

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México

Use of carcinogenic agrochemicals in the agricultural region of Yucatan, Mexico

Angel Gabriel Polanco Rodríguez^{1*}, Teresa Virginia Magaña Castro², Jorge Cetz Iuit³, Rocío Quintal López⁴

¹ Laboratorio de Medicina Social y Salud Pública, Centro de Investigaciones Regionales, Unidad de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Yucatán, Av. Itzáez x 59 # 490, Mérida, Yucatán, México, CP 97000

² Universidad Marista de Mérida, Administración de Recursos Naturales, Periférico Norte, Tablaje Catastral 13941, Carretera Mérida – Progreso, Mérida, Yucatán, México, CP 97300

³ Agroecología, Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5, Yucatán, México

⁴ Grupo de Investigación de Género, Cultura y Sociedad, Centro de Investigaciones Regionales, Unidad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 61 x 66 y 68 No. 525. Centro Histórico, Mérida, Yucatán, México, CP 97000

*Autor de correspondencia: polanco07@gmail.com

RESUMEN

El uso indiscriminado de agroquímicos altamente tóxicos y en especial el herbicida glifosato, son de preocupación mundial hoy en día, ya que producen altos impactos de contaminación para el acuífero y la salud pública. Los suelos kársticos de Yucatán, México, son de vulnerabilidad extrema para la contaminación del acuífero, debido a la fácil filtración de contaminantes. Existen evidencias de contaminación del acuífero de Yucatán por plaguicidas organoclorados, su bioacumulación en sangre de mujeres con cáncer y en leche materna, debido a las actividades agropecuarias. Para caracterizar el conocimiento sobre el manejo de agroquímicos, se realizaron entrevistas dirigidas a agricultores y amas de casa en los municipios de Tekáx, Oxkutzkab y Dzán, en la zona agrícola de Yucatán. Para el proceso de información se usaron los programas STAT, SPSS, ArcMap, y Ethnograph. Los resultados indican el uso de 69 clases de agroquímicos, entre ellos, plaguicidas organoclorados como el lindano y endosulfán 23 %, DDT 13 %, heptacloro 10 %, aldrín 10 %. Así mismo, 55 % de los agricultores reportaron usar el herbicida glifosato para la producción de soya. En la producción de traspatio, las mujeres usan agroquímicos para la producción de hortalizas y control de plagas de pequeñas especies animales. Los resultados muestran el uso de plaguicidas prohibidos y/o restringidos por organizaciones internacionales, así como el glifosato para la

producción de soya, representando altos impactos para la salud humana y contaminación del acuífero. Se recomienda aplicar la normatividad internacional, así como programas educativos con fundamentos agroecológicos sobre agricultura sustentable, evitando aplicar agroquímicos cancerígenos.

Palabras clave: agua, agroquímicos, México, socio ambiental, salud

ABSTRACT

The indiscriminate use of highly toxic agrochemicals and especially the herbicide glyphosate, are of global concern nowadays, since they produce high pollution impacts for the aquifer and public health. The karstic soils of Yucatan, Mexico, are extremely vulnerable to contamination of the aquifer, due to the easy filtration of pollutants. There is evidence of contamination of the Yucatan aquifer, Mexico, by organochlorine pesticides, as well as its bioaccumulation in blood of women with cancer and breast milk, due to agricultural activities. In order to characterize the knowledge on the handling of agrochemicals, interviews were conducted, aimed at farmers and housewives in the municipalities of Tekáx, Oxkutzkab and Dzán, in the agricultural area at Yucatan. To the information process were used the STAT, SPSS, ArcMap, and Ethnograph programs were used. The results indicate the use of 69 classes of agrochemicals, among them, organochlorinated pesticides such as lindane and endosulfan 23 %, DDT 13 %, heptachlor 10 %, aldrin 10 %. Likewise, 55 % of the farmers reported using the glyphosate herbicide for the production of soybeans. In the backyard production, women use agrochemicals for the production of vegetables and pest control of small animal species. The results show the use of pesticides banned and / or restricted by international organizations, as well as glyphosate for the production of soybean, representing high impacts for human health and the aquifer. It is recommended to apply the international norms, as well as educational programs with agroecological basis on sustainable agriculture, avoiding applying carcinogenic agrochemicals.

Keywords: water, agrochemicals, Mexico, social environmental, health

INTRODUCCIÓN

Una gran cantidad de agroquímicos altamente tóxicos permanecen actualmente dispersos en el medioambiente debido a sus características de alta persistencia, lenta degradación y alta estabilidad química. Es importante comprender sus efectos potenciales para reducir los riesgos a la salud humana y al medioambiente (Pelosi *et al.*, 2017). La exposición a plaguicidas organoclorados son asociados a supresión inmune, trastornos hormonales, problemas de aprendizaje, anomalías congénitas, problemas reproductivos y diferentes cánceres, debido a que están catalogados como disruptores endocrinos que alteran las funciones normales del sistema endocrino, e intervienen en la síntesis, transporte, almacenamiento, y actividad

natural de las hormonas en el ser humano (Mnif *et al.*, 2011). El Convenio de Rotterdam, introduce el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP), en donde los gobiernos (incluyendo México), tienen la información necesaria sobre los productos químicos peligrosos, para evaluar los riesgos y adoptar decisiones sobre sus importaciones con conocimiento de causa, y que son objeto de comercio internacional (Rotterdam Convention, 2010). Así mismo, el Convenio de Estocolmo, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), convenio internacional para eliminar o restringir el uso y producción de estos plaguicidas cancerígenos (Stockholm Convention, 2008). Sin embargo, aunque muchos países forman parte de estos convenios y tratados internacionales, estas regulaciones no se aplican en muchos de ellos.

