

Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud

Ordoñez-Beltrán V.¹, Frías-Moreno M.N.^{1*}, Parra-Acosta H.², Martínez-Tapia M.E.²

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Presa de la amistad 2015, área cuarteles, 31510.

²Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Medicina, Chihuahua, Chihuahua, México. Circuito universitario 31109, Campus II Uach.

Resumen: Los efectos nocivos de los plaguicidas en la salud humana se encuentran documentados. Sin embargo, la información se encuentra limitada por una serie de barreras que dificultan la obtención de evidencias estadísticas para mostrar a la sociedad las afectaciones adversas de esos productos químicos. El objetivo de este estudio fue analizar la frecuencia del uso, así como el conocimiento que tienen los agricultores sobre los efectos negativos de la aplicación de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud de habitantes del Ejido Guadalupe Victoria Municipio de Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, México. Los datos se obtuvieron mediante encuestas realizadas a personas mayores de 20 años de edad, que han vivido en la localidad durante toda su vida. Los resultados mostraron que el 83% de la población evaluada trabaja en labores agrícolas, los agroquímicos mostrados como posibles cancerígenos se aplican con frecuencia, la mayoría de las personas indicaron desconocimiento del uso y aplicación de agroquímicos, mientras que el 73% no utilizan protección cuando los aplica. Asimismo, el 55.9% reportó tener algún miembro de la familia fallecido por causa de algún tipo de cáncer; de los cuales los más comunes fueron pulmón y estómago. Son necesarios estudios a largo plazo para corroborar la relación de los plaguicidas con daños a la salud.

Palabras clave: plaguicidas, toxicidad, agricultores, cáncer, mortalidad.

Abstract: *Study on the use of pesticides and their possible relationship with health damage*

The harmful effects of pesticides on human health are documented. However, the information is limited by a series of barriers that make it difficult to obtain statistical evidence to show society the adverse effects of these chemicals. The objective of this study was to decide the frequency of use, as well as the knowledge about the negative effects of pesticide application and its possible relationship with damage to the health of inhabitants of the Ejido Guadalupe Victoria Municipality of Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, Mexico. The data were obtained through surveys conducted on people over 20 years of age, who have lived in the town throughout their lives. The results showed that 83% of the population evaluated work in agricultural work, agrochemicals shown as possible carcinogens are frequently applied, most people indicated ignorance of the use and application of agrochemicals, while 73% do not use protection when applies them. Also, 55.9% reported having a family member who died due to some type of cancer; of which the most common were lung and stomach. Long-term studies are necessary to corroborate the relationship of pesticides with health damage.

Key words: pesticides, toxicity, farmers, cancer, mortality.

Introducción

En la actualidad, el uso de plaguicidas ha ido en aumento, debido a la necesidad de producir una mayor cantidad de alimentos y evitar pérdidas en los cultivos, siendo utilizados alrededor 2.3 millones de toneladas por año en el mundo (Mahmood *et al.* 2016). A pesar de que estos productos prometen una mayor protección a la planta, los riesgos asociados al ambiente y a la salud humana han superado los beneficios, ocasionando enfermedades crónicas, neurodegenerativas, cáncer y malformaciones congénitas (Van Mael Fabry *et al.* 2010; Baldi *et al.* 2010; Meenakshi *et al.* 2012; Wickerham *et al.* 2012). En México, los plaguicidas y fertilizantes

son empleados sin ningún tipo de regulación, monitoreo y sin el equipo necesario para protegerse de su toxicidad, existiendo más de 30 plaguicidas que son permitidos para su venta y han sido prohibidos en otros países debido a sus efectos nocivos (SSA, 2012), dentro de estos se encuentra las familias de Triazinas, Acetanilidas, Ácidos Fenoxicarboxílicos, Ureas y Difenil éter que se utilizan como herbicidas. Por su parte, los organofosforados, Carbamatos, Organoclorados y Piretrinas con acción insecticida y en los correspondiente a fungicidas, las Carboximidias, Ditiocarbamatos y morfolinas. Sin embargo, el catálogo de plaguicidas no ha sido actualizado en más de 10 años. Chihuahua, es uno de los estados donde más se utilizan estos productos (SSA, 2012). Aunado a esto, la mayoría de los agricultores desconocen las posibles toxicidades de los plaguicidas, los peligros y medidas de seguridad que deben tomarse en cuenta antes de su uso. Es por ello que se debe difundir esta información para que tengan conciencia y reduzcan el uso de plaguicidas tóxicos (Agrawal *et al.* 2010). Casas Grandes es una región agrícola altamente productiva de varios cultivos como chile verde, trigo, papa y durazno (SAGARPA, 2015). En el Ejido Guadalupe Victoria, un porcentaje elevado de las personas trabajan en el sector agrícola y tienen contacto con los agroquímicos.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la frecuencia del uso, el conocimiento sobre los efectos negativos de la aplicación de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud en habitantes del Ejido Guadalupe Victoria Municipio de Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, México.

