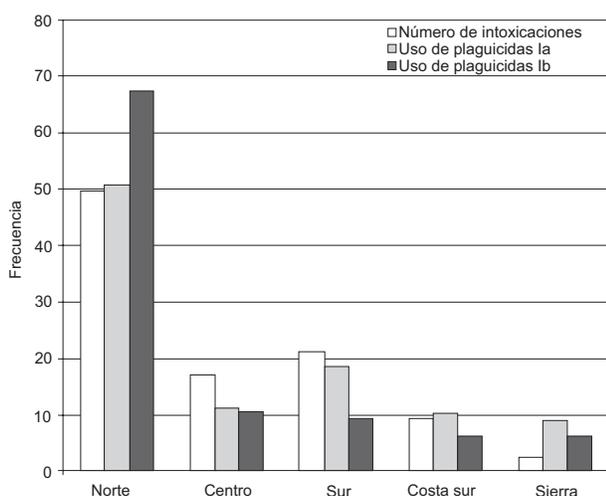


Fig. 5. Frecuencia de intoxicaciones y de uso de plaguicidas Ia y Ib por zonas del estado. Las barras vacías muestran el número de intoxicaciones por zonas en el estado, las barras grises y negras muestran la frecuencia relativa del uso de plaguicidas Ia y Ib

Este patrón de uso es similar al reportado en algunos países en desarrollo y distinto a lo que se reporta en países industriales y en transición (Racke *et al.* 1997, FAO 2004).

Los casos de intoxicación aguda por plaguicidas son causa de morbilidad y mortalidad; los países en desarrollo son particularmente vulnerables, dado que coincide una escasa regulación, la falta de sistemas de vigilancia, un menor cumplimiento de las normas y un acceso insuficiente a los sistemas de información (Thundiyil *et al.* 2008). En este contexto, las intoxicaciones registradas en Nayarit en el año 2005 fueron de 220 casos; para 2006 se presentaron 127 y en 2007 hubo un aumento de 62 % ($n = 203$). En cuanto a 2008, hasta la semana epidemiológica 29 se habían registrado 53 casos (SSN 2007).

Dentro de los catorce insecticidas clasificados como Ia y Ib que se comercializan y se usan en Nayarit, 71.4 % son organofosforados, 21.4 % carbamatos y 7 % organoclorados. Esta clasificación de toxicidad se refiere a los plaguicidas grado técnico y sus formulaciones. Los plaguicidas Ia y Ib se reconocen por llevar en la etiqueta del envase una franja roja con la leyenda "Muy Tóxico."

Mezclas de algunos de ellos aplicados en invernaderos para el cultivo de flores en el estado de Morelos y en campos agrícolas del norte de Sinaloa, han sido asociados con daño genotóxico en floricultores y jornaleros, respectivamente (Gómez-Arroyo *et al.* 2000, Martínez-Valenzuela *et al.* 2009).

En este trabajo se observó que los municipios con los porcentajes más altos de uso, y en particular

los organofosforados Ia y Ib, son también los que presentan un mayor número de intoxicaciones.

Existen directrices internacionales en las que México participa, como es el convenio de Rotterdam (2005), aplicable al manejo de ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos. Si bien es cierto que este código de la FAO es un instrumento normativo de adopción voluntaria para la distribución, manipulación y uso efectivo de los plaguicidas, constituye un conjunto de principios para garantizar su adecuado manejo.

Los tratados de comercialización de plaguicidas entre México y otros países crean condiciones para llevar a cabo un mejor control de los riesgos sanitarios; destaca la importancia de impulsar el enfoque preventivo en el abordaje del problema, lo que implica el manejo integral de plagas, la sustitución de los plaguicidas más tóxicos por otros de menor peligrosidad, la capacitación de trabajadores y agricultores en el buen manejo y aplicación de plaguicidas, así como el monitoreo biológico de diferentes poblaciones ocupacionalmente expuestas a este tipo de compuestos.

Los resultados generados en este trabajo proporcionan información acerca de la situación actual de los plaguicidas en el estado de Nayarit, y sientan las bases para futuros estudios en los que se evalúen los efectos de estos contaminantes en la salud humana y los ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al M. en C. Fernando López Flores por las sugerencias a este manuscrito, así como a los participantes de este trabajo. Este estudio fue financiado por el Fondo Sectorial de Investigación en Salud y Seguridad Social (SSA/IMSS/ISSSTE-CONACyT) (Proyecto # CO1-44169).