Los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) como la soya transgénica con uso del herbicida glifosato, actualmente son un tema de importante discusión, considerando los altos impactos a la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS), declaró al glifosato como probable cancerígeno para el ser humano, y el Grupo de Trabajo de la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC, 2015), reportó al herbicida glifosato clasificándolo también como probable carcinógeno humano (Portier *et al.*, 2016). En México, productores y autoridades mexicanas atraviesan procedimientos legales debido al alto impacto del glifosato en los ecosistemas y en la salud pública, con violaciones importantes de derechos humanos sobre los procedimientos de consulta previa a las comunidades Mayas (Ecoosfera, 2016).

En la Península de Yucatán, Campeche es el principal estado productor de soya, incrementando su producción de 29 a 200 ha durante el 2013-2014. En 2012, los productores solicitaron permiso para cultivar 60 000 ha, con amplio uso del herbicida glifosato. La soya (*Glycine max* L. cv. A5403) Solución Faena (o RR) (MON-04032-6), ha sido introducida en su fase experimental desde el 2001 en el Estado de Campeche, incorporándose al Estado de Yucatán en el 2003, y Quintana Roo a partir del 2005, cubriendo desde entonces el nivel peninsular hasta el 2009. En Yucatán, se incrementó la superficie a 12 000 ha, incluyendo los municipios de Santa Elena, Ticúl, Oxkutzkab, Tekax, Tzucacab, Peto y Tizimín (Seduma, 2012). La producción de soya en el Sur y Este de Yucatán, con aplicación de glifosato, representa altos impactos a la contaminación del acuífero y la salud humana, debido a la fácil filtración de contaminantes en suelos kársticos (Bautista *et al.*, 2011). Estudios realizados demuestran que en Yucatán existe una baja percepción de riesgos en el manejo de agroquímicos respecto a los impactos sobre la salud y el medioambiente, debido a sus bajos niveles educativos (Polanco *et al.*, 2015a). La falta de programas oficiales sobre agricultura sustentable sin uso de agroquímicos cancerígenos como los plaguicidas organoclorados y el herbicida glifosato, así

como el desconocimiento de los daños a la salud, propicia que agricultores y mujeres de la principal zona agrícola al sur del Estado de Yucatán empleen agroquímicos prohibidos y/o restringidos con impactos negativos en el ecosistema y en la salud pública.

El presente estudio tiene como finalidad presentar un primer acercamiento al conocimiento sobre el uso y manejo de agroquímicos cancerígenos y en especial del herbicida glifosato, en municipios de la principal zona agrícola en el Sur del Estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación de corte socio ambiental descriptiva transversal para caracterizar el conocimiento sobre el manejo de agroquímicos en la producción a nivel milpa y de traspatio, mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas en la principal zona agrícola del sur del Estado de Yucatán, en los municipios de Tekáx, Oxkutzkab y Dzán (Figura 1).

Con información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para obtener información poblacional, el software Arc Map® Ver. 9.3, se obtuvieron mapas de traza urbana y con el software STATS 2.0 se obtuvo aleatoriamente la muestra para aplicar 132 entrevistas semiestructuradas. Fue usado el Software SPSS para la codificación, piloteo del instrumento y el análisis estadístico de resultados. Así mismo, mediante el software Ethnograph®, se analizó la información obtenida en extenso sobre las preguntas abiertas, categorizando el punto de vista de los actores sociales sobre contaminación, agroquímicos, salud, y agua. Como criterios de inclusión se consideró una muestra poblacional de agricultores que trabajan en la milpa y mujeres que trabajan en la producción de traspatio. El esquema de muestreo se muestra en la Tabla 1.

Previo al proceso de aplicación de entrevistas, se informó a los actores clave, como autoridades y directores de escuelas para informar a los padres de familia sobre el estudio.

