

# REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica.

## USO DE PLAGUICIDAS E INTOXICACIONES AGUDAS EN LA POBLACIÓN RURAL DE SAN BALTAZAR CHICHICÁPAM, OAXACA, MÉXICO

Mitzy Karen Rodríguez Bornios<sup>1</sup>

Denisse Zavaleta Silva<sup>1</sup>

Honorio Torres Aguilar<sup>1</sup>

Leobardo Reyes Velasco<sup>1</sup>

\* Héctor Ulises Bernardino Hernández<sup>1</sup>

## USE OF PESTICIDES AND ACUTE POISONING IN RURAL POPULATION OF SAN BALTAZAR CHICHICAPAM, OAXACA, MEXICO

Recibido el 19 de diciembre de 2018; Aceptado el 30 de abril de 2020

### Abstract

*In Oaxaca, agriculture is the main activity in the primary sector and in rural communities. Unfortunately, agricultural production is exposed to the indiscriminate use of agricultural inputs, in particular, to pesticides. These inputs represent a potential risk to public health and the environment. The objective of this research was to document the management, use behaviors and acute poisoning caused by pesticides used in agriculture in the community of San Baltazar Chichicápam, Oaxaca, Mexico. Through surveys to 50 producers, information was obtained on the types of crops and pesticides used, the behaviors of use, as well as the signs and symptoms of acute pesticide poisoning (APP). The most important crops were corn and beans (78%), alfalfa (68%), chickpea (28%), tomato (20%) and flowers (20%). We identified 37 active ingredients (IA) of pesticides, 17 are used in corn, 15 in beans, 15 in alfalfa, 23 in tomato and 12 in flowers. The organophosphorus insecticide methamidophos of Toxicological Category II (TC II), is applied mainly in corn, beans and alfalfa. In the rest of the crops, insecticides, herbicides and fungicides of different TCs are used. Most farmers do not use safety measures when using pesticides. 66% of the population have at least one APP symptom. The main pesticide associated with these symptoms was methamidophos. The health of the population under study is at risk due to exposure to the diversity of pesticides identified.*

**Keywords:** acute pesticide poisoning, Chichicapam, Oaxaca, pesticides.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, México.

\* *Autor correspondiente:* Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Av. Universidad S/N, Cinco Señores, C.P. 68120, Oaxaca, Oax. México. E-mail: [hbernardino@yahoo.com](mailto:hbernardino@yahoo.com)

## Resumen

En Oaxaca, la agricultura es la principal actividad en el sector primario y en las comunidades rurales. Lamentablemente, la producción agrícola está expuesta al uso indiscriminado de insumos agrícolas, en particular, a plaguicidas. Dichos insumos, representan un potencial de riesgo para la salud pública y el ambiente. La presente investigación tuvo como objetivo documentar el manejo, conductas de uso e intoxicaciones agudas por plaguicidas utilizados en la agricultura de la comunidad de San Baltazar Chichicápam, Oaxaca, México. Mediante encuestas a 50 productores, se obtuvo información de los tipos de cultivo y plaguicidas utilizados, las conductas de uso, así como los signos y síntomas de intoxicación aguda por plaguicidas (IAP). Los cultivos más relevantes fueron el maíz y frijol (78%), alfalfa (68%), garbanzo (28%), tomate (20%) y flores (20%). Se identificaron 37 Ingredientes Activos (IA) de plaguicidas, 17 son utilizados en maíz, 15 en frijol, 15 en alfalfa, 23 en tomate y 12 en flores. El insecticida organofosforado metamidofos de Categoría Toxicológica II (CT II), se aplica principalmente en maíz, frijol y alfalfa. En el resto de los cultivos, se utilizan insecticidas, herbicidas y fungicidas de diferentes CT. La mayoría de los campesinos no utiliza medidas de seguridad al utilizar los plaguicidas. El 66% de la población presenta por lo menos un síntoma de IAP. El principal plaguicida asociado a dichos síntomas fue el metamidofos. La salud de la población en estudio, está en riesgo debido a la exposición a la diversidad de plaguicidas identificados.

**Palabras clave:** intoxicación aguda por plaguicidas, Chichicápam, Oaxaca, plaguicidas.

## Introducción

El uso de plaguicidas en la agricultura, es una práctica en constante incremento en las últimas décadas, representando un peligro para la salud pública y el ambiente en general. Existe una diversidad muy amplia de plaguicidas y cada uno de ellos posee un mecanismo de acción distinto. Su impacto negativo hacia la salud, está relacionado con su potencial toxicológico, mal manejo y uso indiscriminado, lo que genera efectos asociados con signos y síntomas de intoxicación aguda por plaguicidas (IAP) y recientemente, a un creciente número de efectos crónicos en la salud de la población usuaria (Plenge y Vargas, 2003; Dalvie *et al.*, 2003), tales como alteraciones hematológicas, hormonales, daños genéticos, alteraciones del comportamiento y daños celulares, entre otros (García-Hernández *et al.*, 2018), que varían de acuerdo con el tipo de plaguicida.

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 vías de desarrollo, con miles de muertes, incluidos niños (FAO, 2004). Para México, los grupos químicos e ingredientes activos utilizados en diversos cultivos que destacan por su alta toxicidad son los organofosforados (paratión metílico, malatión, metamidofos, clorpirifos, dimetoato, monocrotofos), carbamatos (carbofurán, metomilo), ditiocarbamatos (mancozeb), organoclorados (endosulfán), piretroides (cipermetrina, lambda cyhalotrina), biperidilos (paraquat), fosfometil-glicina (glifosato) y clorfenoxi (2,4 D), entre otros (García *et al.*, 2018). Oaxaca hasta el 2008, ocupaba el 11º lugar de incidencia de intoxicaciones por plaguicidas con un 3.77 casos por 10 000 habitantes (Ortiz *et al.*, 2013).