Materiales y métodos

Muestreo

El estudio con alcance descriptivo, se llevó a cabo en el año 2018, con una muestra de 58 agricultores y productores residentes de la localidad de Guadalupe Victoria, en el Municipio de Casas Grandes, Chihuahua.

Para recabar información sobre la ocupación, conocimiento, usos, protección y posibles efectos en salud por aplicaciones de plaguicidas; se aplicó un instrumento tipo encuesta con preguntas con opción múltiples utilizando la escala Likert y preguntas abiertas. Los informantes clave, fueron seleccionados por medio de un muestreo propositivo o intencional, siendo los participantes población nativa, mayormente del sexo masculino, con edades entre 20 a 90 años de edad.

Mediciones

La encuesta se diseñó a partir de la revisión teórica sobre las barreras y estrategias en la adopción del conocimiento que implican las aplicaciones de plaguicidas. También, se revisaron instrumentos de investigaciones especializadas en el área de los plaguicidas y sus afectaciones adversas en salud.

La aplicación de la encuesta a los participantes en el estudio, se realizó de forma individual con una duración aproximada de 20 minutos. La cual se llevó a cabo durante una reunión ejidal y mediante visita a sus domicilios.

Algunas de las preguntas que se incluyeron en la encuesta se orientaron a la identificación y comprensión de la perspectiva del informante sobre diversos aspectos de su experiencia en el ámbito de las labores agrícolas, la aplicación de los agroquímicos, las dificultades en su aplicación, las herramientas de protección, daños en salud, cánceres y malformaciones congénitas. Se incluyeron

*e-mail: verónica.ordbel@gmail.com

preguntas: dicotómicas, de opción múltiple y abierta. En el caso de la pregunta referente al uso de plaguicidas, se realizó de forma personal mencionando los productos de acuerdo al nombre comercial; el criterio tomado para la respuesta “a veces” fue si la aplicación la realizaban máximo tres aplicaciones al año) y para “casi siempre” cuando la aplicación fue cuatro veces o más al año. Para el caso de las personas que han presentado algún tipo de cáncer, sólo se consideraron a los familiares de primer y segundo grado.

Análisis de la información

La información de las encuestas se recuperó a través de una base de datos. Se realizó un análisis descriptivo, utilizando la frecuencia absoluta y relativa para caracterizar a la población de acuerdo a los datos sociodemográficos y al contacto con plaguicidas. Asimismo, se analizó la frecuencia de uso, conocimiento de uso y aplicación, así como los cánceres presentados.

Se realizó el análisis de tabla cruzada utilizando la prueba de χ^2 de Pearson, con el software IBM SPSS Statistic 25, utilizando un nivel de confianza del 95%; para identificar la asociación entre las variables: conocimiento del uso de plaguicidas y el uso de protección cuando se aplican. Así mismo para identificar el nivel de riesgo que existe de utilizar plaguicidas o fertilizantes en presentar algún tipo de cáncer.

Las respuestas de las preguntas abiertas, se transcribieron en su totalidad. Posteriormente, se cotejaron los registros en papel para procesar la información recabada. Se clarificaron los tipos de respuestas, se identificaron las más recurrentes y se organizaron de acuerdo al tipo de pregunta.

Consideraciones éticas

Se enfatizó a los participantes que la información obtenida sería estrictamente confidencial, conservando el anonimato al asignar un seudónimo a cada entrevistado. Así mismo, a fin de obtener su consentimiento informado, se reiteró el carácter voluntario de su participación. Se les informó la finalidad y el uso que recibiría la información y su permiso para publicarlo.

Resultados

Del total de personas entrevistadas, 33 han trabajado a labores agrícolas, lo cual corresponde al 56.90%, seguido de 16 productores, correspondientes al 27.59%. Las 9 personas restantes que comprendieron el 15% fueron entre amas de casa y otras ocupaciones. Siendo en su totalidad un 77.58% del género masculino, con una edad promedio de 56.9 años. De las personas encuestadas, el 43% cuenta con 3-4 integrantes en su familia, seguido por el 29% que cuenta con 5-6 integrantes, el 13.8% de 1-2, 12.1% de 7-8 y el 1.7% de 8-9; de las 49 personas que se identificaron como trabajadores y productores agrícolas, todos aplican y han estado en contacto directo con plaguicidas (Tabla 1).

De acuerdo a los resultados sobre el conocimiento en cuanto a los productos químicos, los agricultores mostraron mayor desconocimiento de los nombres comerciales así como los ingredientes activos que se aplican. Por su parte los productores tienen mayor conocimiento de esos productos, indicando que tanto Glifosato, Atrazina, Malation y Paration Metílico se aplican siempre y casi siempre (Tabla 2). Estando estos plaguicidas entre los productos de mayor impacto por lo que debido a sus efectos y persistencia en ambiente han sido prohibidos y eliminados del catálogo de plaguicidas en países de la Unión Europea y Estados Unidos.