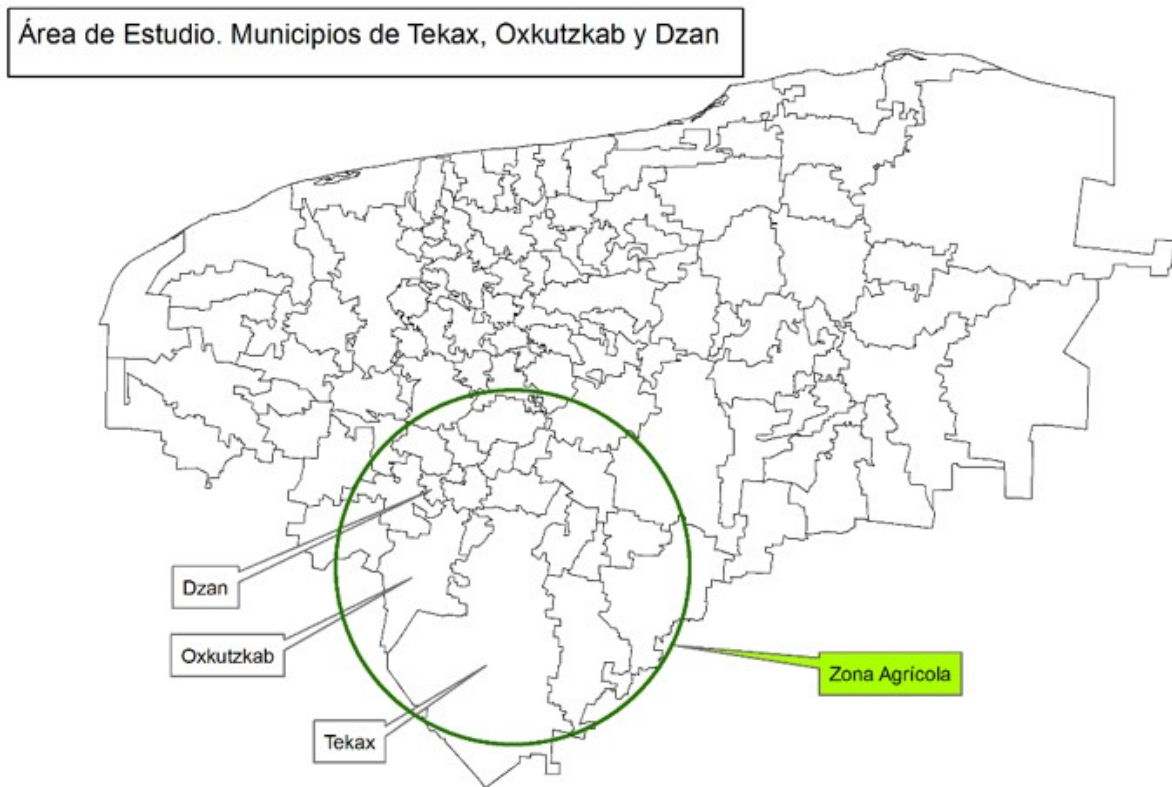


Figura 1. Área de estudio, principal zona agrícola de Yucatán, México

La entrevistadora fue capacitada para la aplicación de las entrevistas mediante el pilotaje del instrumento a aplicar. A cada participante se le describió el objetivo del estudio, tomando en cuenta que el estado de Yucatán, México es considerado en pobreza y de bajos niveles educativos en su zona rural principalmente, así como también se solicitó el consentimiento para participar en el estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio reporta el uso de 69 agroquímicos, de los cuales 43 (62,3 %) corresponden a insecticidas, 10 (14,4 %) a

herbicidas, 9 (13,04 %) a fungicidas y 7 (10,4 %) a fertilizantes (Figura 2).

Del total de agroquímicos reportados, cinco sustancias se encuentran incluidas en la lista de plaguicidas prohibidos y restringidos en México, de los cuales el DDT, Lindano, Endosulfán, y Paraquat, son clasificados como altamente tóxicos y probables cancerígenos. Las características poblacionales de los municipios estudiados muestran bajos niveles educativos, y la tercera parte de la población Maya del área bajo estudio es analfabeta (Tabla 2).

Las principales plagas reportadas afectan principalmente al maíz, el cítricos y las hortalizas, entre las que pueden mencionarse al gusano cogollero, la mosca blanca, los grillos,

Tabla 1. Esquema de muestreo

Municipio	Población Total	Cantidad de Localidades	Número de Hogares	Entrevistas realizadas	Entrevistados (%)
Tekax	40547	91	9603	74	56,06
Oxkutzcab	29325	42	6955	32	24,24
Dzan	4941	28	1085	26	19,69

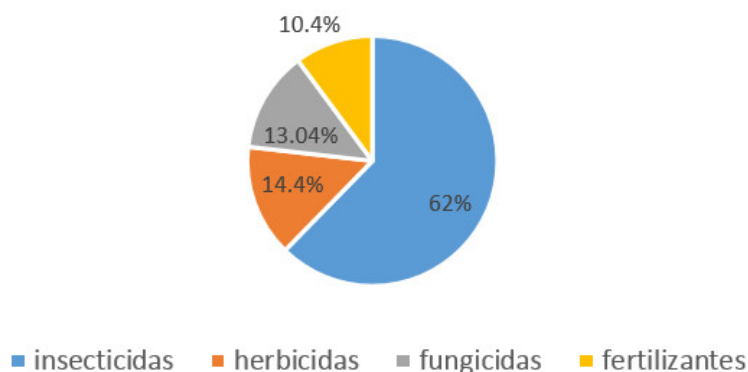


Figura 2. Diferentes agroquímicos usados en la zona de estudio

las langostas.