En México, entre 1995 a 2012, se han registrado 67 711 casos de IAP en todo el país, principalmente en población en edad productiva (15 a 44 años), cifra que probablemente represente un subregistro debido a la dificultad de su diagnóstico (Gutiérrez, 2013), sobretodo en los estados con más rezago social. Para Oaxaca, hay escasas notificaciones de IAP, así como de reportes sobre las características de los plaguicidas que se utilizan en zonas rurales. Al respecto, la comunidad de San Baltazar Chichicápam, ubicada en los Valles Centrales del estado de Oaxaca, no ha quedado al margen de utilizar dichos productos. La comunidad se caracteriza por presentar una vocación agrícola a través de la producción de maíz, frijol, sorgo, alfalfa, garbanzo, algunas hortalizas y recientemente el tomate bajo invernadero. Sin embargo, se desconoce la diversidad y características de los plaguicidas utilizados para el control de plagas, así como los posibles daños a la salud de los usuarios derivados de su exposición. El objetivo del presente estudio fue documentar el uso de plaguicidas y los síntomas de intoxicación aguda por plaguicidas en la población rural agrícola que habita dicha localidad oaxaqueña.

### Metodología

Se realizó un estudio transversal y descriptivo en la comunidad de San Baltazar Chichicápam, perteneciente a la región de Valles Centrales y al distrito de Ocotlán de Morelos, en el estado de Oaxaca (Fig. 1).



Figura 1. Ubicación del área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en el periodo de septiembre de 2016 a diciembre 2017. El 80% de la población adulta se dedica a la agricultura; y se les invitó a participar en el presente estudio, teniendo la autorización de 50 campesinos a quienes se les aplicó una encuesta para coleccionar información relacionada con las actividades agrícolas y el manejo de plaguicidas (tipo de cultivos y plaguicidas utilizados), así como los síntomas presentes de intoxicación aguda por plaguicidas - IAP- (fatiga, mareo, ardor en ojos, vómitos, entre otros). Cabe señalar, que muchos productores no quisieron participar debido a la situación política y social de la comunidad estudiada. La información coleccionada se examinó mediante un análisis de frecuencias para las variables cualitativas y medidas de tendencia central y dispersión para las cuantitativas. Para establecer la relación entre el uso de plaguicidas y los daños a la salud, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. Para ello, los diversos plaguicidas identificados se clasificaron de acuerdo con el ingrediente activo, grupo químico y categoría toxicológica a la que pertenecen de acuerdo con la COFEPRIS (2018).

## Resultados

La muestra se formó con un total de 50 productores, todos mayores de edad y con actividad agrícola. Cabe señalar que, a pesar de lo pequeño de la muestra, se identificaron características y situaciones de riesgo derivado del uso de plaguicidas, lo que permite suponer que el resto de los productores se encuentren en una situación similar. La edad promedio de los agricultores fue de  $51.1 \pm 13.8$  años (rango=26-83 años), predominando el grupo de productores de entre 40 a 60 años (56%), seguido del grupo de >60 años (26%) y del grupo <40 años (18%). El promedio de años dedicados a la agricultura fue de  $34.8 \pm 22.3$  (amplitud=2-83 años). El promedio de superficie agrícola fue de  $1.3 \pm 1.4$  hectáreas.

### Cultivos agrícolas

Los cultivos más relevantes fueron el maíz y el frijol (78%), principalmente para autoconsumo, así como para la generación de ingresos a través de su venta. Le sigue la alfalfa (68%), el garbanzo (28%) y el tomate (20%), destinándose para la alimentación de animales, autoconsumo y comercio, respectivamente. Las flores la siembran un 20% de los productores, su destino es exclusivamente para su venta. El aguacate y sorgo son poco cultivados y son comercializados en su totalidad. Con respecto a la diversidad de cultivos sembrados por productor, solamente el 14% se dedica a un solo cultivo (tomate bajo invernadero). El resto de los productores cuenta hasta con cinco especies sembradas al mismo tiempo. El 10% cultiva cinco especies (maíz, frijol, alfalfa, garbanzo y flores). El 26% cuenta con cuatro cultivos (maíz y frijol con mayor frecuencia, la alfalfa y el garbanzo con menos regularidad y recientemente el tomate bajo invernadero sustituyendo al garbanzo). El 28% siembra tres cultivos (maíz, frijol y alfalfa) y el 22% únicamente maíz y frijol.

### Plagas y enfermedades

Los problemas más comunes en todos los cultivos, son principalmente las plagas y enfermedades, seguido del crecimiento de malas hierbas, la falta de agua o sequías, la baja fertilidad del suelo, mala calidad del agua y en algunas ocasiones el intenso frío, principalmente en el cultivo de flores (Tabla 1).