Los resultados del conocimiento sobre el uso y aplicaciones de los plaguicidas muestran que el 48% del total de las personas indicaron saber poco y 34% no saben nada. Representando 17% de la población encuestada con respuestas de lo suficiente y mucho (Figura 1).

A continuación se muestran datos que hacen referencia a la

Tabla 1. Características sociodemográficas de los participantes del estudio.

Característica	n	%
Edad (años)*		56.9±16.3
Género		
Femenino	13	22.41
Masculino	45	77.58
Ocupación		
Hogar	5	8.62
Trabajador agrícola	33	56.90
Productor agrícola	16	27.59
Desempleado	0	0.00
Jubilado	1	1.72
Otro	3	5.17
Contacto con plaguicidas	49	84.48
No contacto con plaguicidas	9	15.52

*Se presentan valores de la media aritmética ± Desviación estándar.

Tabla 2. Uso de plaguicidas.

Nombre del producto	Frecuencia de uso							
	Nunca		A veces		Casi siempre		Siempre	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Glifosato	16	27.59	1	1.72	13	22.4	18	31.03
Atrazina	10	17.24	7	12.07	15	25.9	7	12.07
Malation	7	12.07	4	6.9	12	20.7	16	27.59
Paraquat	16	27.59	14	24.14	6	10.3	3	5.17
Furadan	11	18.97	17	29.31	4	6.9	7	12.07
Captan	2	3.45	0	0	17	29.3	19	32.76
Azinfos Metílico	24	41.38	0	0	8	13.8	7	12.07
2,4-D	22	37.93	11	18.97	6	10.3	0	0
Diuron	35	60.34	14	24.14	0	0	0	0
Carbofuran	11	18.97	13	22.41	9	15.5	6	10.34
Endosulfuran	11	18.97	13	22.41	9	15.5	6	10.34
Forato	35	60.34	4	6.9	0	0	0	0
Paration metílico	30	51.72	0	0	6	10.3	13	22.41
Sulprofos	28	48.28	0	0	7	12.1	4	6.9
Triazofos	31	53.45	0	0	5	8.62	3	5.17
Azufre	0	0	0	0	0	0	3	5.17
Sulfato de amonio	0	0	0	0	0	0	1	1.72
Arsenito	0	0	0	0	0	0	1	1.72
Edena	0	0	0	0	1	1.72	0	0
Zinc	0	0	0	0	0	0	1	1.72
Orgánicos	0	0	0	0	0	0	1	1.72
Otros	32	55.17	0	0	0	0	8	13.79

protección personal cuando se usan los plaguicidas. Los resultados obtenidos indican que la mayoría de las personas (91.8%) nunca hace uso de protección llámese; mascarillas, guantes, overol, botas de hule entre otros (Figura 2).

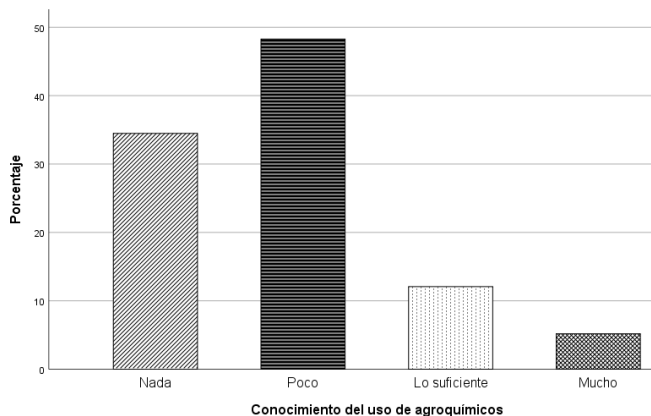


Figura 1: Conocimiento del uso de los plaguicidas.

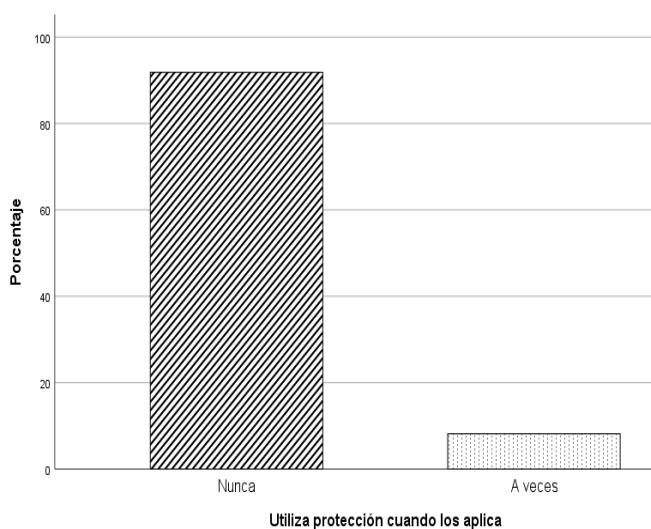


Figura 2: Protección personal al aplicar plaguicidas.