Los agroquímicos reportados fueron diversos, aunque se reporta mayor diversidad de cultivos en los municipios de Oxkutzkab y Dzán, a diferencia del municipio de Tekáx, donde predomina el monocultivo de maíz y soya transgénica, así como hortalizas por parte de empresas agrícolas. Los insecticidas, herbicidas y fungicidas reportados, se clasificaron según su grado de toxicidad (Tabla 3, 4 y 5).

organoclorados reportados de mayor uso, fueron el heptacloro (10 %), DDT (13 %), lindano (23 %), endosulfán (23 %).

En lo que se refiere a la agricultura y el manejo de agroquímicos se presentan los resultados en la Tabla 6. El 97 % de los agricultores usan agroquímicos en sus milpas, y el 63 % de las mujeres para la producción de cultivos y pequeñas especies de animales en sus traspatios. Las principales especies cultivadas son el maíz, cítricos, hortalizas y la soya. A escala de vivienda, el 98 % de la población estudiada indicó que almacenan sus cosechas dentro de la vivienda. El uso de agroquímicos para el control de plagas en la cosecha almacenada dentro de los hogares es normal y lo consideran prioritario para asegurar el sustento familiar, sin embargo, representa un alto riesgo para la salud humana, así como las sustancias que usan directamente en la producción de traspatio.

Tabla 2. Características de población

Variable	Porcentaje
Hombres entrevistados	92 %
Mujeres entrevistadas	8 %
Rango de edad	17-85
Promedio de hijos	6
Escolaridad	
Educación primaria	8 %
Educación secundaria	10 %
Educación básica incompleta	40 %
Preparatoria	2 %
Analfabetismo	32 %
Idioma	
Español- Maya	99 %

De manera importante, para el grupo de herbicidas reportados se encuentra el glifosato, el cual lo clasifica el INECC solamente como ligeramente tóxico, pero la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer y la Organización Mundial de la Salud lo clasifican como probable cancerígeno humano (IARC, 2015). Los plaguicidas

Tabla 3. Clasificación del grado de toxicidad (INECC, 2015)

Categoría	Toxicidad
Extremadamente tóxico	I
Altamente tóxico	II
Moderadamente tóxico	III
Ligeramente tóxico	IV

Respecto a la protección para fumigar con agroquímicos, principalmente solo usan camisas de manga larga, no cuentan con trajes especiales. Se reporta que el mayor contacto es

Tabla 4. Insecticidas reportados en el presente estudio y grado de toxicidad

Nombre comercial	Ingrediente activo	Toxicidad
1. Actara	Tiametoxam	III
2. Engeo	Tiametoxam y lambda cialotrina	III, III
3. TacTic	Amitraz	IV
4. Ciperdel, Cipersecto, Combat	Cipermetrina	III
5. Baygon casa y jardín	Tetrametrina, aletrina, fenotrina	IV, III, IV
6. Lorsban	Clorpirifos	III
7. Confidor	Imidacloprid	III
8. Denim 19 CE, Denim	Benzoato de emamectina	II
9. Diablo Metílico, Foley, Entron 720	Paratión metílico	I
10. Dimetoato 400	Dimetoato	III
11. DDT, Foley 2 %, Metílico, Tucam	DDT*	II
12. Diazinon 25 %, Zamadin 4 %	Diazinon	III
13. Endosulfán 35, Thiodam 35 Veldosulfán, Agrosulfán	Endosulfán*	II
14. Malation Tecnico, Malation 50	Malatión	IV
15. Goliath	Fipronil	II
16. Monitor	Metamidofos	I
17. Muralla max	Imidacloprid y Betacyflutrin	III
18. Prostar	Diflubenzuron	IV
19. Ethion	Etión	II
20. Furadan	Carbofuran	II
21. Hero	Bifentrina y zeta-cipermetrina	III, III
22. Talstar Xtra	Bifentrina y abamectina	III, I
23. Karate	Lamda cialotrina	III
24. Lannate	Metomilo	II
25. Lindano 20 %, Lindano Técnico	Lindano*	II
26. Aluminium phosphide	Fosfuro de aluminio	I
27. Martex clordano 42, Clordano	Clordano	III
28. Neem	Azadiractina	IV
29. Palgus	Spinetoram	
30. Pirimor	Pirimicarb	III
31. Sevin 85WP	Carbarilo	III
32. Shampoo Herklin	Fenotrina	IV
33. Asuntol	Coumafos	II
34. Heptachloran	Heptacloro*	II
35. Aldrite	Aldrín*	II

*Plaguicidas organoclorados prohibidos y/o restringidos por el Convenio de Estocolmo

en brazos y espalda, un 68 % de contacto directo con la piel, además de respirarlo. En la disposición final de envases de agroquímicos, el 50 % de la población estudiada indicó que arroja los envases en el traspatio o milpa una vez usados, una tercera parte señala que desecha los envases vacíos en basureros clandestinos, el 17 % quema los envases, y el 1 % indica que personal del gobierno recoge los

envases vacíos, lo cual no soluciona el problema, ya que deberían prohibir la venta y distribución de estos agroquímicos prohibidos y restringidos a nivel internacional.