**Tabla 1.** Frecuencia de problemas percibidos por los agricultores.

Problema	Cultivos (%)							
	Maíz (n=39)	Frijol (n=39)	Alfalfa (n=34)	Garbanzo (n=14)	Sorgo (n=1)	Tomate (n=10)	Flores (n=10)	Aguacate (n=1)
Falta de dinero	5.1	2.5	-	-	-	-	-	-
Falta de capacitación	5.1	2.5	-	-	-	-	-	-
Plagas y enfermedades	89.7	100	94.1	42.8	100	100	90.0	100.0
Malas hierbas	41.0	17.9	11.7	7.1	-	10.0	10.0	-
Contaminación de suelo y agua	2.5	-	-	7.1	-	-	-	-
Baja fertilidad del suelo	5.1	2.5	5.8	7.1	-	-	-	-
Mala calidad del agua	5.1	7.6	2.9	-	-	-	-	-
Sequía	20.5	10.2	2.9	14.2	-	-	20.0	-
Inundaciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Heladas	-	-	-	-	-	-	20.0	-

Fuente: Elaboración propia (2018).

En cuanto a las plagas, en el maíz sobresale la presencia de diversos gusanos que atacan distintas partes de la planta. En el frijol, alfalfa, tomate y flores, el insecto predominante fue la mosca blanca. El frijol presenta también afectaciones por cenicilla, tizón y pudrición de raíz y tallo. La alfalfa se ve afectada por el gusano trozador, pulgón y manchas foliares. El tomate después de la mosca blanca tiene afectaciones por ácaros, cenicilla y tizón. En cuanto a las flores, también se presentan daños por cenicilla, tizón y manchas foliares. En los cultivos de garbanzo, sorgo y aguacate, no se identificaron daños por plagas (Tabla 2).

En la tabla 3 se identifican 37 Ingredientes Activos (IA) de plaguicidas. En promedio cada productor utiliza  $3.7 \pm 3.0$  IA distintos. El 5.4 % corresponde a la Categoría Toxicológica (CT) I, el 16.2% a la CT II y III respectivamente, el 54 % a la CT IV y el 8.1 % a la CT V. Con respecto a la clasificación química, el 18% corresponden a los organofosforados; el 10% a piretroides y benzimidazoles respectivamente; el 8% a carbamatos y el 5% a organoclorados. El resto

pertenecen a una diversidad de grupos químicos (36%), mientras que el 13% utilizan productos comerciales que contienen dos ingredientes activos de diferentes grupos químicos. El cultivo de tomate, es donde se aplica la mayor diversidad de plaguicidas (23 IA), seguido del maíz (17 IA), el frijol y la alfalfa (15 IA para cada uno), las flores (12 IA), el garbanzo (3 IA) y el aguacate (2 IA). Predomina el uso del insecticida organofosforado metamidofos (CT II) en el maíz, frijol, alfalfa y flores. En el maíz también sobresale el uso de los herbicidas paraquat, glifosato y 2-4 D. Principalmente en el cultivo de tomate y en menos proporción en flores, maíz, frijol y alfalfa, se utilizan una diversidad de plaguicidas de diferentes grupos químicos y categorías toxicológicas, sobresalen los insecticidas: carbofuran (carbamato, CT II), abamectina (pentaciclina, CT II), bifentrina (piretroide, CT IV), metomilo (carbamato CT II), Lambda cyhalotrina (piretroide, CT IV) y los fungicidas: mancozeb (ditiocarbamato, CT IV) y captan (carboxamida, CT IV).

**Tabla 2.** Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos

Problema	Cultivos (%)							
	Maíz (n=39)	Frijol (n=39)	Alfalfa (n=34)	Garbanzo (n=14)	Sorgo (n=1)	Tomate (n=10)	Flores (n=10)	Aguacate (n=1)
Gusano cogollero	51.2	-	-	-	-	-	-	-
Gusano de la raíz	28.2	-	-	-	-	-	-	-
Gusano de alambre	33.3	-	-	-	-	-	-	-
Gusano del fruto	10.2	-	-	-	-	-	-	-
Gusano soldado	10.2	-	-	-	-	-	-	-
Gusano trozador	-	-	14.7	-	-	-	-	-
Mosca blanca	-	82.0	64.7	-	-	60.0	40.0	-
Pulgón	-	-	14.7	-	-	-	-	-
Ácaros	-	-	-	-	-	50.0	-	-
Pudrición de raíz y tallo	-	7.6	-	-	-	-	-	-
Manchas foliares	-	-	14.7	-	-	-	20.0	-
Tizón	-	12.8	-	-	-	30.0	30.0	-
Cenicilla	-	15.3	-	-	-	40.0	40.0	-

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tipos y características de los plaguicidas utilizados