De acuerdo a la prueba de Chi-cuadrada, se encontró que no hay asociación entre las variables de conocimiento del uso de plaguicidas y el uso de protección cuando se aplican. Lo cual quiere decir que aunque las personas saben de los posibles riesgos que existen al aplicar los agroquímicos, no se protegen.

Los datos de las afectaciones en salud, concretamente cáncer, indicaron resultados alarmantes. De los 58 encuestados, el 55.9% tiene algún familiar que falleció por algún tipo de cáncer, destacando el de estómago con un 20.3%, seguido del de pulmón con 18.6% (Tabla 3).

Tabla 3. Tipos de cáncer presentados.

Tipo	N	%
Cáncer de Pulmón	11	18.97
Cáncer de Colón	1	1.72
Cáncer de mama	2	3.45
Linfomas	2	3.45
Leucemia	4	6.90
Cáncer de estómago	12	20.69
Cáncer en testículos	1	1.72

Los resultados de las tablas cruzadas mostraron que las 49 personas que utilizan plaguicidas y fertilizantes que corresponde al 84.5% de la población encuestada, 27 personas refirieron tener algún familiar con cáncer (Tabla 4). Al analizar el Odds Ratio se observó

que las personas que utilizan fertilizantes y plaguicidas tienen un riesgo junto con sus familiares de 1.6 % veces de presentar algún tipo de cáncer.

Tabla 4. Plaguicidas y fertilizantes y su relación con el cáncer.

Uso de plaguicidas y fertilizantes		Familiar con Cáncer		Total
		SI	NO	
SI	Número de personas	27	22	49
	% familiar con Cáncer	81.80%	88.00%	84.50%
NO	Número de personas	6	3	9
	% familiar con Cáncer	18.20%	12.00%	15.50%
Total	Número de personas	33	25	58
	% familiar con Cáncer	100.00%	100.00%	100.00%

Discusión

Los datos obtenidos permitieron cumplir con el objetivo de identificar el impacto de los plaguicidas en salud. La investigación muestra la percepción de los participantes respecto al uso de los plaguicidas. Presentando la población en general exposición, lo anterior puede ser afirmado debido a que se corroboró que las bodegas donde son almacenados los agroquímicos, están al lado de sus hogares. Así mismo, se implementan fumigaciones aéreas en esa localidad. Estas condiciones afectan negativamente a la población, ya que las partículas químicas son inhaladas directamente, debido a la presencia de componentes volátiles de pesticidas, su potencial para la exposición respiratoria es excelente (Amaral, 2014). Al Inhalar cantidades suficientes de pesticidas pueden causar daños graves a la nariz, tejidos de garganta y pulmón (Damalas y Eleftherohorinos, 2011). Estudios sugieren que los pesticidas pueden estar relacionados con diversas enfermedades, incluyendo cánceres, leucemia y asma.

El cáncer de estómago fue el que más se presentó este estudio. Resultados en otras investigaciones muestran que los fabricantes y aplicadores de herbicidas (Contaminantes fenoxiacidos) presentan un mayor riesgo de presentar cáncer de estómago (Armijo *et al.* 1981; Blair y Hayes, 1982; Blair y Zahm, 1991; 15 Higginson, 1966; Kraus *et al.* 1957; Repetto y Baliga, 1996). El cáncer de pulmón también fue de los principales que se han presentado, este tipo de cáncer se asocia con la exposición a compuestos arsenicales (Infante-Rivard *et al.* 1999). Los resultados de Blair *et al.* (1983) mostraron que el riesgo de cáncer de pulmón aumentó con el número de años de licencia para utilizar estos productos, con una tasa de mortalidad estándar de 2.89 entre los que tuvieron licencia por 20 años o más (Blair *et al.* 1983). En una encuesta de 1600 aplicadores de productos agrícolas, se observó casi el doble de mortalidad por cáncer de pulmón, aumentando el riesgo entre aquellos con 20 o más años de exposición (Barthel, 1981). Evidencias científicas han mostrado otras afectaciones, como son cáncer de vejiga, leucemia, mama, linfomas, y próstata.

En la presente investigación también se encontraron casos de leucemia, linfomas, mama, colon y testículos. Resultados de un estudio prospectivo de aplicaciones de plaguicidas en EE. UU. Indicaron asociaciones de dos herbicidas de imidazolinona (imazethapyr e imazaquin) con cáncer de vejiga (Koutros *et al.* 2015). En otro estudio de control de casos (953 casos y 881 controles) de trabajadores agrícolas masculinos en Egipto, los resultados encontraron un mayor riesgo de cáncer de vejiga cuando hay exposición a pesticidas de una manera dependiente de la dosis (Amr *et al.* 2015).