Respecto a la percepción de riesgos de la población sobre el manejo de agroquímicos y sus impactos en el medio ambiente, aunque el 70 % de los agricultores cree que puede generarse contaminación en sus milpas,

Tabla 5. Herbicidas reportados y clasificación de toxicidad

Nombre comercial	Ingrediente activo	Toxicidad
1. Amina 4 Diablo, Herbipol	2,4-D	III
2. Antorcha, Doblete, Gramoxone Super, Gramoxone, Herbipol Paraquat,	Paraquat	II
3. Glifosato, Altanizan, Cacique 480, Faena, Herbipol, Velfosato, Lafan, Durango, Glyfos.	Glifosato*	II
4. Cerillo	Paraquat Dicloruro	II
5. Desyerbal, Atrazina 500, Trebon 10EC	Atrazina	III
6. Qurom, Picloram, Galope, Hacha	Picloram	IV
7. Sanson 4SC	Nicosulfurón	IV
8. Tordon	Picloram y 2,4-D	IV, III
9. Tackle 2AS	Acifluorfen	III
10. Velconate	MSMA: Metano arsonato monosodio	III

*Herbicida clasificado por la OMS/IARC como probable cancerígeno

desconocen los procesos y rutas de contaminación potencial. El 61 % conoce algunas técnicas agroecológicas, pero pocos agricultores reportaron la aplicación de estas. Relacionado al tipo de agua que beben, normalmente los agricultores mencionan que el 45 % bebe agua purificada, el 30 % señala que bebe agua de pozo y cenotes, el 25 % indica que bebe agua potable (agua entubada) que llega directamente de los pozos de distribución del sistema oficial, la cual no puede catalogarse como agua potable por no cumplir las Normas Oficiales Mexicanas de calidad química y microbiológica, y menos aún las normas internacionales.

Al hacer referencia al cultivo de soya, el 55 % de los entrevistados mencionaron que siembran o han sembrado soya transgénica en sus milpas con aplicación de glifosato, en extensiones de 2 a 5 ha por agricultor. El municipio donde se registró el cultivo de soya fue Tekáx. Asimismo, la aplicación del glifosato, ha generado un conflicto con los apicultores de la región, ya que afecta la producción de miel, siendo el Estado de Yucatán uno de los principales exportadores de este producto en México. Durante el 2016, los estados con la más elevada producción de miel de abeja fueron: Yucatán, Jalisco, Chiapas y Campeche quienes, en conjunto, generaron el 42 % del volumen (23,127 t) y el 38,3 % del valor total de la producción nacional (Fordecyt, 2018).

El análisis en extenso para la categoría general de “Contaminación”, nos permite constatar que no hay un claro concepto del término, debido al bajo nivel educativo. Relacionan la contaminación con la basura, la quema del monte y la leña para cocinar. Tienen un punto de vista que los “líquidos” (agroquímicos) y el excremento de cerdos y aves, son contaminación, pero ignoran que enfermedades les pueden causar. Así mismo, identifican el término “transgénico” como “contaminador de sus cultivos” y lo refieren a “hacer negocios”, “desde que se usen líquidos es contaminación, porque tiene muchos químicos que ni sabemos que mal puede hacer”. Expresan que “los transgénicos contaminan los cultivos de la región, todo es negocio”. Para la categoría específica si cree que existe “Contaminación en Milpa y Traspatio”, las respuestas casi siempre fueron relacionadas con “líquidos” (agroquímicos), que pueden dañar, y a la basura. Describen un uso excesivo e indiscriminado de agroquímicos con el fin de obtener o asegurar buenas cosechas, así mismo, no tienen un criterio claro sobre si el acuífero subterráneo puede o no contaminarse. Algunas respuestas fueron: “sí, porque se fumiga en la parcela y lo que usamos hace daño a las personas”; “sí, porque rociamos líquidos en las plantas y nos dicen que debemos esperar un tiempo si está cerca la cosecha”; “sí, por los líquidos que uso”; “sí, porque cuando

Tabla 6. Agricultura y manejo de agroquímicos

Parámetro evaluado	Porcentaje
Especies cultivadas	
Maíz	45 %
Cítricos	33 %
Hortalizas	14 %
Soya	8 %
Frecuencia en el uso de agroquímicos (hombres)	
Semestral	41 %
Trimestral	31 %
Mensual	25 %
Frecuencia en el uso de agroquímicos (mujeres)	
Frecuencia de fumigación por cultivo	
Maíz	44 %
Cítricos	34 %
Hortalizas	14 %
Soya	8 %
Lugar de almacenamiento de cosechas	
Cocina	23 %
Bodega	20 %
Dormitorio	20 %
Contacto con agroquímicos al fumigar	
Brazos	39 %
Espalda	29 %
Pies	18 %
Cara	3 %
Protección al fumigar	
Camisa manga larga	51 %
Lentes	10 %
Mascarilla	6 %
Guantes	5 %
No usa ninguna protección	
Disposición de envases vacíos de agroquímicos	
Los arroja a la milpa o traspatio	48 %
Los arroja en basureros clandestinos	34 %
Quema los envases	17 %
Los recoge el gobierno	1 %

quemamos basura hasta los envases de líquidos quemamos, así no hay peligro de que alguien lo llene para tomar agua”; “sí, porque usamos bastante líquido para tener buenas cosechas”; “sí, porque al usar líquidos se daña la tierra y al ser humano”; “más que la verdad yo no sabría decirte, no tengo estudio”.