**Tabla 3.** Características de los plaguicidas identificados.

CT <sup>2</sup>	IA	Nombre comercial	Grupo químico	H/I/ F <sup>3</sup>	Cultivo <sup>1</sup>								Lista PAP <sup>4</sup>	Número de países prohibidos <sup>5</sup>
					M (%)	F (%)	A (%)	G (%)	T (%)	F (%)	A (%)	Total (%)		
I	Paration metílico	Folev, paration metílico.	Organofosforado	I	5.1	33.3	29.4	7.1	20.0	10.0	100	34.0	1,4	59
I	Azinfos metilo	Gusatión	Organofosforado	I				7.1				2.0	1,3,4	39
II	Metamidofos	Monitor 600, tamaron,	Organofosforado	I	38.4	58.9	67.6		30.0	50.0		74.0	1,3,4	49
II	Oxamyl	Vydate	Carbamato	I					20.0			4.0	1,3	3
II	Endosulfán	Tridane	Organoclorado	I						10.0		2.0	1,4	75
II	Carbofuran	Furadan	Carbamato	I	15.3	7.6	5.8		20.0	30.0	100	26.0	1,3,4	49
II	Metomilo	Lannate	Carbamato	I	5.1	5.1	5.8					4.0	1,3	13
II	Abamectina	Agrimec, biomec,	Pentaciclina	I					40.0			8.0	1,3	
III	Paraquat	Diabloquat, gramoxone	Bipiridilo	H	23.0	5.1						20.0	1,4	38
III	2-4 D	Hierbamina, herbipol	Clorfenoxi	H	15.3	7.6						14.0		3
III	Clorpirifos etil + permetrina	Disparo	Organofosforado + Piretroide	I	2.5							2.0	3/2,3	2/29
III	Cipermetrina	Arrivo	Piretroide	I		2.5	5.8			10.0		4.0	3	
III	Deltametrina	Decis	Piretroide	I						10.0		2.0	2,3	
III	Dimetoato	Dimetoato, rogor	Organofosforado	I	2.5		5.8			10.0		6.0	3	4
IV	Tiocianometiltio benzotiazol	Busan 30 WB	Benzimidazol	F						20.0		4.0		
IV	Thiametoxam + lambda	Engeo	Neonicotinoide + piretroide	I						20.0	20.0	4.0	3/1,2,	
IV	Imidacloprid + betacyflutrin	Muralla max	Coronicotínilo + piretroide	I		2.5				20.0		8.0	3/1,3	--/29
IV	Lambda cyhalotrina	Karate	Piretroide	I	2.5		2.9			20.0	20.0	8.0	1,2,3	
IV	Clorpirifos etil	Lorsban	Organofosforado	I						10.0	10.0	2.0	3	2
IV	Bifentrina	Talstar	Piretroide	I	2.5	7.6	2.9			60.0	60.0	18.0	2,3	2
IV	Diazinon	Diazinon	Organofosforado	I			2.9					2.0	2,3	30
IV	Imidacloprid	Confidor	Imida	I							10.0	4.0	3	
IV	Tiabendazol	Tecto	Benzimidazol	F	2.5					10.0	10.0	6.0	--	1
IV	Glifosato	Coloso, faena	Fosfometil-glicina	H	23	15.3	2.9					22.0	2	1
IV	Malathión	Malathión	Organofosforado	I	2.5	2.5	5.8	7.1				6.0	2,3	2
IV	Azoxistrobin	Amistar	Pirimidina	F	5.1	2.5	2.9				10.0	6.0	--	--
IV	Captan	Captan	Carboxamida	F	2.5	10.2	5.8			20.0		14.0	--	6
IV	Carbendazim	Prozycar	Benzimidazol	F		2.5					10.0	4.0	2	29
IV	Cymoxanil	Curzate	Sal inorgánica de cobre	F						30.0		6.0	--	--
IV	Mancozeb	Manzate, ridomil	Ditiocarbamato	F	10.2	10.2	8.8			50.0	10.0	24.0	2	1
IV	Clorotalonil	Bravo 720, Balear	Cloronitrilos	F						30.0		2.0	1,2	3
IV	Benomilo	Promyl	Benzimidazol	F			2.9			10.0		2.0	1	33
IV	Tebuconazole + trifloxystrobin	Consist max	Triazol + estrobilurinas	F						10.0	10.0	4.0	--	--
IV	Myclobutanil	Rally	Triazol	F	2.5							2.0	--	--
V	Imidacloprid + deltametrina	New leverage	Cloronicotínilo + piretroide	I						20.0		2.0	3/2,3	--/--
V	Spinosad	Spintor	Spinosines	I						20.0	20.0	4.0	3	--
V	Spirotetramat	Movento	Ácido tetrónico	F						10.0		2.0	--	--

<sup>1</sup> M (Maíz) n=39; F (Frijol) n=39; A (alfalfa) n=34; G (Garbanzo) n=14; T (Tomate) n=10; F (Flores) n=10; A (Aguacate) n=1; Total n=50; <sup>2</sup> CT: Categoría Toxicológica; <sup>3</sup> Tipo de acción: H=Herbicida, I=Insecticida, F=fungicida; <sup>4</sup> Criterios de inclusión en la lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos de PAN Internacional (2018): (1) Toxicidad Aguda alta; (2) Efectos crónicos en la salud humana; (3) Toxicidad ambiental y; (4) Restringidos o prohibidos por convenios ambientales; <sup>5</sup> Plaguicidas autorizados en México que están prohibidos en otros países.

**Tabla 4.** Mezclas entre plaguicidas y con otros insumos agrícolas identificados en el presente estudio.

Cultivo					Total de mezclas identificadas
Maíz (n=39)	Frijol (n=39)	Alfalfa (n=34)	Flores (n=10)	Tomate (n=10)	
Metamidofos (I) + Metomilo (I)	Metamidofos (I) + Metomilo (I)	Metamidofos (I) + Metomilo (I)		Carbofuran (I) + FF	3
	Paratión metílico (I) + Triple 60 (F)	Metamidofos (I) + Triple 60 (F)			2
		Paratión metílico (I) + Diazinon (I) + Triple 60 (F)			1
		Cipermetrina (I) + FF			1
Metomilo (I) + Mancozeb (Fg)	Metomilo (I) + Mancozeb (Fg)	Metomilo (I) + Mancozeb (Fg)			3
Paraquat (H) + 2-4 D (H)	Paraquat (H) + 2-4 D (H)				2
	Metamidofos (I) + FF	Metamidofos (I) + FF			2
				Metamidofos (I) + Paratión metílico (I) + Triple 17 (F) + FF	1
		Cipermetrina (I) + Triple 60 (F)			1
			Cipermetrina (I) + Mancozeb (Fg)		1
		Metamidofos (I) + FF		Deltametrina (I) + Mancozeb (Fg)	1
	Metamidofos (I) + Urea (F)				1
Metamidofos (I) + FF	Metamidofos (I) + FF	Metamidofos (I) + FF			3
		Paratión metílico (I) + Metamidofos (I)		Metamidofos (I) + FF	1
	Metamidofos (I) + FF				1
Metamidofos (I) + Urea (F)	Metamidofos (I) + Urea (F)		Imidacloprid (I) + Floramin (F)		1
Paratión metílico (I) + Urea (F)	Paratión metílico (I) + Urea (F)		Metamidofos (I) + FF		3
	Metamidofos (I) + FF				2
	Metamidofos (I) + Bayfolan (FF)				1
	Metamidofos (I) + Urea (F)				1
	Captan (Fg) + FF	Captan (Fg) + FF		Cymoxanil (Fg) + FF	1
				Captan (Fg) + F	2
				Carbofuran (I) + FF	1
		Metamidofos (I) + FF			1
			Carbofuran (I) + FF		1
6(15.4%)	14(35.9%)	12(35.3%)	4(40%)	7(70%)	43