Una investigación de casos determinó que la leucemia linfocítica crónica (LLC) se asoció con el uso de pesticidas (Nanni *et al.* 1996). En Francia un estudio hospitalario se encontró una asociación significativa entre la exposición a insecticidas organofosforados y riesgo de leucemia (Cavel *et al.* 1996). Una investigación reveló que la exposición de líneas celulares leucémicas a dosis crecientes de un

insecticida organofosforado dio como resultado una proliferación celular leucémica dependiente de la dosis (Boros y Williams, 2001). En otro estudio se encontraron 162 casos de niños expuestos a plaguicidas en el hogar con leucemia, principalmente de tipo linfoblástica aguda (Ma X *et al.* 2002). Otras publicaciones han demostrado que el insecticida clorpirifos (CPF), induce un desequilibrio redox que alteró el sistema de defensa antioxidante en la células de mama cancerosas (Ventura *et al.* 2015). En un estudio que cubre una población femenina de Túnez, se investigaron las posibles asociaciones entre las concentraciones séricas de plaguicidas organoclorados y los efectos xenoestrogénicos; en consecuencia, se observó su vínculo positivo con el riesgo de cáncer de mama (Arrebola *et al.* 2015).

Resultados han revelado que algunos compuestos fosforados han sido asociados con cáncer de próstata, particularmente en trabajadores de granjas expuestos a niveles altos de estos compuestos (Mills y Yang, 2003). Otros investigadores citaron daños en esperma de mamíferos domésticos, incubados en presencia de *Paratión* y *Paraoxon*, afectando la habilidad en el momento de la fertilización (Bustos-Obregón *et al.* 2003). El riesgo de peligros para la salud debido a la exposición a plaguicidas depende no solo de cuán tóxicos son los ingredientes sino también en el nivel de exposición.

Además, ciertas personas como niños, mujeres embarazadas o las poblaciones que envejecen pueden ser más sensibles a los efectos de los plaguicidas que otros (Kim *et al.* 2017). De acuerdo con un meta análisis de 13 estudios de casos y controles de las bases de datos de Pubmed publicadas entre 1990 y 2005, hubo una asociación significativamente positiva entre la exposición ocupacional a pesticidas y todos los cánceres hematopoyéticos así como el linfoma no Hodgkin (Merhi *et al.* 2007). Así mismo hay otras evidencias científicas que han demostrado una asociación entre linfoma no Hodgkin y la aplicación de plaguicidas en la agricultura (Blair y Hayes, 1982; Hardell *et al.* 2002; Swaen *et al.* 1992).

Cabe mencionar que entre las afectaciones de cánceres en ejido Guadalupe Victoria también se encontró un caso de linfoma no Hodgkin, incidencia que presentó un joven de 15 años de edad. Según informes de su familia, este joven durante su niñez estuvo trabajando en labores agrícolas teniendo contacto directo con plaguicidas que él mismo aplicaba. Con lo anterior se fundamenta que los plaguicidas tienen potencial de dañar la salud de la niñez causando cáncer de linfoma no Hodgkin.

Por lo que es necesario informar a la población, comunicando las ventajas y desventajas. Entre las posibles soluciones podría ser el lograr políticas de capacitación continua para ampliar el conocimiento de las bases teóricas que fundamenten la eficacia y deficiencias de los plaguicidas. A fin de que con esa información se analicen alternativas para evitar los usos excesivos de agroquímicos. Otro detalle a resaltar es la falta de atención por parte de las autoridades correspondientes, urge una regulación que prohíba, limite y vigile los productos que están en venta. Ejemplo de ello es el producto Glifosato que se muestra como el agroquímico más usado (Tabla 3). La información publicada hasta el momento, muestra que ha sido prohibido en varios países. Por ser altamente tóxico y sumamente peligroso para la salud de las personas causando consecuencias que incluyen; trastornos gastrointestinales, obesidad, diabetes, enfermedades cardíacas, depresión, autismo, infertilidad, cáncer y Alzheimer entre otras enfermedades (Samsel y Seneff, 2013).

Por otro lado se encuentran los herbicidas, como la Atrazina que se ha demostrado su principal metabolito cuantitativo, la *dialquilclorotriazina*, modifica covalentemente las proteínas tanto *in vitro* como *in vivo*, lo que sugiere que la *dialquilclorotriazina* tiene el potencial de alterar las proteínas y la función celular (Alavanja *et al.* 2013). Además, existen preocupaciones sobre los efectos disruptores neuroendocrinos de este herbicida (Fraits *et al.* 2009).