Respecto a la categoría “Los Líquidos Dañan la Salud”, describen daños menores que no los consideran como enfermedades. El 79 % respondió “ninguna enfermedad”, lo que significa que tienen una percepción muy baja de los riesgos de los agroquímicos a la salud:

“una que otra vez ronchas en las manos y el pecho”; “solo calentura e irritación”; “dolores de cabeza y náuseas”; “irritación”; “calentura y/o diarrea”; “irritación de ojos y garganta”; “no, porque si no nadie lo usaría”; “no creo que dañen”; “no, porque si no nadie lo vendería”; “no, porque los alimentos los lavan antes de comer”; “no, porque es aplicado al suelo y no a los frutos”. Las personas que afirmaban el daño a su salud, desconocen el mecanismo de intoxicación aguda en el momento, así como los efectos por exposición crónica, y su efecto cancerígeno: “si porque son químicos y

tóxicos”; “si porque es veneno”; “si porque no son naturales”; “si, cuando no se espera un tiempo para comer los alimentos después de la cosecha”; “pueden dañar solo si están en contacto directo”; “puede ser que sí, si esas cosas matan a los animales, también nos hace mal”; “los líquidos echan a perder la sangre”; “pues los ingenieros no dicen nada, si es malo o no, yo creo que si porque si lo damos a los perros se mueren”; “claro que sí, sino no estaría escrito en la botella la calaverita de muerte”.

En relación con las principales narrativas para la categoría “Consumo de Agua”, la tercera parte de los entrevistados reportaron que beben agua de los pozos que poseen en su milpa o traspatio o de cenotes, que se sabe tiene altos niveles de plaguicidas. También se consume el agua embotellada, sin embargo, no se sabe de su calidad, y por otra parte beben agua potable (agua entubada) que llega directamente del sistema oficial, la cual no puede catalogarse como agua potable.

Se evidencia el uso de agroquímicos altamente tóxicos prohibidos y restringidos a nivel internacional, así como falta de capacitación sobre agricultura sustentable por parte del sector oficial a los agricultores y amas de casa. La población estudiada tiene una baja percepción de riesgos para la salud y el medio ambiente respecto al manejo de agroquímicos, debido a bajos niveles educativos, a la población bajo estudio se le dificulta comprender los riesgos. Resultados obtenidos hacia el norte de Yucatán (Polanco *et al.*, 2015b) confirman que existe también una baja percepción y comprensión de riesgos sobre el manejo de agroquímicos por parte de los agricultores, así mismo, falta de programas oficiales para agricultura sustentable, lo cual puede considerarse como un problema generalizado en todo el Estado de Yucatán. Los entrevistados reportan como principales cultivos, el maíz (45 %), los cítricos (33 %), las hortalizas (14 %) y la soya con uso del herbicida glifosato (8 %). El uso de agroquímicos en la milpa es del 99 % principalmente para el monocultivo del maíz y la soya.

El cultivo de soya en Yucatán superó las 25 000 t en 2017, 25 % más que en 2016, con

alrededor de 20 000 t de soya producida. La superficie de siembra de soya en el estado ha crecido 33 % con relación al año 2016, ya que se incrementó de 8 000 ha cultivadas a 12 000 ha. En el mes de Julio de 2017, fueron entregadas 120 t de semillas a 271 agricultores de Oxkutzkab y Tekax en el Sur de Yucatán, cantidad que se sumó a otras 130 t entregadas a 13 mil productores de diferentes municipios del estado de Yucatán (Inforural, 2017), como Tizimín. Lo anterior resulta grave, ya que el 55 % de agricultores usa el herbicida glifosato en la milpa para la producción de soya transgénica. La IARC, clasificó al glifosato como probable cancerígeno humano. El grupo de trabajo internacional describe daño cromosómico por uso del glifosato, el cual es el de mayor producción a nivel mundial desde que se iniciara la producción de soya transgénica en el mundo (IARC 2015). Un estudio evidencia la exposición a glifosato y daño al DNA en los glóbulos blancos (Kwiatkowska *et al.*, 2017). Por otra parte, el glifosato, como los plaguicidas organoclorados, actúa también como un disruptor endocrino de alto impacto para la salud humana (Kwiatkowska *et al.*, 2016). De alta preocupación es que, 63 % de las mujeres usan agroquímicos en sus cultivos de traspatio, poniendo en riesgo su salud reproductiva y riesgos a cánceres.