F = Fertilizante, H = Herbicida, I = Insecticida, Fg = Fungicida, FF = Fertilizante foliar

Nota: la sumatoria al final de cada columna, indica el número de usuarios que utiliza alguna mezcla en el cultivo correspondiente.

Fuente: Elaboración propia (2018).

### Conductas de uso de plaguicidas

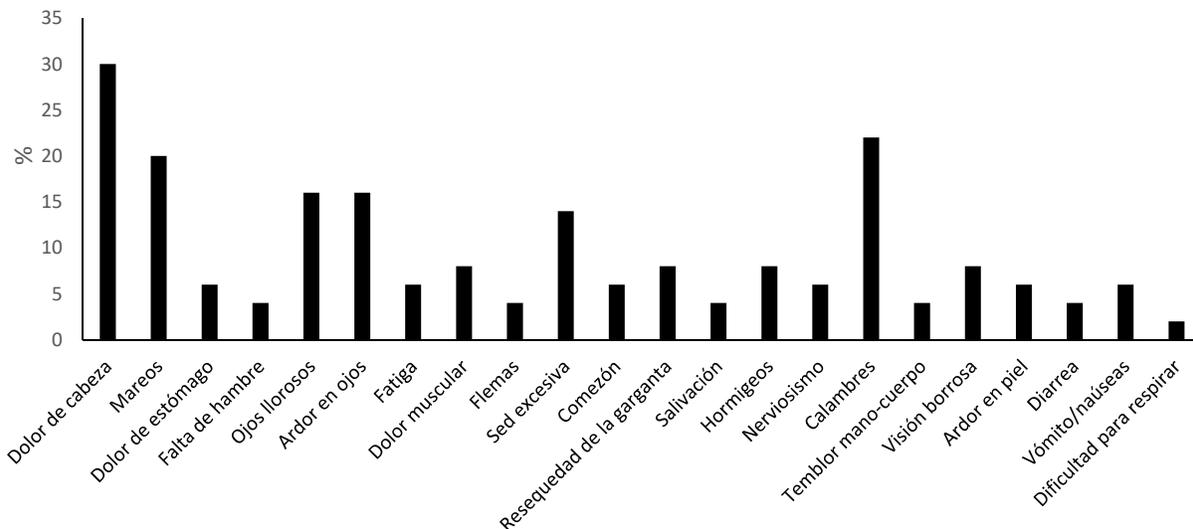
El 56% de los agricultores, mezcla plaguicidas entre sí y con otros insumos, este hábito se observa principalmente en el cultivo de tomate y flores principalmente, con menos frecuencia en el cultivo de alfalfa, maíz y frijol. Es frecuente la combinación de un plaguicida con otro plaguicida, o bien un plaguicida con un fertilizante foliar o sólido. Destaca en estas combinaciones el uso de metamidofos (insecticida organofosforado CT II), paratión metílico (insecticida organofosforado CT I), metomilo (insecticida organofosforado CT II), mancozeb (fungicida ditiocarbamato CT IV) y captan (fungicida carboxamida CT IV), principalmente (Tabla 4).

Los campesinos manifestaron que han aprendido a utilizar los plaguicidas, a través de las recomendaciones de compañeros (46%), de un ingeniero agrónomo (22%), de algún familiar (18%) o leyendo la etiqueta (14%). Solamente un 22% ha recibido capacitación en el uso de plaguicidas. Un 28% de los productores, afirma haber enseñado a sus hijos a utilizar dichos productos. Con respecto al tiempo de fumigación, los agricultores manifestaron un promedio de  $2.0 \pm 1.7$  horas diarias cuando lo hacen. El 80% de los agricultores, leen las etiquetas de los envases de los plaguicidas, y solamente un 54% manifestó conocer el significado de los distintos colores de ellas. Una proporción considerable de agricultores (68%), no utiliza protección en las manos cuando prepara la mezcla para fumigar.

Un 96% asegura bañarse después de haber aplicado los plaguicidas y todos manifestaron cambiarse de ropa después del baño (100%). Solamente el 10% utiliza equipo especial para fumigar (impermeable, botas de hule, mascarilla), el resto utiliza ropa del diario (camisa manga larga, un pañuelo como cubreboca, huarache, zapatos del diario o botas de hule cuando cuentan con ellos). El 54% lava su ropa después de fumigar, el 14% entre uno y tres días después, el 14% una vez a la semana y un 12% una vez cada quince días, pocos mencionaron lavar su ropa una vez al mes, cada mes y cada tres meses (2% respectivamente). Cuando la bomba se tapa, un 84% dijo destaparla con la mano y un 4% con la boca. El 76% almacena los plaguicidas en su parcela, el 22% en su casa y el 2% en ambos. El 42% quema los envases vacíos, el 38% tira los envases y el 16% los almacena, 6% los lava, 2% los entierra y un 2% los reutiliza.