El plaguicida *Paratión Metílico*, en un estudio en ratas mostró alteración en el desarrollo posnatal de algunas neuronas del cerebro (Gupta *et al.* 1985). *Azinfos Metilíco (Gusation)* resultados con molusco *Chilina gibbosa* demostró signos de neurotoxicidad e inhibición de la colinesterasa después de la exposición durante 48 horas (Cossi *et al.* 2015). En otro estudio donde aplicaron diferentes concentraciones de *Gusation* en un acuario con camarones, observaron una tasa de mortalidad del 100% a las 24 horas (Baticados y Tendencia, 1991). *Paraquat* (también denominado *Gramoxone*) estudios científicos muestran que la exposición a este herbicida aumentó el riesgo de padecer Parkinson en un 75% en personas de 60 años o más que se habían expuesto a *Paraquat* a edades tempranas (Costello *et al.* 2009). Otro de los productos que indicaron usar con frecuencia en la muestra aquí encuestada fue el fungicida *Captan*. Estudios han demostrado que existe una correlación directa entre el uso de *Captan* y la incidencia de leucemia y cáncer de próstata (Mill, 1998), también se han observado asociaciones entre este fungicida y la incidencia de mieloma múltiple (cáncer de células plasmáticas) en un estudio reciente llevado a cabo en una población canadiense (Pahwa *et al.* 2012).

Los resultados mostraron que las personas que aplican plaguicidas o fertilizantes tienen un riesgo mayor de contraer ellos o sus familiares algún tipo de cáncer. En un estudio similar, se encontró una relación entre el cáncer de mama y los plaguicidas (Santamaría-Ulloa, 2009). En otro estudio realizado por Wesseling *et al.* (1999) se encontró que en el tercil de poblaciones rurales, el cáncer de mama fue asociado con en exceso debido a las exposiciones a plaguicidas, lo cual no se observó en las poblaciones urbanas. De la misma manera en otro investigación en áreas urbanas no se encontró asociación entre la incidencia de cáncer de mama y la aplicación de plaguicidas (Muir *et al.* 2004). En nuestro estudio nos enfocamos en un área rural donde la mayoría de los pobladores se dedican a la agricultura y tienen contacto con este tipo de productos, por lo que se cree que la alta incidencia de cáncer es debido a esto. Sin embargo, es conveniente realizar un estudio espacial donde se incluyan poblaciones urbanas o semiurbanas que no tengan contacto con este tipo de sustancias.

Conclusión

En esta investigación se puede concluir que los participantes indicaron desconocimiento; comentando que nunca habían relacionado la problemática desde una perspectiva de salud. Haciendo hincapié que en efecto en esa población hay una gran incidencia de casos de cánceres principalmente en personas adultas, que manipularon ese tipo de productos (plaguicidas) toda su vida. En México, se siguen aplicando plaguicidas que en otros países han sido vetados por sus altos impactos en la salud, incluyendo el cáncer, por lo que se requieren cambios a nivel normativo para tratar de solucionar este problema desde la raíz y no tratar de paliar los efectos.

Es relevante señalar la experiencia obtenida tras la realización de las encuestas desde la misma voz de los participantes, es de suma importancia informar a la población las limitaciones en salud, por utilizar agroquímicos de amplio espectro. Por lo que es necesario realizar estudios más amplios, cuantitativos y científicos (contundentes y concluyentes) que involucren a los diferentes actores relacionados en la prevención y capacitación de usos apropiados de los agroquímicos tanto en labores agrícolas como en hogares.

Bibliografía

1. Agrawal, A., Pandey, R. S., & Sharma, B. (2010). Water pollution with special reference to pesticide contamination in India. *Journal of Water Resource and Protection*, 2(05), 432. <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2010.25050>
2. Alavanja, M. C., Ross, M. K., & Bonner, M. R. (2013). Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 63(2), 120-142. <https://doi.org/10.3322/caac.21170>
3. Alavanja, M. C., Hoppin, J. A., & Kamel, F. (2004). Health effects