Estudios han demostrado que los contaminantes ambientales como los plaguicidas organoclorados intervienen en la interacción gen - medioambiente, con efectos de genotoxicidad y carcinogenicidad (Tabrez *et al.*, 2014). Con respecto a la protección durante el uso de agroquímicos, la mayoría de los agricultores no utilizan adecuados equipos de protección. Los impactos en la salud relacionados con el uso de agroquímicos, indican que el 79 % de los entrevistados respondió a “ninguna enfermedad”, existe una minimización del riesgo o que la sintomatología sea considerada como pasajera (intoxicación aguda), punto de vista similar a agricultores de Maimará, Argentina (Martínez, 2014). Diversos estudios reportan daños a la salud por exposición crónica a plaguicidas respecto a la carcinogenicidad y la

neurotoxicidad (Alavanja Michael *et al.*, 2004; Mostafalou and Abdollahi, 2013). Un estudio semejante al presente, en lo que se refiere a prácticas, percepciones y efectos en la salud por el uso de plaguicidas en agricultores de Tanzania, reportó que el 68 % de los agricultores se sienten enfermos después de la aplicación rutinaria de plaguicidas. Los síntomas asociados con el uso de plaguicidas incluyeron problemas de la piel y trastornos del sistema neurológico, como mareos, dolor de cabeza. Así mismo, este estudio reporta que el 78 % de los agricultores fumigan dentro de la vivienda para conservar sus cosechas, con la finalidad de asegurar el alimento familiar, dando lugar a potenciales riesgos a la salud (Vargas, 2015).

Aunque el 61 % de los entrevistados mencionó tener algún conocimiento de técnicas agroecológicas, generalmente no las ponen en práctica, probablemente debido a que les es más fácil aplicar agroquímicos. La producción de alimentos con fundamentos agroecológicos, tiene ventajas económicas, sociales y ambientales. Referente al consumo de agua, la tercera parte de la población aún bebe agua de pozos y cenotes contaminados. Las entrevistas permitieron ver que los agricultores beben agua de pozo, embotellada, y agua mal catalogada como “agua potable” para consumo humano que básicamente solo es “agua entubada”, con fallas en el suministro de cloro, que no cuentan con infraestructura de tratamiento para una buena calidad biológica y química (Martínez, 2014). Las narrativas de los agricultores sobre el concepto de “contaminación”, nos permiten ver que debido a los bajos niveles educativos con cifras de 32 % de analfabetismo, 40 % de educación básica incompleta, solamente relacionan a la contaminación con la basura, el humo y los líquidos (agroquímicos).

En México son muy escasos los estudios sobre el impacto de bioacumulación de plaguicidas organoclorados en el ser humano. En Yucatán, se han realizado estudios en 18 municipios para medir la bioacumulación de plaguicidas organoclorados en sangre de mujeres Mayas con cáncer cervicouterino (Polanco *et al.*, 2017a), y en tres municipios en

leche materna de mujeres sanas (Polanco *et al.*, 2017b), reportándose altos niveles de plaguicidas en ambos casos. Por lo anterior, este estudio puede ser una referencia para riesgos potenciales a la salud pública.

CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra la aplicación de 69 agroquímicos, entre ellos plaguicidas organoclorados y el herbicida glifosato, altamente tóxicos para la salud humana y el medio ambiente, catalogados como cancerígenos para el ser humano. Las comunidades Mayas de Yucatán tienen una baja percepción de riesgos sobre los procesos de contaminación por uso de agroquímicos, así como los riesgos a la salud humana y a la conservación del medio ambiente.

Se requieren programas oficiales por parte del gobierno sobre agricultura sustentable y prevención de enfermedades como el cáncer. Es necesario establecer alternativas sostenibles para la agricultura con fundamentos agroecológicos, sistemas agroforestales, y establecer un sistema de monitoreo de la calidad del agua a nivel estatal.

Se recomienda la aplicación de la legislación ambiental y de salud sobre el uso de agroquímicos cancerígenos prohibidos con los estándares internacionales, así como la aplicación del procedimiento de consulta previa e informada a las comunidades indígenas Mayas cuando se realicen actividades oficiales de distribución de agroquímicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALAVANJA MICHAEL, C.R., HOPPIN, J.A. y KAMEL, F. 2004. Health Effects of Chronic Pesticide Exposure: Cancer and Neurotoxicity. *Annual Review of Public Health*, 25: 155-197.
- BAUTISTA, F., AGUILAR, D.Y., BATLLORI, S.E. 2011. Amenazas, vulnerabilidad y riesgos de contaminación de las aguas subterráneas de la Península de Yucatán. *Teoría y Praxis*, 9: 9-13.