### Síntomas de daño a la salud asociado a la exposición a plaguicidas

El 66% de la población estudiada, presenta por lo menos un síntoma de IAP, correspondiente al 32% con un síntoma, 20% con 2 a 4, 6% con 5 a 7 y 8% con más de 8 síntomas. Los síntomas más frecuentes de IAP manifestadas por los productores fueron dolor de cabeza, mareos, ojos llorosos, ardor en ojos y calambres (Fig. 2). El 36% de los productores, asociaron con más frecuencia el uso de metamidofos (organofosforado CT I) a la presencia de síntomas de IAP (correlación de Pearson=0.45,  $p=0.001$ ). Es importante mencionar, que el 76% de los campesinos estudiados, acepta que dicho IA es uno de los plaguicidas más tóxicos que utilizan.



**Figura 2.** Percepción de síntomas de daño a la salud por plaguicidas en la población de estudio.

## Discusión

La muestra estudiada, está formada por campesinos en edad reproductiva y están expuestos a una diversidad de plaguicidas, lo que pone en riesgo su salud y la de su familia. La mayoría de los productores, siembra diferentes cultivos a la vez, encontrándose más expuestos al uso de plaguicidas, ya que aplican un mismo producto a diferentes cultivos, además de realizar combinaciones de varios IA. Todos los agricultores se ven afectados por plagas y enfermedades, este problema ha aumentado en los últimos años, probablemente debido a la intensificación en el uso y el mal manejo de los plaguicidas, aunado al clima cálido de la región, que favorece la presencia de diversos insectos, tal como el gusano cogollero que es uno de los más relevantes y en los últimos años se ha incrementado su presencia, tal como lo reportan Bolaños *et al.* (2001), en el cultivo de maíz. Por otro lado, también han aparecido otros insectos como la mosca blanca que está provocando daños en el frijol, similar a lo reportado por Lugo *et al.* (2011) en el cultivo de tomate en el Valle Agrícola de Culiacán, Sinaloa.

Debido a la diversidad de plagas a los que se enfrentan los productores en sus diferentes cultivos, hacen uso y están expuestos a una diversidad de plaguicidas de diferentes CT y clases químicas. El tomate es el cultivo donde más cantidad y diversidad de plaguicidas se aplican, solamente el 10% de los productores utiliza equipo de protección para fumigar. Lo anterior, indica el alto riesgo a los efectos tóxicos de los diversos plaguicidas utilizados, lo cual es preocupante debido a que pone en riesgo su salud y la de su familia, resultados similares son reportados por Tabares y López (2011) en Marinilla, Colombia.

Es preocupante que dos terceras partes del total de IA identificados (26 de los 37), se encuentran en la Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos de la Red Internacional de Acción en Plaguicidas (PAN Internacional, 2018), debido a su toxicidad aguda alta y/o ambiental; o bien, por sus posibles efectos crónicos a la salud humana. Además, más del 50% de los IA (23), se encuentran prohibidos en diversos países del mundo (Bejarano, 2017). En la localidad de estudio, se comercializan y utilizan sin ningún control.

Los principales IA identificados, son utilizados en otras regiones del mundo, tal como el norte de Grecia (Damalas y Hashemi, 2010), donde los productores utilizan principalmente insecticidas (organofosforados y piretroides) seguido de los herbicidas. Al igual que en el municipio de Pasto, Colombia (Arévalo *et al.*, 2014), los campesinos utilizan principalmente fungicidas (azoxystrobin, cymozanil y mancozeb), insecticidas (clorpirifos y metomilo) y el herbicida glifosato. Es importante resaltar que se detectó el uso de endosulfan (un plaguicida organoclorado), a pesar de estar prohibido y/o restringido en otros países, se sigue utilizando en Oaxaca, tal como ocurre en Chiapas, México (Bernardino *et al.*, 2016) y otros países latinoamericanos como Colombia (Díaz *et al.*, 2017).

En relación a las mezclas de plaguicidas identificadas, Ortega *et al.* (2014) mencionan que, en invernaderos del norte de Puebla, el 82.7% hace mezclas de compuestos las cuales justifican por la resistencia de las plagas, así como la búsqueda de mejores resultados. Al respecto, Larrea *et al.* (2010) indican que los organofosforados y la mezcla de organofosforado/piretroide, causan mayor daño genotóxico en relación a otros tipos de plaguicidas. Estudios han reportado la capacidad mutagénica de ciertos plaguicidas y su asociación con el desarrollo de diferentes tipos de cáncer, entre ellos: carbaril, mancozeb y paratión a melanoma; clorpirifós a cáncer de pulmón; así como diazinón a cáncer de pulmón y leucemias (Alavanja y Bonner, 2012). Entonces, el riesgo a la salud de la población estudiada, se incrementa potencialmente debido al uso arbitrario de mezclas con distintos plaguicidas, ya que pudiera generarse un sinergismo e incrementar los niveles de toxicidad de los productos empleados.