- of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu. Rev. Public Health*, 25, 155-197. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.25.101802.123020>
4. *Amaral, A.F.S.*, (2014). Pesticides and Asthma: Challenges for Epidemiology *Front Public Health*. 2 p. 6. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2014.00006>.
 5. *Amr, S., Dawson, R., Saleh, D.A., Magder, L.S., St George, D.M., El-Daly, M., Squibb, K., Mikhail, N.N., Abdel-Hamid, M., Khaled, H., Loffredo, C.A.*, (2015). Pesticides, gene polymorphisms, and bladder cancer among Egyptian agricultural workers. *Arch. Environ. Occup. Health* 70 (1), 19–26. <http://dx.doi.org/10.1080/19338244.2013.853646>.
 6. *Armijo, R., Orellana, M., Medina, E.* (1981). Epidemiology of gastric cancer in Chile: I. Case-control study. *Int. J. Epidemiol.* 10:53–56. <https://doi.org/10.1093/ije/10.1.53>
 7. *Arrebola, J.P., Belhassen, H., Artacho-Cordón, F., Ghali, R., Ghorbel, H., Boussen, H., Perez-Carrascosa, F.M., Expósito, J., Hedhili, A., Olea, N.*, 2015. Risk of female breast cancer and serum concentrations of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls: a case-control study in Tunisia. *Sci. Total Environ.* 520, 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.045>.
 8. *Baldi, I., Gruber, A., Rondeau, V., Lebailly, P., Brochard, P., Fabrigoule, C.*, (2010). Neurobehavioral effects of long-term exposure to pesticides: results from the 4-year followup of the PHYTONER study. *Occup. Environ. Med.* 68 (2), 108–115. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2009.047811>. PMID 2109794.
 9. *Barthel E.* 1981. Increased risk of lung cancer in pesticide-exposed male agricultural workers. *J. Toxicol. Environ. Health* 8:745–48. <https://doi.org/10.1080/15287398109530135>
 10. *Baticados, M. C. L., & Tendencia, E. A.* (1991). Effects of Gusathion A on the survival and shell quality of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 93(1), 9-19. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90201-H](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90201-H)
 11. *Blair, A. Grauman D. J., Lubin J. H., Fraumeni, J. F.* (1983). Lung cancer and other causes of death among pesticide applicators. *J. Natl. Cancer Inst.* 71:31–37. <https://doi.org/10.1093/jnci/71.1.31>
 12. *Blair, A., and Hayes, R.* (1982). Cancer risks associated with agriculture: epidemiologic evidence. *Basic Life Sci.* 21:93–111. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4352-3_9
 13. *Blair, A., & Zahm, S. H.* (1991). Cancer among farmers *Occup Med* 6 (3): 335–354. *Find this article online.* Disponible en: https://www.jstor.org/stable/40965702?seq=1#page_scan_tab_contents
 14. *Boros, L. G., and Williams, R. D.* (2001). Isfenphos induced metabolic changes in K562 myeloid blast cells. *Leuk. Res.* 25:883–90. [https://doi.org/10.1016/S0145-2126\(01\)00043-1](https://doi.org/10.1016/S0145-2126(01)00043-1)
 15. *Bustos-Obregón, E., Caballero J. & Ortiz, C.* (2003). Morphofunctional damage of mammalian sperm incubated in organophosphoric agropesticides. *Andrology*, 35(1):4-5. https://doi.org/10.1046/j.1439-0272.2003.00531_6.x
 16. *Cavel, J., Hemon, D., Mandereau, L., Delemotte, B., Severin, F., Flandrin, G.* (1996). Farming, pesticide use and hairy-cell leukemia. *Scad. J. Work Environ. Health* 22:285–93. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/40966552?seq=1#page_scan_tab_contents
 17. *Cossi, P. F., Beverly, B., Carlos, L., & Kristoff, G.* (2015). Recovery study of cholinesterases and neurotoxic signs in the non-target freshwater invertebrate *Chilina gibbosa* after an acute exposure to an environmental concentration of azinphos-methyl. *Aquatic Toxicology*, 167, 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.08.014>
 18. *Costello, S., Cockburn, M., Bronstein, J., Zhang, X., & Ritz, B.* (2009). Parkinson's disease and residential exposure to maneb and paraquat from agricultural applications in the central valley of California. *American journal of epidemiology*, 169(8), 919-926. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp006>
 19. *Damalas, C. A., y Eleftherohorinos, G. E.*, (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 8 (5), 1402–1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>
 20. *Fraites, M. J., Cooper, R. L., Buckalew, A., Jayaraman, S., Mills, L., & Laws, S. C.* (2009). Characterization of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to atrazine and metabolites in the female rat. *Toxicological Sciences*, 112(1), 88-99. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfp194>
 21. *Gupta, R. C., Rech, R. H., Lovell, K. L., Welsch, F., & Thornburg, J. E.* (1985). Brain cholinergic, behavioral, and morphological development in rats exposed in utero to methylparathion. *Toxicology and applied pharmacology*, 77(3), 405-413. [https://doi.org/10.1016/0041-008X\(85\)90180-2](https://doi.org/10.1016/0041-008X(85)90180-2)
 22. *Hardell, L., Eriksson, M., Nordstrom, M.* (2002). Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leuk. Lymphoma* 43:1043–49. <https://doi.org/10.1080/10428190290021560>
 23. *Higginson, J.* (1966). Etiologic factors in gastrointestinal cancer in men. *J. Natl. Cancer Inst.* 37:537–49.
 24. *Infante-Rivard, C., Labuda, D., Krajinovi, M., Sinnett, D.* (1999). Risk of childhood leukemia with exposure to pesticides and with gene polymorphisms. *Epidemiology* 10:481–487. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/3703333?seq=1#page_scan_tab_contents
 25. *Kim, K. H., Kabir, E., & Jahan, S. A.* (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment*, 575, 525-535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>
 26. *Koutros, S., Silverman, D. T., Alavanja, M. C., Andreotti, G., Lerro, C.C., Heltsh, S., Lynch, C. F., Sandler, D.P., Blair, A., Beane Freeman, L. E.* (2015). Occupational exposure to pesticides and bladder cancer risk. *Int. J. Epidemiol.* <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyv195>.
 27. *Kraus, A. S., Levin, M. I., Gerhardt, P. R.* (1957). A study of occupational associations with gastric cancer. *Am. J. Public Health* 47: 961–70. Disponible en: <https://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.47.8.961>
 28. *Ma, X., Buffler, P. A., Gunier, R. B., Dahl, G., Smith, M. T.* (2002). Critical windows of exposure to household pesticides and the risk of childhood leukemia. *Environ. Health Perspect.* [http://dx.doi.org/110:955–60](http://dx.doi.org/10.1109:955-60).
 29. *Mahmood, I., S. R. K. Imadi, A. Gul Shazadi, and Hakeem, K. R.* (2016). Effects of Pesticides on Environment. *Plant, Soil and Microbes.* Springer International Publishing Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13
 30. *Meenakshi, S., Bhawana, P., Anita, M., S., V.K., G.*, (2012). A short review on how pesticides affect human health. *Int. J. Ayurvedic Herbal Medic.* 5, 935–946. Disponible en: <http://www.interscience.org.uk/index.php/ijahm/article/view/362>
 31. *Merhi, M., Raynal, H., Cahuzac, E., Vinson, F., Cravedi, J.P., Gamet-Payrastrre, L.* (2007). Occupational exposure to pesticides