REFERENCIAS

- Alavanja M.C., Dosemeci M., Samanic C., Lubin J., Lynch C.F., Knott C., Barker J., Hoppin J.A., Sandler D.P., Coble J., Thomas K. y Blair A. (2004). Pesticides and lung cancer risk in the agricultural health study cohort. *Am. J. Epidemiol.* 160, 876-885.
- Albert L. (2005). Panorama de los plaguicidas en México. Séptimo Congreso de Actualización en Toxicología Clínica. Tepic, Nayarit 1 y 2 de septiembre, 2005. 17 p.
- AMIFAC (2007). Informe anual. Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. Reporte técnico. Ciudad de México. 18 p.

- Carreño J., Rivas A., Granada A., López-Espinosa M.J., Mariscal M., Olea N., Olea-Serrano F. (2007). Exposure of young men to organochlorine pesticides in Southern Spain. *Environ. Res.* 103, 55-61.
- CICOPLAFEST (2004). Catálogo de plaguicidas. Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. Secretaría de Salud, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. [en línea] <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/riiq/Documents/catalogo%20plag/INICIO.pdf>. 12/09/2009.
- Convenio de Rotterdam (2004). Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Rotterdam, Holanda.
- Damgaard I.N., Skakkebaek N.E., Toppari J., Virtanen H.E., Shen H., Schramm K.W., Petersen J.H., Jensen T.K. y Main K.M. (2006). Persistent pesticides in human breast milk and cryptorchidism. *Environ. Health Perspect.* 114, 1133-1138.
- Eddleston M., Karalliedde L., Buckley N., Fernando R., Hutchinson G., Isbister G., Konradsen F., Murray D., Piola J.C., Senanayake N., Sheriff R., Singh S., Siwach S.B. y Smit L. (2002). Pesticide poisoning in the developing world: a minimum pesticides list. *Lancet* 360, 1163-1167.
- FAO (2004). Los niños corren mayores riesgos de intoxicación por plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Sala de Prensa [en línea] <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2004/51018/index.html>. 12/06/2009.
- Gómez-Arroyo S., Díaz-Sánchez Y., Meneses-Pérez M.A., Villalobos-Pietrini R. y de León-Rodríguez J. (2000). Cytogenetic biomonitoring in a Mexican floriculture worker group exposed to pesticides. *Mutat. Res.* 466, 117-124.
- Kelce W.R., Gray L.E. y Wilson E.M. (1998). Antiandrogens as environmental endocrine disruptors. *Reprod. Fertil. Dev.* 10, 105-111.
- Maroni M., Colosio C., Ferioli A. y Fait A. (2000). Biological monitoring of pesticide exposure: a review. *Toxicol.* 143, 5-118.
- Martínez-Valenzuela C., Gómez-Arroyo S., Villalobos-Pietrini R., Waliszewski S., Félix-Gastélum R. y Álvarez-Torres A. (2009). Genotoxic biomonitoring of agricultural workers exposed to pesticides in the north of Sinaloa state, México. *Environ. Int.* 35, 1155-1159.
- Racke K.D., Skidmore M.W., Hamilton D.J., Unsworth J.B., Miyamoto J. y Cohen S.Z. (1997). Pesticide fate in tropical soils: technical report. *Pure Appl. Chem.* 69, 1349-1371.
- Recio R., Ocampo-Gómez G., Morán-Martínez J., Borja-Aburto V., López-Cervantes M., Uribe M., Torres-Sánchez L. y Cebrián M.E. (2005). Pesticide exposure alters follicle-stimulating hormone levels in Mexican agricultural workers. *Environ. Health Persp.* 113, 1160-1163.
- Restrepo M., Muñoz N., Day N.E., Parra J.E., de Romero L. y Nguyen-Dinh X. (1990). Prevalence of adverse reproductive outcomes in a population occupationally exposed to pesticides in Colombia. *Scand. J. Work Environ. Health* 16, 232-238.
- Diario Oficial de la Federación, 3 de enero de 1991. Relación de plaguicidas prohibidos para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- SSN (2007). Boletín toxicológico. Secretaría de Salud de Nayarit, Departamento de Control Estadístico [en línea]. www.ssn.gob.mx/regsanitaria/pdf/toxicologico.5/12/2008.
- SSN (2008). Boletín toxicológico. Secretaría de Salud de Nayarit, Departamento de Control Estadístico. Nayarit 2008. 10 p.
- Thundiyil J.G., Stober J., Besbelli N. y Pronczuk J. (2008). Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool. *B. World Health Organ.* 86, 205-209.
- USEPA (2008). About pesticides. United States Environmental Protection Agency [en línea]. <http://www.epa.gov/pesticides/about/index.htm>. 25/03/09.
- WHO (1986). Organophosphorus insecticides: a general introduction. *Environmental Health Criteria Series* 63. International Programme on Chemical Safety, Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 181 p.
- WHO (2004). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2000-2002. International Programme on Chemical Safety, Interorganization Programme for the Sound Management of Chemicals, Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 60 p.