Cabe señalar, que la mayoría de los agricultores utilizan los plaguicidas siguiendo las recomendaciones de amigos, algún familiar y pocos leyendo las etiquetas, resultados similares fueron hallados por Hernández *et al.* (2007) en zonas agrícolas del estado de México. Lo que se refleja en las malas conductas de uso y protección durante la fumigación, así como de la disposición final de los envases vacíos hallados en el presente estudio. Al respecto, el almacenar los recipientes en casa o vivir cerca de estos lugares condicionan una exposición directa y permanente, lo que puede ocasionar exposiciones tanto agudas como crónicas. Steenland *et al.* (2013) relacionan dicha exposición con daños neurodegenerativos. La quema al aire libre puede ocasionar emisión de vapores tóxicos para los seres vivos con la consiguiente contaminación de la zona, el tirarlos a la basura o enterrarlos también atenta contra el ambiente al contaminar el suelo y las fuentes de agua.

Con respecto a los resultados de IAP encontrados en el presente estudio, son similares a los reportados por Montoro *et al.* (2009) en la Sierra Central del Perú donde el metamidofos es de uso frecuente; así como los reportados por Cortés *et al.* (2008) en el Valle de Tixtla, Guerrero, donde el paratión metílico (organofosforado CT I) y metamidofos (organofosforado CT II) son utilizados constantemente. Es alarmante la prevalencia de IAP hallada en la localidad estudiada, lo que indica que en el campo agrícola oaxaqueño y pudiera estar pasando a nivel nacional, existen muchos casos de IAP que no se reportan al Sector Salud, probablemente debido a varias razones, entre ellas al desconocimiento de la peligrosidad de los productos, que los usuarios están acostumbrados a dichos síntomas restándole importancia a los daños a su salud que pudieran presentarse a largo plazo y, que los usuarios no acuden a la asistencia médica cuando presentan los malestares. Esto contribuye al subregistro de IAP que existe a nivel estatal y nacional (Gutiérrez, 2013).

Esta investigación, es la primera en la región donde se ubica la comunidad de estudio, que documenta la utilización de plaguicidas, logrando un inventario de los IA utilizados en los diferentes sistemas de producción agrícola, así como las mezclas de diversos IA que utilizan los productores. Además de identificar algunos síntomas de IAP, que son evidencia de que el uso de dichos productos, están provocando daño a la salud de los usuarios. Tal como ocurre en países como Costa Rica, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Panamá, que presentan los índices más elevados de IAP en América Latina, donde la demanda de plaguicidas es alta, debido a que gran parte de la población se dedica a la agricultura (Muñoz *et al.*, 2017).

Una limitación del presente estudio, fue el tamaño pequeño de la muestra, debido a la apatía de los productores para participar y el machismo existente entre la población masculina de que como hombres no les pasa nada y se encuentran bien de salud. Otro factor, fue la situación política que existe en la población, que está acostumbrada a recibir apoyos económicos o en especie para participar en alguna actividad. Finalmente, otra limitante fue la falta de evidencias clínicas que pudieran haber asociado la exposición a plaguicidas con el daño genético en los usuarios. Por lo tanto, es necesario continuar con investigaciones futuras para documentar mediante biomarcadores, la asociación entre el uso y exposición a plaguicidas con el daño a la salud de los usuarios.

### Conclusiones

La población campesina de San Baltazar Chichicapam, es relativamente joven y está expuesta a una diversidad de plaguicidas en los distintos sistemas de producción (maíz, frijol, alfalfa, garbanzo, tomate y flores), debido al ataque de distintas plagas. Se identificaron 37 IA, predominando los organofosforados y piretroides de distintas CT, donde la mayoría se encuentran considerados como altamente peligrosos y están prohibidos en otros países. Gran parte de los productores hace mal uso y manejo de los plaguicidas, además de emplear mezclas

arbitrarias con diversos IA, aumentando potencialmente el riesgo a su salud y las de sus familias. Varios de los IA reportados (metamidofos, paration y carbofuran), son percibidos por los campesinos como los productos que se asocian con los síntomas de IAP manifestados al momento o después de realizar las fumigaciones. El 66% de los campesinos presentan por lo menos un síntoma de IAP asociado al uso de metamidofos.

Es altamente probable, que a mediano y largo plazo, se manifiesten enfermedades asociadas a la exposición a plaguicidas, dada la elevada prevalencia de campesinos identificados con síntomas de IAP. Es importante, implementar estudios y un seguimiento a la salud de los usuarios y sus familias, a través de biomarcadores y otros ensayos clínicos, para detectar posibles daños a nivel genético y funcionamiento de distintos órganos y sistemas, con la finalidad de prevenir y proporcionar la atención oportuna a la salud de la población usuaria. Además de lo anterior, es importante que las instancias gubernamentales a nivel local, estatal y federal, así como iniciativas privadas, impulsen estrategias agrícolas para disminuir y de ser posible, sustituir el uso de plaguicidas para promover un ambiente laboral más seguro y alimentos más sanos para la población de Oaxaca.