- ECOOSFERA. 2016. Comunidades indígenas luchan contra la siembra de soya transgénicas en Campeche y Yucatán. <http://ecoosfera.com/2016/08/comunidades-indigenas-luchan-contra-la-siembra-de-soya-transgenicas-en-campeche-y-yucatan/>.
- FORDECYT. 2018. Ecosistema regional de innovación y emprendimiento apícola para la producción de miel para mercados finales de alto valor y el desarrollo de una cadena de valor competitiva, rentable y sustentable, con pequeños productores de la región Occidente de México. <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fordecyt/convocatorias-abiertas-fordecyt/fordecyt-2018-01/16743-anexo-5-3-demanda-2018-01/file>
- IARC. 2015. Evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. Monographs, Volume 112. IARC, <https://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/MonographVolume112.pdf>.
- INECC. 2015. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Sistema de Inventario Nacional de Sustancias Químicas. <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/inventarioNSQ/>.
- INFORURAL, 2017. Cultivo de soya registra aumento de 25 por ciento en Yucatán. <https://www.inforural.com.mx/cultivo-de-soya-registra-aumento-de-25-por-ciento-en-yucatan/>.
- KWIATKOWSKA, M., JAROSIEWICZ, P., MICHAŁOWICZ, J., *et al.* 2016. The impact of glyphosate, its metabolites and impurities on viability, ATP level and morphological changes in human peripheral blood mononuclear cells. *PLoS One*, 11 (6): e0156946. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0156946>.
- KWIATKOWSKA, M., RESZKA, E., WOZNIAK, K., *et al.* 2017. DNA damage and methylation induced by glyphosate in human peripheral blood mononuclear cells (in vitro study). *Food and Chemical Toxicology*, 105: 93-98.
- MARTÍNEZ, B.G. 2014. Estudio de percepción de riesgo a la salud y dinámica de uso de plaguicidas en la localidad de Maimará, provincia de Jujuy. Ministerio de Salud, Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones. <http://www.lavaca.org/wp-content/uploads/2015/10/agrotoxicos-vs-salud-cap3b.pdf>.
- MNIF, W., HASSINE, A.I., BOUAZIZ, A., *et al.* 2011. Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 8: 2265-2303.
- MOSTAFALOU, S. y ABDOLLAHI, M. 2013. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 268: 157-177.
- PELOSI, C., BARRIUSO, E., BEDOS, C., *et al.* 2017. Fate and impact of pesticides: new directions to explore. *Environment and Science Pollution Research*, 24: 6841-6843.
- POLANCO RODRÍGUEZ, A.G., RIBA LÓPEZ, M.I., DELVALLS CASILLAS, T.A., *et al.* 2015a. Risk perception and chronic exposure to organochlorine pesticides in Maya communities of Mexico. *Human and Ecological Risk Assessment*, 21: 1960-1979.
- POLANCO RODRÍGUEZ, A.G., NAVARRO ALBERTO, J.A., SOLORIO SÁNCHEZ, F.J., *et al.* 2015b. Contamination by organochlorine pesticides in the aquifer of the Ring of Cenotes in Yucatan, Mexico. *Water and Environment Journal*, 29:140-150.
- POLANCO RODRÍGUEZ, A.G., RIBA LÓPEZ, M.I., DELVALLS CASILLAS, T.A., *et al.* 2017a. Monitoring of organochlorine pesticides in blood of Maya women with uterine cervix cancer from Yucatan, Mexico.

- Environmental Pollution*, 220 Part B: 853-862.
- POLANCO RODRÍGUEZ, A.G., RIBA LÓPEZ, M.I., DELVALLS CASILLAS, T.A., *et al.* 2017b. Levels of persistent organic pollutants in breast milk of Maya women in Yucatán, México. *Environment Monitoring and Assessment*, 189: 59-69.
- PORTIER CHRISTOPHER, J., ARMSTRONG BRUCE, K., BAGULEY BRUCE, C., *et al.* 2016. Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA). *Journal of Epidemiology and Community Health*, 70: 741-745.
- ROTTERDAM CONVENTION. 2010. Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional. <http://www.pic.int/ElConvenio/Generalidades/TextodelConvenio/tabid/1980/language/es-CO/Default.aspx>.
- SEDUMA, 2012. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Justificación técnica científica para emitir opinión favorable a solicitudes de zonas libres de cultivos de organismos genéticamente modificados en el estado de Yucatán. http://www.seduma.yucatan.gob.mx/apicultura_transgenicos/index.php.
- STOCKHOLM CONVENTION. 2008. All POPs listed in the Stockholm Convention. <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/ListingofPOPs/tabid/2509/Default.aspx>.
- TABREZ, S., PRIYADARSHINI, M., PRIYAMVADA, S., *et al.* 2014. Gene-environment interactions in heavy metal and pesticide carcinogenesis. *Mutation Research Reviews*, 760: 1-9.
- VARGAS, T.Y. 2015. Exposición a Agroquímicos y Creencias Asociadas a su Uso en la Cuenca Hidrográfica del Río Morote, Guanacaste, Costa Rica: Un Estudio de Casos. *Ciencia & Trabajo*, 52: 54-68.

Recibido el 6 de junio de 2018 y Aceptado el 9 de marzo de 2019