- and risk of hematopoietic cancers: meta-analysis of case-control studies. *Cancer Causes Control* 18 (10), 1209–1226. <https://doi.org/10.1007/s10552-007-9061-1>
32. Mills, P. K. (1998). Correlation analysis of pesticide use data and cancer incidence rates in California counties. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 53(6), 410–413. <https://doi.org/10.1080/00039899809605729>
 33. Mills, P. K. y R. Yang. (2003). Prostate cancer risk in California Farm workers. *The Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45(3):249-258. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000058339.05741.0c>
 34. Muir, K., Rattanamongkolgul, S., Smallman-Raynor, M., Thomas, M., Downer, S., & Jenkinson, C., (2004). Breast cancer incidence and its possible spatial association with pesticide application in two counties of England. *Public health*. 118(7): 513-520. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2003.12.019>
 35. Nanni, O., Amadori, D., Lugesesi, C., Falcini, F., Scarpi, E. (1996). Chronic lymphocytic leukemias and non-Hodgkin's lymphoma by histological type in farming animal breeding workers: a population case-control study based on a priori exposure matrices. *Occup. Environ. Med.* 53:652–57. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.53.10.652>
 36. Pahwa, P., Karunanayake, C. P., Dosman, J. A., Spinelli, J. J., McDuffie, H. H., & McLaughlin, J. R. (2012). Multiple myeloma and exposure to pesticides: a Canadian case-control study. *Journal of agromedicine*, 17(1), 40-50. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2012.632339>
 37. Repetto, R., Baliga, S. S. (1996). Trends and patterns of pesticide use. In *Pesticides and the Immune System: Public Health Risks*, pp. 3–8. Washington, DC: World Resour. Inst.
 38. SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx (21 de mayo de 2015).
 39. Samsel, A., & Seneff, S. (2013). Glyphosate's suppression of cytochrome P450 enzymes and amino acid biosynthesis by the gut microbiome: pathways to modern diseases. *Entropy*, 15(4), 1416-1463. <https://doi.org/10.3390/e15041416>
 40. Santamaría-Ulloa, C. (2009). El impacto de la exposición a plaguicidas sobre la incidencia de cáncer de mama. Evidencia de Costa Rica. *Población y Salud en Mesoamérica*.
 41. Secretaría de Salud (SSA). (2012). COMUNICADO DE PRENSA No. 327, Sepuede consultar en: http://www.salud.gob.mx/ssa_app/noticias/datos/2012-09-13_5923.html (Consultado en abril de 2016).
 42. Swaen, G. M. H., van Vliet, C., Slangen, J. J. M., Sturmans, F. (1992). Cancer mortality among licensed herbicide applicators. *Scand. J. Work Environ. Health* 18:201–4. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/40965992?seq=1#page_scan_tab_contents
 43. Van Mael Fabry, G., Lantin, A. C., Hoet, P., Lison, D. (2010). Childhood leukaemia and parental occupational exposure to pesticides: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Causes Control* 21 (6), 787–809. <https://doi.org/10.1007/s10552-010-9516-7>
 44. Ventura, C., Venturino, A., Miret, N., Randi, A., Rivera, E., Núñez, M., Cocca, C., (2015). Chlorpyrifos inhibits cell proliferation through ERK1/2 phosphorylation in breast cancer cell lines. *Chemosphere* 120, 343–350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere>.
 45. Wickerham, E. L., Iozoff, B., Shao, J., Kaciroti, N., Xia, Y., & Meeker, J. D. (2012). Reduced birth weight in relation to pesticide mixtures detected in cord blood of full-term infants. *Environment international*, 47, 80-85. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.007>
 46. Wesseling, C., Antich, D., Hogstedt, C., Rodríguez, A. C., and Ahlbom, A., (1999). Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in relation to environmental and occupational pesticide exposure. *International Journal of Epidemiology*. 28(3), 365-374. <https://doi.org/10.1093/ije/28.3.365>