### Agradecimientos

*Este estudio fue financiado por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el nivel Superior de la Secretaría de Educación Pública (proyecto “Exposición ocupacional a tóxicos y efectos en la salud de población rural en el Estado de Oaxaca, México”, Carta de Liberación 511-6/17-7642).*

### Referencias bibliográficas

- Alavanja, M. C., Bonner, M. R. (2012). Occupational pesticide exposures and cáncer risk: a review. *J. Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev.*, **15**(4), 238-263.
- Arévalo, C. A., Bacca, T., Soto, G. A. (2014). Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en fincas productoras de cebolla junca *Allium fistulosum* en el municipio de Pasto. *Luna Azul*, **38**, 132-145.
- Bejarano, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos en México. 1ª Ed. Texcoco, Estado de México: RAPAM, CIAD, INIFAP, IPEN - International POPs Elimination Network, PNUD, Red Temática de Toxicología de Plaguicidas Universidad Autónoma de Nayarit; RAP-AL, Universidad Autónoma del Estado de México y Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad. 351 pag.
- Bernardino, H. H. U., Mariaca, M.R., Nazar, B. A., Álvarez, S. J. D., Torres, D. A., Herrera, P. C. (2016). Factores socioeconómicos y tecnológicos en el uso de agroquímicos en tres sistemas agrícolas en los altos de Chiapas, México. *Interciencia*, **41**(6), 382-392.
- Blain, P. G. (2001). Adverse health effects after low-level exposure to organophosphates. *Occup Environ Med.* **58**(11): 689-690.
- Bolaños, E. A., Bravo, M. H., Equihua, M. A., Trinidad, S. A., Ramírez, V. G., Domínguez, V. J. A. (2001). Densidad y daños de plagas del maíz, bajo labranza convencional y de conservación. *Acta Zool. Mex.*, **83**, 127-141.

- COFEPRIS (2018). Consulta de registros sanitarios de plaguicidas, nutrientes vegetales y LMR. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, Secretaría de Salud. México. Consultado el 13 de septiembre de 2018, disponible en: <http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>.
- Cortés, G. P., Villegas, A. A., Aguilar, M. G., Paz, R. M. P., Maruris, R. M., Juárez, P. C. A. (2008). Síntomas ocasionados por plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, **46**(2), 145-152.
- Dalvie, M. A., Cairncross, E., Solomon, A., London, L. (2003). Contamination of rural surface and ground water by endosulfan in farming areas of the Western Cape, South Africa. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, **2**, 1-15.
- Damalas, C.A., Hashemi, S. M. (2010). Percepción del riesgo por pesticidas y uso de equipo protector personal entre productores de algodón jóvenes y viejos en el norte de Grecia. *Agrociencia*, **44**(3), 363-371.
- Díaz, S. M., Sánchez, F., Varona, M., Eljach, V., Muñoz, G. N. (2017). Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca. *Rev Univ Ind Santander Salud*, **49**(1), 85-92.
- García-Hernández J., Leyva, M. J. B., Martínez, R. I. E., Hernández, O. M. I., Aldana, M. M. L., Rojas, G. A. E., Betancourt, L. M., Pérez, H. N. E., Perera, R. J. H. (2018) Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, **34** (Especial sobre Contaminación y Toxicología por Plaguicidas, CTP): 29-60.
- Gutiérrez, S. J. J. (2013). Panorama histórico de morbilidad y mortalidad por Intoxicación por plaguicidas en México 1995-2012. *Boletín Epidemiológico. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Sistema único de Información. Secretaría de Salud*, **33, 34, 35** (30), 1-35.
- Hernández, G. M. M., Jiménez, G. C., Jiménez, A. F., Arceo, G. M. E. (2007). Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del estado de México. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, **23**(4), 159-167.
- Larrea, P.M., Tirado, B. N., Ascarrunz, G. M. E. (2010). Daño genotóxico por exposición a plaguicidas en agricultores del Municipio de Luribay. *BIOFARBO*, **18**(2), 31-43
- Lugo, M. O. Y., Guzmán, U. R., García, E. R. S., León, F. J. (2011). Geminivirus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate, en el Valle Agrícola de Culiacán, Sinaloa. *Revista Mexicana de fitopatología*, **29**(2), 109-118.
- Montoro, Y., Moreno, R., Gomero, L., Reyes, M. (2009). Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*, **26**(4): 466-472
- Muñoz, G. M. N., Díaz, C. S. M., Martínez, D. M. E. (2017). Perfil epidemiológico de las intoxicaciones por sustancias químicas en Colombia. *Informe Quinquenal Epidemiológico Nacional*, **22**(2), 26-48.
- Ortega, M. L. D., Martínez, V. C., Huerta, P. A., Ocampo, M. J., Sandoval, C. E., Jaramillo, V. J. L. (2014). Uso y manejo de plaguicidas en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México. *Acta Universitaria*, **24**(3), 3-12.
- Ortiz, I., Ávila, C. M. A., Torres, L. G. (2013). Plaguicidas en México: usos, riesgos y marco regulatorio. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, **4**(1), 26-46.
- PAN INTERNATIONAL (2018). List of Highly Hazardous Pesticides. March 2018. Pesticide Action Network International c/o PAN International, Hamburg, Germany. Consultado el 22 de agosto de 2108, disponible en: [http://www.pan-germany.org/download/PAN\\_HHP\\_List.pdf](http://www.pan-germany.org/download/PAN_HHP_List.pdf).
- Plenge, T. L. F., Vargas, M.J. (2003). Efecto tóxico de los plaguicidas agrícolas sobre la relajación muscular. Estudio de la Ca<sup>2+</sup>-ATPasa de retículo sarcoplásmico (SERCA). *Ciencia en la Frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, **II**(1), 75-79.
- Steenland, K., Wesseling, C., Román, N., Quirós, I., Juncos, J. L. (2013). Occupational pesticide exposure and screening tests for neurodegenerative disease among an elderly population in Costa Rica. *Environ Res* **120**, 96-101.
- Tabares, L. J. C., López, A. Y. L. (2011). Salud y riesgos ocupacionales por el manejo de plaguicidas en campesinos agricultores, municipio de Marinilla, Antioquia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, **29**(4), 432-444.